

AHP를 이용한 대학수학 성취도 요인의 중요도 추정

서경대학교 수리정보통계학부 **함형범**
hbham@skuniv.ac.kr

본 연구에서는 대학수학 교육을 향상시키기 위한 참조 지표를 얻기 위하여 AHP를 이용하여 대학수학 성취도 요인의 상대적 중요도를 추정하는 방법을 연구하였다. 이를 위하여 AHP의 개요 및 역사를 고찰하고 설문조사에 의해 얻은 자료를 통해 쌍대비교행렬을 작성하고 고유벡터방법으로 중요도를 추정하였다.

주제어 : 대학수학 성취도 요소, AHP, 쌍대비교행렬, 고유벡터, 상대적 중요도

0. 서론

최근 우리나라 대학에 있어 수학을 전공하려는 학생과 수학 분야의 교과목 수는 점점 줄어들고 있으며 여러 대학에서 수학과 자체를 소위 인기 학과로 통폐합하는 현상마저 나타나고 있다. 대부분의 학생들에게 수학은 어릴 때부터 까다롭고 재미는 없는 데 마지못해 하는 과목으로 인식되어 왔으며, 이공계 기피라는 사회적 현상 등으로 인해 수학을 공부하려는 학생들의 감소 추세는 더욱 가속화되고 있다. 이는 수학과만의 위기가 아니라 우리나라 학생들의 수학 실력이 갈수록 추락하고 있다는 점에서 그 문제가 한층 심각하다. 실제로 몇몇 대학에서 신입생을 대상으로 한 수학시험 평가 결과 질적 수학 성적이 매년 떨어지고 있음을 각종 언론 보도를 통해 알 수 있다. 수학 실력 부족으로 인해 수학과 학생들과 이공계열 학생들은 물론 금융, 보험, 경영, 경제, 의료보건 등 타계열의 학생들도 각 전공의 심화 학습이 이루어지지 않고 있음은 이미 주지의 사실이다.

대학수학은 수학 전공자는 물론 타 분야의 전공자가 대학에서 처음으로 접하게 되는 수학 분야의 교과목으로 우리나라의 거의 모든 대학에서는 수학은 물론 수학을 전공하지 않는 일반 학생들에게도 대학수학을 교양 교과목으로 개설하여 교육하고 있다. 그러나 학생들은 이 과목이 흥미가 없고, 공부하기 어려우며 실생활에도 별로 도움이 되지 않는다는 선입견을 갖고 있으며 학습 성취도나 의욕도 낮은 편이다[4]. 여기서 대학수학은 대학 1학년에 교양 강좌로 개설되는 교양수학을 지칭한다.

본 연구에서는 AHP를 이용하여 대학수학 수강생들과 강의 담당교수들을 대상으로 이 교과목에 대한 성취도 요인들의 상대적 중요도(가중치)를 정량적으로 추정하는 방법을 제안하고 실증분석 하고자 한다. 이를 통해 수강생들과 강의 담당교수들의 가중치와 우선순위를 파악하여 향후 대학수학 강의와 학습을 향상시킬 수 있는 참조 지표를 얻으려는 것이 본 연구의 목적이다.

1. AHP의 개요 및 역사

본 연구에서는 AHP(Analytic Hierarchy Process)의 고유벡터 방법을 이용하여 대학수학 성취도 요인들의 가중치를 정량적으로 추정하고자 한다. 여기서는 [5]를 참조하여 AHP의 적용절차와 역사를 간략하게 살펴보기로 한다.

AHP는 계층분석과정 또는 분석적 계층과정이라고 불리며 복잡한 의사결정 문제를 현장 경험을 가진 평가자들의 판단과 수리적 분석을 통하여 해결하는 의사결정방법으로 Saaty[9]에 의해 개발되었다. AHP는 여러 전문가들이 참여하는 집단 의사결정에 있어서 나타날 수 있는 특정인의 영향력을 배제하고 합의도달을 위한 시간 및 비용절감 등 많은 장점을 가지고 있어 경영 및 마케팅 등의 여러 분야에서 다요소 의사결정 방법으로 널리 이용되고 있는 기법이다.

일반적으로 의사결정문제 해결을 위한 AHP의 절차는 4단계로 이루어진다. 첫째, 의사결정 요소들 간의 관계를 분석하여 계층구조를 형성하고 둘째, 각 계층내의 의사결정 요소들의 쌍대비교를 통하여 계층별로 쌍대비교행렬을 구한다. 셋째, 쌍대비교행렬로부터 각 계층내의 의사결정 요소의 상대적 중요도를 선형대수의 고유벡터방법으로 추정한다. 고유벡터방법은 쌍대비교행렬의 최대 고유치에 대응하는 고유벡터를 의사결정요소의 가중치로 이용하는 방법이다. 넷째, 각 계층별로 얻어진 요소들의 중요도를 결합하여 의사결정대안의 최종가중치인 총 중요도(만족도)를 계산한다.

AHP는 1970년대 초 Pennsylvania 대학교 교수였던 Saaty(현 Pittsburgh 대학교)가 미 국무부의 무기통제 및 군비축소국에서 세계적 경제학자, 게임이론 전문가들과 협력작업을 하는 과정에서 의사결정과정의 비능률을 개선하기 위한 대안의 일환으로 고유벡터 방법을 이용하여 개발한 의사결정방법이다. AHP가 사용자들에게 본격적으로 알려지기 시작한 것은 1980년에 출간한 그의 저서 'The Analytic Hierarchy Process'를 통해서다.

AHP가 초기에 개발되어 의사결정 관련 전문가들에게 알려졌을 때, 기존의 효용이론주의자나 수리적 의사결정이론주의자들로부터 많은 공격을 받았다고 한다. 그 이유는 수학적 배경이 약하다고 평가되었을 뿐 아니라 Saaty가 이라크 인이기 때문에 더 비판이 심했다는 일화가 있다[3]. 그러나 그 후 수학적 이론에 문제가 없음이 밝혀지면서 AHP를 연구하고 실무에 이용하는 사람들이 점점 증가하게 되었다.

1999년 5월 10일자 포춘지의 「Click Here for Decisions」라는 기사에 Saaty의 AHP 이론의 초기개발과 성공사례가 소개되었는데 이는 US Navy, NASA 등 미국의 정부기관과 IBM, GM, Xerox, 3M 등 민간 기업에서 AHP를 활용하여 성공한 사례가 보고되었기 때문이었다. 현재 AHP는 경제 일반, 에너지/자원·교통·입지 등의 경제 문제, 재무/금융/회계·인사조직·마케팅·호텔/관광 등의 경영문제, 정부·국방 등의 정치문제, 교육·안전/재해/복지·도시/환경/건설·보건/의료·농업·체육 등의 사회 문제, R&D/신제품개발·생산/제조·품질·컴퓨터/정보 등의 기술문제에 이르기까지 우리 사회의 모든 분야에서 매우 다양하게 적용되고 있다.

2. 대학수학 성취도 요인의 가중치 추정절차

2.1 대학수학의 특성과 성취도 요인

대학 1학년에 교양 강좌로 교육하는 대학수학은 각 대학에 따라 교양수학, 일반수학, 미적분학 등 다양한 명칭으로도 개설되어 있으며 다수의 학과 학생 특히, 이공계열의 학과 학생들은 대학수학을 교양필수 또는 전공기초를 위한 선수 교과목으로 수강한다. 대학수학은 수학 전공자는 물론 타 분야의 전공자가 대학에서 처음으로 접하게 되는 수학 분야의 교과목이라는 면에서 수강생뿐만 아니라 강의담당 교수 모두에게도 중요한 의미를 갖는다. 또한 복수전공제 시행에 따른 전공최저이수학점의 축소로 인해 각 학과에서 2학년 이후에 개설되어 있던 전공이수에 필요한 수학 관련 교과목이 대폭 줄어들었기 때문에 그 역할이 더욱 증대되었다고 볼 수 있다.

그러나 학생들에게 있어서 이 교과목은 여전히 흥미가 없고, 공부하기 어려우며, 실생활에도 별로 도움이 되지 않는다는 선입견을 갖고 있으며 가능한 한 수강하지 않으려고 하는 기피 교과목이다. 또한 개설되는 강좌의 수가 많으므로 외래 강사를 포함하여 다수의 교수들이 이 교과목을 담당하고 있으며 수업목표, 수업진행방식, 진도, 교수법 등도 차이가 있기 마련이다. 따라서 강의와 학습의 문제점들을 여느 단일 교과목처럼 즉각 파악하여 조처를 취하기가 수월치 않다는 특성을 갖고 있다.

본 연구에서는 대학수학 강의와 학습을 향상시킬 수 있는 참조 지표를 얻기 위한 방안으로 국내 모대학 A학과 소속 재학생들과 대학수학 강의 담당교수들을 대상으로 이 교과목에 대한 성취도 요인들의 가중치를 추정하고자 한다. 이 학과는 두 개의 전공(수학, 통계)으로 구성되어 있어 행정체계상 한 학과이지만 2개 전공 학생들의 자료를 수집할 수 있어서 조사대상으로 선정하였다.

성취도 구성요소는 학생들과 강의 담당교수들에 의해 제시된 요소를 있는 그대로 반영하여 가중치와 우선순위를 분석하기 위해 학생들의 의견을 사전 조사하고 그 결과를 강의 담당교수들의 동의를 얻어 추출하였다. 사전 조사는 2006년 2학기 종강 전 이 학과 전공 교과목 강의시간에 참석한 130명의 학생들을 대상으로 하였으며, 우선

수학교육의 목적([2], [5], [7])과 본 연구의 취지를 설명하고 성취도 구성요소를 질문하였다. 그 결과는 성적(130명), 전공에 도움(115명), 강의내용의 이해(103명), 논리적 사고의 습득(94명), 학습 시간(82명) 등 5개로 분류할 수 있었으며 그밖에 요소는 제시되지 않았다.

2.2 AHP에 의한 성취도 요인의 가중치 추정절차

첫째, 쌍대비교 설문에 의한 자료 수집

대학수학 성취도 5개 요인에 대한 쌍대비교치를 구하기 위하여 ${}_5C_2 = 10$ 개의 쌍대비교(pairwise comparison) 문항에 관한 쌍대비교설문지를 작성하여 자료를 수집한다. 요소를 두 개씩 짝을 지어 그 중요도를 상대평가 하는 것을 쌍대비교라 하며 이때 얻는 비교치를 쌍대비교치라 한다. 쌍대비교는 통상 7 ± 2 점 척도를 사용하며 이것의 의미는 요소 i 가 요소 j 에 비하여 중요한 정도를 판단하여 부여하는 수치이다.

둘째, 쌍대비교행렬 작성

쌍대비교설문지에 의해 얻은 자료를 갖고 성취도 요소에 대한 쌍대비교행렬을 작성한다. 여기서 쌍대비교행렬은 요소의 수가 5개 이므로 5×5 행렬이 되며 대각선상의 원소들이 모두 1이고 역수행렬인 특성을 갖는다.

셋째, 쌍대비교행렬의 최대 고유치와 이에 대응하는 고유벡터 구하기

위에서 얻은 쌍대비교행렬에 대하여 최대 고유치와 이에 대응하는 고유벡터를 구한다. 그리고 고유벡터의 합이 1이 되도록 조정하여 가중치를 산출한다.

넷째, 일관성 검증

쌍대비교 과정에서 의사결정자가 완전한 일관성(consistency)을 갖고 쌍대비교치를 구해야 정확한 의사결정이 가능함은 물론이다. 그러나 쌍대비교치는 의사결정자가 주관적으로 부여하기 때문에 불일치성이 존재할 수밖에 없다. 따라서 완전한 일관성을 유지한다는 것은 불가능하며, 이러한 현실적 상황에서 요소들의 중요도를 구하고 일관성을 검토하는 과정이 필요하다. 쌍대비교행렬의 일관성 여부는 일관성 지수(consistency index: CI) $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ 와 일관성 비율(consistency ratio: CR) $CR = CI / RI$ 을 정의하여 측정한다.

위에서 n 과 λ_{\max} 는 각각 쌍대비교행렬의 차수, 최대 고유치를 의미하며, 일관성 비율의 수식에 있는 RI 는 무작위 지수(random index)로서 이는 행렬 차수별로 100개의 역수행렬을 임의로 발생시켜 차수별로 이 행렬의 평균 CI 를 산출한 값으로 <표 2.1>과 같다. AHP에서는 CR 이 0.1 미만이면 쌍대비교는 합리적인 일관성을 갖는 것으로 판단한다([9], [10]).

<표 2.1> 무작위 지수

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	.58	.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

다섯째, 통합쌍대비교행렬의 작성

위 첫째~넷째 절차에 의해 구한 개개인의 가중치를 통합하여 최종 가중치를 구해야 한다. 이를 위하여 통합된 단일 쌍대비교행렬을 작성하는 과정이 필요하다. 통합 쌍대비교행렬은 일관성 비율을 초과하는 행렬을 제외하고 나머지 쌍대비교행렬들의 각 원소들을 기하평균으로 통합하여 구한다. 이후의 가중치 산출은 한 명의 쌍대비교행렬에서와 같은 방법으로 산출하면 된다. 기하평균을 사용하는 이유는 행렬의 역수성을 유지시키는 유일한 방법이기 때문이다([8]).

3. 실증분석 및 논의

3.1 자료 수집 및 특성

5개의 대학수학 성취도 요소인 성적, 강의내용의 이해, 전공에 도움, 논리적 사고의 습득, 학습 시간에 대한 쌍대비교 설문은 10개 문항이 되며 5점 등간척도를 사용하여 쌍대비교설문지를 <표 3.1>과 같이 작성하였다.

<표 3.1> 대학수학 성취도 쌍대비교설문지

대학수학 교과목의 성취도 요소로 성적, 전공에 도움, 논리적 사고의 습득, 강의내용 이해, 학습시간 등이 있습니다. 다음과 같이 두 개씩 짝을 지어 비교할 때 어느 요소가 얼마나 더 중요하다고 생각하십니까?										
요소	매우 중요		중요		비슷		중요		매우 중요	요소
성적	5	4	3	2	1	2	3	4	5	강의내용 이해
성적	5	4	3	2	1	2	3	4	5	전공에 도움
성적	5	4	3	2	1	2	3	4	5	논리적 사고 습득
성적	5	4	3	2	1	2	3	4	5	학습시간
강의내용 이해	5	4	3	2	1	2	3	4	5	전공에 도움
강의내용 이해	5	4	3	2	1	2	3	4	5	논리적 사고 습득
강의내용 이해	5	4	3	2	1	2	3	4	5	학습시간
전공에 도움	5	4	3	2	1	2	3	4	5	논리적 사고 습득
전공에 도움	5	4	3	2	1	2	3	4	5	학습시간
논리적 사고 습득	5	4	3	2	1	2	3	4	5	학습시간

본 연구는 학생들과 강의 담당교수들의 성취도 요소 가중치와 순위를 구하는 것이 우선의 목적이지만 별도로 가중치를 적용한 학생들의 성취도를 구하기 위하여 다음과 같은 설문 문항도 작성하였다. 즉, 5개 요소에 대하여 학생들이 현재 갖고 있는 성취 상태를 5점 척도로 물어보는 항목(질문1~질문5)으로 “질문1: 대학수학의 성적은? 질문2: 대학수학 강의내용을 어느 정도 이해했습니까? 질문3: 대학수학이 전공이수에 도움이 됩니까? 질문4: 대학수학을 통해 논리적 사고가 습득됩니까? 질문5: 대학수학의 report 작성, 시험공부를 제외하고 대학수학을 1주일에 어느 정도 공부했습니까?” 등과 같다(<표 3.2>~<표 3.6> 참조).

<표 3.1>의 쌍대비교행렬로부터 얻은 가중치를 w_1, w_2, \dots, w_5 라 하고 앞의 질문 1~질문5에 대한 응답자료의 값을 x_1, x_2, \dots, x_5 라 하면 학생들의 성취도는 가중평균 $\sum w_i x_i$ 로 평가할 수 있다. 단, 본 연구에서는 성취도를 5점 만점으로 산정하기 위하여 실제 분석에서는 <표 3.6>의 학습시간 응답 자료는 5/6를 곱하였다.

본 연구의 자료 수집 대상인 모대학 A학과는 두 개의 전공(수학, 통계)으로 구성되어 있으며 1학년 때는 전공을 분리하지 않고 2학년부턴 학생 본인 의사에 따라 전공 교과목을 이수한다. 통계 전공의 교과과정은 다른 이공계열 소속 학과의 경우와 마찬가지로 1학년 때만 대학수학을 두 학기에 걸쳐 교양과목으로 학습하고 있으며 2학년 이후 개설되는 수학 분야 교과목은 전무하고 대학수학 강의 담당교수는 각 교수의 시간에 맞춰 매년 다르게 배치되고 있다. 수학 전공 학생 수는 10% 내외로서 통계 전공 학생에 비해 매우 적은 편이다.

조사는 2006학년도 기준의 재학생들과 대학수학 강의 담당교수를 대상으로 수강신청일 등이 포함되어 있는 2007년 2월 1일 부터 2월 27일 까지 실시하였으며, 응답의 신뢰성을 높이기 위하여 조사원이 조사 대상자를 직접 방문, 면접하여 자기식으로 자료를 수집하였다. 학생들은 전체의 74%에 해당하는 137명의 자료가 수집되었으며 1학년부턴 4학년의 자료 수는 각각 28명, 38명, 47명, 24명이며 이 중 수학전공자는 3학년 14명, 4학년 5명이다. 통계전공 학생 118명 중 남학생과 여학생 수는 각각 57명, 61명이었으며 수학전공자의 남녀 학생 수는 각각 8명, 11명 이었다(1학년의 경우 조사 기간이 전공을 선택하여 수강신청을 할 수 있는 시점이어서 전공 선택 파악이 가능하였으며 공교롭게도 1, 2학년의 수학전공 응답자 학생은 없었음). 강의 담당교수는 9명의 자료가 수집되었으며 쌍대비교설문조사만 실시하였다.

<표 3.2>~<표 3.6>은 앞의 질문1~질문5에 대해 통계전공 학생 118명과 수학 전공학생 19명이 응답한 자료를 도수와 백분율(%)로 정리한 것이다.

<표 3.2> 질문1(대학수학 성적)에 대한 도수 및 백분율

전공구분	① F	② D	③ C	④ B	⑤ A
통계	1(0.85)	6(5.08)	24(20.34)	50(42.37)	37(31.36)
수학	1(5.26)	0(0)	1(5.26)	8(42.11)	9(47.37)

<표 3.3> 질문2(강의내용 이해)에 대한 도수 및 백분율

전공구분	①0-20%이해	②20-40%이해	③40-60%이해	④60-80%이해	⑤80-100%이해
통계	2(1.69)	24(20.34)	58(49.15)	26(22.03)	8(6.78)
수학	0(0)	1(5.26)	6(31.58)	11(57.89)	1(5.26)

<표 3.4> 질문3(전공에 도움)에 대한 도수 및 백분율

전공구분	①매우 아니다	②아니다	③보통이다	④그렇다	⑤매우 그렇다
통계	1(0.85)	8(6.78)	34(28.81)	45(38.14)	30(25.42)
수학	0(0)	0(0)	2(10.53)	3(15.79)	14(73.68)

<표 3.5> 질문4(논리적 사고)에 대한 도수 및 백분율

전공구분	①매우 아니다	②아니다	③보통이다	④그렇다	⑤매우 그렇다
통계	3(2.54)	22(18.64)	50(42.37)	34(28.81)	9(7.63)
수학	0(0)	1(5.26)	6(31.58)	10(52.63)	2(10.53)

<표 3.6> 질문5(학습시간)에 대한 도수 및 백분율

전공구분	①전혀안한다	②1시간 이하	③1-2시간	④2-3시간	⑤3-5시간	⑥5시간 이상
통계	32(27.12)	53(44.92)	24(20.34)	4(3.39)	4(3.39)	1(0.85)
수학	4(21.05)	6(31.58)	4(21.05)	3(15.79)	2(10.53)	0(0)

3.2 가중치 추정 및 성취도 측정

본 연구에서는 가중치 추정과 성취도 산출은 SAS프로그램과 SAS/INSIGHT([6])을 이용하여 구했다. 우선 통계전공 학생 118 명의 자료를 대상으로 하여 쌍대비교행렬을 작성하고 SAS프로그램을 이용하여 일관성을 검토한 결과 일관성 기준 0.1 이내를 만족한 표본은 61명 이었다(1학년부터 4학년 각각 11명, 22명, 14명, 14명, 남학생 30명, 여학생 31명). 수학전공 학생 19명 중 쌍대비교행렬의 일관성 기준을 만족하는 자료는 남학생 3명, 여학생 10명, 3학년은 10명, 4학년은 3명 이었다(표본자료 수가 작아 통계전공의 경우와 같이 학년별, 성별을 따로 구분하지 않았음). 강의 담당교수는 9명 중 6명의 쌍대비교행렬이 일관성 기준을 만족하였다. <표 3.7>부터 <표 3.15>는 일관성 기준을 만족하는 쌍대비교행렬에 대하여 각 원소들을 기하평균으로 통합해서 얻은 쌍대비교행렬이다.

<표 3.7> 통계전공의 통합쌍대비교행렬

	성적	강의	전공	논리	학습
성적	1	1.150	0.817	1.594	1.809
강의		1	0.685	1.352	1.849
전공			1	1.731	1.890
논리				1	1.196
학습					1

<표 3.8> 통계 1학년 통합쌍대비교행렬

	성적	강의	전공	논리	학습
성적	1	0.900	0.692	1.926	1.451
강의		1	0.696	2.143	1.755
전공			1	2.043	1.849
논리				1	0.741
학습					1

<표 3.9> 통계 2학년 통합쌍대비교행렬

	성적	강의	전공	논리	학습
성적	1	1.158	0.729	1.376	1.658
강의		1	0.638	1.342	1.740
전공			1	1.81	1.633
논리				1	1.146
학습					1

<표 3.10> 통계 3학년 통합쌍대비교행렬

	성적	강의	전공	논리	학습
성적	1	1.073	0.813	1.492	1.965
강의		1	0.63	1.068	1.803
전공			1	1.621	2.340
논리				1	1.795
학습					1

<표 3.11> 통계 4학년 통합쌍대비교행렬

	성적	강의	전공	논리	학습
성적	1	1.481	1.118	1.851	2.271
강의		1	0.824	1.204	2.172
전공			1	1.511	1.952
논리				1	1.24
학습					1

<표 3.12> 통계 남자 통합쌍대비교행렬

	성적	강의	전공	논리	학습
성적	1	1.368	0.964	1.648	2.088
강의		1	0.651	1.395	2.082
전공			1	1.748	1.928
논리				1	1.205
학습					1

<표 3.13> 통계 여자 통합쌍대비교행렬

	성적	강의	전공	논리	학습
성적	1	0.972	0.696	1.544	1.575
강의		1	0.721	1.311	1.648
전공			1	1.714	1.853
논리				1	1.187
학습					1

<표 3.14> 수학전공 통합쌍대비교행렬

	성적	강의	전공	논리	학습
성적	1	0.713	0.617	1.526	1.608
강의		1	0.759	1.889	1.751
전공			1	2.412	2.305
논리				1	1.113
학습					1

<표 3.15> 교수 통합쌍대비교행렬

	성적	강의	전공	논리	학습
성적	1	0.276	0.350	0.265	0.490
강의		1	1.732	0.935	1.619
전공			1	0.514	1.442
논리				1	2.569
학습					1

<표 3.7>부터 <표 3.15>의 통합쌍대비교행렬부터 5개 요소에 대한 가중치를 구하여 <표 3.16>과 같이 정리하였다.

<표 3.16> 대학수학 성취도 요인의 가중치

구분	성적	강의	전공	논리	학습	최대고유치	일관성비율	
통계 전공	전체	0.235	0.209	0.274	0.153	0.129	5.009	0.002
	1학년	0.212	0.235	0.288	0.117	0.148	5.017	0.038
	2학년	0.220	0.204	0.281	0.156	0.139	5.021	0.005
	3학년	0.231	0.195	0.285	0.178	0.111	5.012	0.003
	4학년	0.281	0.206	0.241	0.156	0.116	5.007	0.002
	남학생	0.258	0.205	0.267	0.150	0.120	5.019	0.004
	여학생	0.214	0.213	0.280	0.156	0.137	5.009	0.002
수학전공	0.189	0.240	0.316	0.129	0.126	5.007	0.002	
교수	0.074	0.277	0.184	0.323	0.142	5.026	0.006	

<표 3.16>으로부터 통계전공 전체 61명의 학생들은 전공에 도움, 성적, 강의내용 이해, 논리적 사고 습득, 학습시간 순으로 중요도를 높게 생각하고 있으며 학년별로는 4학년을 제외하고는 모든 학년이 전공에 도움을 가장 중요하게 평가하고 있음을 알 수 있다. 성별 가중치의 순위는 전체 61명의 것과 차이가 없으나 남학생들의 성적 가중치가 여학생의 경우보다 비교적 높게 나타났으며, 여학생들은 성적과 강의내용 이해의 가중치 차이는 거의 없었다. 학년별 가중치의 순위, 남녀 학생들의 가중치 차이는 다른 학과의 가중치를 구하여 그 분포를 비교분석해야 추론이 가능하겠으나, 전체 가중치는 적은 수의 표본 자료가 아닌 61명을 대상으로 구한 것이므로 이와 유사한 형태의 순위를 이를 것으로 판단되며 4학년은 취업을 목전에 두고 있기 때문에 높은 성적을 받아야 한다는 기대감이 반영되어 성적을 가장 중요한 요소로 평가한 것이라고 사료된다.

수학전공 학생들의 가중치는 전공에 도움, 강의내용 이해, 성적순으로 높게 나타났으며 통계전공 전체 학생들의 경우와 같이 전공에 도움을 가장 중요한 요소로 평가하고 있다. 그러나 2위와 3위 요소가 다르며 1, 2, 3위 요소의 가중치 차이도 비교적 크게 나타나고 있다. 이러한 차이는 전공에 도움, 강의내용 이해 요소가 통계전공 학생들보다 전공이수에 직접적으로 많이 도움이 되고 필요하다는 것에 기인한 것이라고 판단한다.

한편 강의 담당교수들은 수학전공이나 통계전공 학생들에 비하여 거의 2배 이상 논리적 사고습득을 가장 중요하게 평가하고 있는 등 가중치와 순위는 학생들의 그것과는 많은 차이가 있다. 이는 시간이 많이 드는 작업이겠으나 강의 담당교수 측면에서는 대학수학 교육의 내용을 적어도 2가지 관점에서 조절할 필요가 있다고 생각한다. 첫째, 각 교수들마다 5개 요소에 대한 가중치와 순위는 물론 다르게 나타날 수 있다.

그러나 대학수학이라는 공통 교과목에 대하여 동일 학과 학생들에게 각 교수들마다 교육 주안점을 다르게 강조하면 수강생들에게 혼란을 초래할 수 있다. 따라서 각 교수들의 의견을 통합하여 얻은 가중치와 순위에 근거하여 수업계획서 작성, 강의목표, 강의의 주요내용 등을 공통적으로 조절할 필요가 있다고 본다. 둘째, 대학수학이라는 기피 교과목에 대하여 수요자 중심의 교육을 하고 학생들의 수업참여를 적극적으로 유도하려면 학생들의 의견을 반영하여 전공 이수에 도움이 되도록 강의목표, 강의의 주안점 등을 설정하고 강의 내용, 교재 개발, 교수법 등도 전공에 도움이 되는 쪽으로 연구할 필요가 있다고 사료된다. 또한 모든 학과 학생들에게 교재 목차순서에 따라 획일적으로 강의하는 것보다는 각 학과 특성을 어느 정도 반영하여 해당 학과 전공이수에 도움이 많이 되는 내용을 발췌, 강조하여 강의하는 유연한 자세가 필요하다고 본다.

강의 담당교수들의 입장에서 보면 논리적 사고습득은 전공이수에 결정적 역할을 하는 중요한 요소로서 논리적 사고습득을 통한 전공에 도움이 되는 교육은 더할 나위 없이 좋은 교육일 것이다. 그러나 현재 일반적인 대학수학 교육방식인 흑판필기, 문제풀이 등으로는 이와 같은 목적을 달성하기 어려우며 이는 어느 한 명의 강의 담당교수가 강구할 수 있는 문제가 아니고 많은 교수들이 함께 장기간 연구해야 할 과제라고 본다.

<표 3.17>은 <표 3.2>에서부터 <표 3.6>에 있는 질문1~질문5에 각 학생들이 응답한 자료에 5개 요소의 가중치를 곱하여 가중평균(5점 만점)으로 학생들의 성취도를 구하여 정리한 것이다.

<표 3.17> 대학수학 성취도

전공구분	성적	강의	전공	논리	학습	성취도	자료 수	
통계 전공	전체	0.936	0.652	1.043	0.490	0.230	3.351	118
	1학년	0.916	0.688	1.173	0.355	0.308	3.440	28
	2학년	0.863	0.633	1.013	0.497	0.219	3.225	38
	3학년	0.861	0.626	1.088	0.561	0.182	3.318	33
	4학년	1.139	0.672	0.913	0.558	0.229	3.511	19
	남학생	0.955	0.611	0.979	0.492	0.237	3.274	57
	여학생	0.909	0.691	1.102	0.488	0.219	3.409	61
수학전공	0.806	0.893	1.464	0.475	0.276	3.914	19	

통계전공 전체학생 118명과 수학전공 19명 학생들의 성취도 평균은 각각 3.351점, 3.914점으로 이를 100점 만점으로 환산하면 각각 67, 78점이 된다. 수학전공 학생들의 성취도는 비교적 높은 점수로서 통계전공 학생들보다 11점 높는데 이는 앞에서 언급한 바와 같이 대학수학이 통계전공 학생들보다 전공이수에 직접적으로 많이 도움이

되고 필요하다는 것에 기인한 것이라고 사료된다. 실제로 수학전공 학생들의 성취도는 전공에 도움 점수에서 통계전공 학생들보다 월등히 높게 나타나고 있다. 따라서 통계전공 학생들의 경우 대학수학 성취도 점수를 높이기 위해서는 우선적으로 대학수학에서 배운 내용을 전공에 응용하는 학습이 필요하다고 볼 수 있다. 이를 위하여 통계전공 교수들은 전공 교과목 강의에 있어 대학수학의 역할과 중요성을 강조할 필요가 있으며 대학수학 강의담당교수들과 통계전공 이수에 중점적으로 필요한 대학수학 강의내용을 논의하는 자세가 필요하다고 본다.

<표 3.18>과 <표 3.19>는 통계전공과 수학전공 학생들의 5개 요소 및 성취도 간의 상관계수를 구하여 정리한 것이다.

<표 3.18> 통계전공 학생들의 상관행렬

	성적	강의내용	전공에도움	논리적사고	학습시간	성취도
성적	1.000	0.453	0.397	0.160	0.077	0.699
강의내용		1.000	0.411	0.269	0.069	0.702
전공에도움			1.000	0.529	0.182	0.833
논리적사고				1.000	0.107	0.607
학습시간					1.000	0.328
성취도						1.000

<표 3.19> 수학전공 학생들의 상관행렬

	성적	강의내용	전공에도움	논리적사고	학습시간	성취도
성적	1.000	0.479	-0.013	-0.256	0.079	0.504
강의내용		1.000	0.288	0.194	0.214	0.738
전공에도움			1.000	0.628	0.276	0.723
논리적사고				1.000	0.273	0.510
학습시간					1.000	0.548
성취도						1.000

<표 3.18>에 의하면 통계전공 학생들의 경우 성취도와 전공에 도움 요소의 상관계수는 0.833으로 매우 강한 관련이 있으며 강의내용 이해, 성적, 논리적 사고습득도 성취도와 어느 정도 상관이 있다고 말할 수 있다. 5개 요소들 간의 상관에 있어서는 전공에 도움과 논리적 사고습득 요소가 상관이 있다고 볼 수 있다.

수학전공 학생들은 성취도와 강의내용 이해, 전공에 도움 요소가 상관이 있다고 볼 수 있으며, 5개 요소들 간의 상관은 통계전공의 학생들의 경우와 마찬가지로 전공에 도움과 논리적 사고습득이 어느 정도 상관이 있다고 말할 수 있다.

<표 3.18>과 <표 3.19>의 5개 요소에 대한 상관계수만 갖고 볼 때는 전공에 도움과 논리적 사고습득은 어느 정도 상관이 있으며 이에 근거해서 이미 논의한 바와 같이 강의 담당교수들은 논리적 사고습득을 통한 전공에 도움이 되는 교육방법을 연구

하는 것이 필요하다고 본다.

4. 결론

올바른 수학교육이란 인지적인 차원(가르치는 내용)과 정의적인 차원(학습자의 태도, 흥미, 느낌)의 결합을 필요로 하기 때문에 흥미를 유발시키는 재미있는 수학과 수학자의 삶과 일화, 우리들의 생활과 문화와 자연 속에 스며있는 수학적 소재를 통해 인지적 목표뿐만 아니라 정의적 목표를 달성하게 하여 학습자 스스로 수학에 대한 부정적인 시각을 해소하도록 도와 줄 교육방법을 연구할 필요가 있다([1]).

이와 같은 측면에서 본 연구에서는 대학수학 강의와 학습을 향상시킬 수 있는 참조지표를 얻기 위한 방안으로 AHP의 개요 및 역사적 배경을 고찰하고, 이 기법을 이용하여 학생들과 강의 담당교수들을 대상으로 대학수학 성취도 요인들의 가중치를 정량적으로 추정하는 방법을 제안하고 실증분석을 하였다. 그 결과 학생들과 강의 담당교수들의 성취도 요인들에 대한 가중치와 순위는 다르게 나타나고 있고 특히 학생들은 전공에 도움을, 강의 담당교수들은 논리적 사고의 습득을 가장 중요한 요소로 평가하고 있다. 이는 교육자의 인지적 목표와 학습자의 정의적 목표가 달라 학생들이 대학수학 교과목에 대한 부정적인 견해를 갖게 되는 주요 원인이 될 수 있다.

본 연구의 자료 조사대상인 모 대학은 A학과뿐만 아니라 이공계열의 모든 학과에 대학수학이 개설되어 있으며 수업계획서, 강의목표 및 강의 주요내용 등은 담당교수마다 모두 다르게 설정하여 교육하고 있다. 그리고 같은 학과에 대해 강의 담당교수들은 각자의 시간에 맞춰 매년 다르게 배치되고 있으며 다른 대학의 경우도 상황은 크게 다르지 않다고 본다. 따라서 대학수학이라는 공통교과목에 대하여 동일 학과 학생들에 대한 인지적 목표뿐만 아니라 정의적 목표를 달성하기 위하여 강의 담당교수들의 의견을 통합하여 얻은 가중치와 순위에 근거하여 수업계획서 작성, 강의목표, 강의의 주요내용 등을 공통적으로 조절할 필요가 있다. 또한 학생들의 의견을 반영하여 전공 이수에 도움이 되도록 강의목표, 강의의 주안점 등을 설정하고 강의내용, 교재개발, 교수법 등도 전공에 도움이 되는 쪽으로 연구할 필요가 있다. 모든 학과 학생들에게 교재 목차순서에 따라 획일적으로 강의하는 것보다는 각 학과 특성을 어느 정도 반영하여 해당 학과 전공이수에 도움이 많이 되는 내용을 발췌, 강조하여 강의하는 유연한 자세도 역시 필요하다고 본다. 학생들은 대학수학 성취도를 높이기 위해서 우선적으로 대학수학에서 배운 내용을 전공에 응용하는 학습이 필요하며 이를 위하여 해당학과 전공교수들은 전공 교과목 강의에 있어 대학수학의 역할과 중요성을 강조할 필요가 있으며 대학수학 강의담당교수들과 각 전공이수에 중점적으로 필요한 대학수학 강의내용을 논의하는 자세가 필요하다고 본다.

본 연구의 방법을 이용하여 다수의 학과 학생들과 강의 담당교수들에 대하여 성취

도 요소들의 가중치와 이를 적용한 성취도를 구하고 그 분포를 분석함으로써 각 학과 학생들의 특성과 요구를 고려한 대학수학 강의와 학습을 향상시킬 수 있는 더 많은 참조 지표를 얻을 수 있을 것으로 기대한다. 그러나 시간 및 비용 등의 사유로 다수의 학과 학생들과 강의 담당교수들을 조사대상으로 하지 못하였으며 이는 향후 과제로 남긴다.

참고 문헌

1. 공현철, 조열제, 이상근, 고등학교 수학의 수학적 교수-학습자료 개발에 관한 연구, 경상대학교 과학교육연구소보 제19집, 1-12(1999).
2. 교육부, 중학교 수학과 교육과정 해설(1994), 59-61; 고등학교 수학과 교육과정 해설(1995), 70-72.
3. 조근태, 조용곤, 강현수, 앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정, 동현출판사, 2003.
4. 함형범, 박태룡, 김재현, 대학수학 교육에 대한 실증적 고찰: 통계분석을 중심으로, 한국수학사학회지 제16권 제2호(2003), 87-102.
5. 함형범, AHP의 수학적 배경과 수학교육 목적의 실천, 한국수학사학회지 제17권, 제2호(2004), 21-32.
6. 함형범, 김재현, SAS 메뉴로 배우는 SAS/INSIGHT 통계분석 I, 교우사, 2004.
7. 허 민, 수학 교육의 목적과 수학적, 한국수학사학회지 제11권 제1호(1998), 58-67.
8. Aczel, J., Satty, T. L., *Procedures for synthesizing ratio judgments*, Journal of Mathematical Psychology 17[1](1983), 99-102.
9. Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
10. Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, 1996.

On Estimation of Weights for Elementary Mathematics Achievement Factors by Using AHP

Division of Mathematics and Information Statistics, Seokyeong University **Hyung Bum Ham**

In this paper we study the method to estimate weights of the elementary mathematics achievement factors to get reference index which improves elementary mathematics teaching. For it, we discuss not only a synopsis of AHP but also write out pairwise comparison matrix through statistical survey and estimate weights by eigenvector method.

Key words: achievement factors for elementary mathematics, AHP (Analytic Hierarchy Process), pairwise comparison matrix, eigenvector, weights (priority vector)

2000 Mathematics Subject Classification: 97B99, 97D99

ZDM Classification: D65

논문 접수 : 2007년 5월

심사 완료 : 2007년 6월