

예비 수학교사의 수학교육학 키워드 중심 학습 효과

김창일¹⁾ · 전영주²⁾

본 연구는 예비 수학교사들에게 요구되는 여러 지식기반 중 하나인 교과교육 지식에 대한 학습방안 모색으로, 수학교육학의 주요 주제 및 연구자를 우선 선정하고 그 관련 내용을 키워드(keyword) 중심으로 제시한 학습 교재를 제작하였다. 그리고 재구성한 교재를 예비 수학교사들에게 투여하였다. 동시에 분절된 각 연구자의 이론을 교육적으로 연결하는 등 수학교과교육학의 개념과 원리를 예비교사들이 이해할 수 있도록 안내한 후, 키워드 중심의 교수·학습 방법이 예비 수학교사들에게 교육적인 효과가 있었는지를 조사하였다.

주요용어 : 예비 수학교사, 수학교과교육학, 키워드 학습

I. 서론

수학교과교육은 ‘수학적 지식을 어떻게 효과적인 수학 수업으로 전개할 것인가’를 주요 문제로 다루는 학교수학에 관한 체계이다. 수학 교실에서 수학을 가르친다는 것, 그것은 단순히 수학 지식의 전달만을 의미하는 것은 아니다. 여기에는 학생들의 심리 발달과 수학적 사고 구조, 그리고 수학적 과정에 대한 폭넓은 이해를 전제로 한다. 그러하기에 수학교과교육학은 수학, 심리학, 교육학 등 여러 학문으로 융합된 일종의 복합 학문이라 할 수 있다. 역으로 표현하자면 수학교과교육학을 명확하게 이해하기 위해서는 그 만큼의 고차원적인 사고가 요구된다고 할 수 있다.

현재 전국 42개 사범대 수학교육과에서 수학교재연구, 수학교수법, 수학교육평가, 수학교육사, 수학교육공학, 수학교육논술 등의 강좌로 수학교과교육학 강의가 이루어지고 있다. 문제는, 학문 특성상 광범위한 교과내용과 다양한 교육학 이론, 그리고 그에 따른 부수적인 개념과 용어가 다수 포함되어 있어 많은 예비 수학교사들이 수학교과교육학을 학습하는 과정에서 적지 않은 부담과 어려움을 겪는다. 특히, 연역적 사고에 익숙한 예비 수학교사들이 교과교육학이라는 인문·사회학 성격의 학문을 접하면서 느끼는 학문적 이질감은 학습과정에서 부정적 요소로 작용하기도 한다. 그러하기에 상이한 분야로부터 접하는 새로운 지식과 기존 지식 체계와의 인지적 통합을 위해 예비 수학교사에게 적절한 교수법 적용이 요구된다.

이러한 관점에서 정보와 언어학 등의 분야에서 유용하게 활용되고 있는 키워드(keyword) 교수법은 참고할 만하다. 키워드 학습은 키워드가 진술된 명제의 이해의 예(example), 개념

1) 단국대학교 수학교육과(kci206@dankook.ac.kr)
2) 전북대학교 수학교육과(jyj@jbnu.ac.kr), 교신저자

의 해석학적 의미를 담고 있는 존재자이기 때문에 필요한 지식을 학습자가 이해하기 쉽도록 하면서 개념이나 원리를 효과적으로 전달할 수 있는 한 가지 방법으로 소개되고 있다. 그러므로 여러 학문의 복합된 지식을 정리하고 연계하여 그 체계를 조직하는 학습에서 효율성을 극대화 할 수 있다. 따라서 키워드 학습은 간 학문적 성격의 수학교과교육학 기초 학습에 유용할 것으로 기대할 수 있다.

같은 맥락에서, 예비 수학교사에 관한 최근 몇 가지 국내 연구를 살펴보면, 다문화교육의 관점에서 요구되는 수학교사의 역량과 그러한 역량의 양성에 요구되는 수학교사교육과정의 원리 및 방법에 관한 송륜진 외(2010)의 연구, 탐구형 소프트웨어를 활용한 교사 프로그램인 류희찬 외(2003)의 연구, 예비수학교사에게 산과법에 의한 가상 수업을 실행하여 교육적 효과를 분석한 김남희(2008)의 연구, 그리고 수학사 활용 방안 프로그램을 제시한 정해남(2012)의 연구 등이 있으나 수학교과교육학 학습 방법에 관한 연구와는 다소 거리가 있다. 우선, 수학교과교육학의 국소적인 이론과 개념을 다루고 있어 예비 수학교사들에게 수학교과교육학의 전체적인 맥락을 이해하기 위한 도움을 주기 어렵다는 것. 둘째, 프로그램의 실행이나 활용 방안 등 실천적 지식으로 제시되어 있어 수학교과교육학 기초 이론인 명제적 지식 습득의 기회 제공이 곤란하다는 것. 셋째, 학교수학을 위한 교수학적 입장으로 접근하고 있어 예비 수학교사의 치료적 교수 접근이 어렵다는 점이다. 따라서 현재의 연구들은 예비 수학교사의 교과교육학 교수·학습에 대한 대안적 방법으로는 한계가 있다.

이에 본 연구는 예비 수학교사들에게 요구되는 여러 지식 기반 가운데 하나인 교과교육학 지식의 학습방안 모색으로, 수학교과교육학의 주요 주제 및 연구자를 우선 선정하여 그 관련 내용을 키워드(keyword)로 분류한 학습 교재를 제작하고, 이것을 교과과정에서 예비교사에게 적용하며 각 연구자 간에 파편처럼 흩어져 있는 유사한 이론과 개념을 연결하는 등 수학교과교육학의 기본적인 개념과 원리 이해에 초점을 둔 교수법을 적용한 후, 그 결과로 예비교사들에게 어떤 교육적 효과가 있었는지를 알아보고자 한다.

II. 이론적 배경

현대 수학은 무정의 용어, 정의, 논리적 규칙에 따르는 연역적 공리 체계와 위계 구조로 이루어져 있어 예비지식이 없이는 수학적 개념을 이해하기 어렵다(Swadener & Soedjadi, 1988). Sam과 Ernest(1997)는 이러한 수학을 가르치는 수학교육의 가치로 인식론적 가치, 사회·문화적 가치, 개인적 가치가 있다고 규정하였다. 여기서 말하는 인식론적 가치는 수학 교수·학습의 이론적 측면에 대한 가치이며, 사회·문화적 가치는 사회를 위한 수학교육의 인류 책무를 가리키고, 개인적 가치로는 개별적 학습자로서 영향 받는 호기심, 인내심, 창의성 등의 가치를 말한다. 예비 수학교사는 이러한 수학교육의 가치를 인식하고 왜 수학을 가르쳐야 하는가의 당위성을 정립해야 한다. 그러기 위해서는 수학교과교육학의 개념과 구조를 이해해야 한다.

수학교과교육학은 기초학문인 수학과 응용학문인 교육학이 결합되어 있으며, 학제적(學際的)인 접근에 의한 종합학문이고 실천 지향적 학문(김응태 외, 1984)이다. 또한 수학교육학은 본질적으로 수학교수의 실습 이외 수학, 심리학, 교육학, 그리고 그 밖의 다른 학문분야가 융합되어 있다(Wittmann, 1994). 이렇듯 수학교육학은 전통적으로 교육적 기능을 포함하

고 있는 세 가지 철학, 심리학, 사회학과 수학으로 구성(Higginson, 1980)된 사차원적 학문으로 해석할 수 있다.

이처럼 수학교과교육학의 개념과 구조, 다양한 이론들은 실타래가 복잡하게 뒤엉켜 있듯 때론 독자적으로, 때론 연계선상에, 때론 깊은 관련성으로 얽혀있다. 그러므로 수학교과교육학 학습은 타 교과와의 학습법과는 다르게 접근되어야 한다. 여기에 키워드 학습법이 있다. 우리는 PC와 인터넷망을 이용하여 필요한 정보와 지식을 디지털 정보의 바다에서 쉽게 찾는다. 그것은 사용자가 검색엔진이라는 웹 포털에 찾고자 하는 키워드를 입력하면 그 정보를 빠르게 제공하기 때문이다. 여기에는 키워드의 유사성, 빈도 등을 반영한 결과가 포함되어 있다. 키워드는 일반적으로 검색시스템, 데이터베이스 등에서 사용되어 컴퓨터 공학 관련 용어로 인식하고 있지만 언어학에서도 핵심어 또는 주제어로서의 표현으로 사용되고 있다. 언어학에서 사용되는 키워드의 의미는 테스트의 내용을 함축한 어휘라는 의미로 받아들인다. 이렇듯 키워드는 분야에 따라 다의적인 성격을 담고 있다.

이것을 수학교과교육 학습으로 끌어들이어 활용하면 정의를 기억하고, 분절된 개념과 이미지를 연결하는 교육적 연결망으로 사용할 수 있다. Brown(2006)과 Higbee(1996)는 키워드에 대해 이미지를 더욱 효과적으로 결합시키는 방법이라고 설명하면서 과장, 상호작용, 선명함, 대용물의 요소를 포함하고 있다고 주장하였다. Lorayne와 Lucas(1974)도 키워드 방법은 일반적인 기억 수준을 넘어 오랜 기간 예를 들어 일주일 또는 열흘 동안 기억을 유지할 수 있어 기억력 증진에 도움이 되므로 키워드 방법의 전략적 사용을 권장하고 있다. 이처럼 키워드 학습법은 새로운 정보를 기억하기 위해, 적절한 핵심어를 선택하고 기존의 지식 이미지에 새로운 지식과 연결하여 지속적인 기억을 유지할 수 있다. 또 키워드는 어딘가에 기억하고 있는 지식을 회상하는데 도움이 되고, 회상 과정에서 새로운 정보를 추가 생산하는데 유용하다(Lorayne & Lucas, 1974).

이러한 키워드 학습 방법을 사용함에 있어 기억의 대상을 개인적으로 형상화하는 것은 가르치는 사람의 준비된 지식 형상화보다 더 효과적이다. 다만 스스로 지식을 형상화하는 것이 어렵고 시간이 많이 걸린다는 단점이 있다(Higbee, 1996). 특히 키워드 방법의 초보자는 지식 이미지를 형상화하는데 효율성이 떨어진다. 이런 경우 가르치는 사람의 준비된 키워드 이미지는 학생들의 개인차를 고려할 수 있어 학습 지원에 보탬이 된다. Margolis(2009)도 무엇인가 기억하고자 할 때 어려움에 처한 독자, 예를 들어 기억 또는 학습 장애를 겪고 있는 학습자의 경우에는 교수자가 학생들을 돕기 위해 키워드 방법을 전략적으로 사용할 수 있다고 하였다. 그는 또 키워드 방법은 무엇인가 기억하기를 원하는 것, 사고(thinking) 유지가 필요한 것, 그리고 장시간 반복이 필요한 경우에 매우 유용하다고 주장하고 있다.

이상의 여러 주장들을 종합해 보면 키워드 학습 방법은 첫째, 이미지를 통해 필요한 지식을 장시간 효과적으로 기억하고 이해할 수 있어 학습 곤란의 상황에 도움이 될 것으로 예상된다. 둘째, 기억하고 있는 지식을 사용하고자 할 때, 기존의 지식은 물론이고 추가적으로 관련 지식까지 인식할 수 있어 흩어져 있는 수학교과교육학의 여러 개념과 원리를 이해하기 위한 복합적 사고가 가능할 것이다. 셋째, 수학교과교육학 학습 초기의 예비 교사들에게 준비된 키워드 이미지를 통해 학습의 효과를 극대화 할 수 있어 여러 교육학자들의 이론과 그 이론에서 사용된 용어와 개념들을 이해하고 받아들이는데 도움이 될 것이다. 그러므로 예비 수학교사들에게 키워드 중심 학습을 적용하고 그 학습 효과를 알아보는 것은 의미가 있을 것이다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 예비 수학교사에게 수학교과교육학의 키워드 학습 교재를 교수·학습에 적용하였을 때 그 교육적 효과를 알아보기 위한 연구로 전라북도 소재 C 대학의 수학교육과 4학년 학생 18명을 연구 대상으로 선정하였다. 연구에 참여한 예비 수학교사의 표본 추출은 임의 표집이 어려운 여건으로 C 대학 수학교육과 전체 4학년 학생 20명 가운데 수학교육과 교육과정의 한 강좌인 「수학교육논술」을 수강한 학생들로 구성하였다. 「수학교육논술」 강의는 주당 3시간(3학점)으로 2014년 1학기 동안 실시되었다. 또한 연구 참여자들은 2·3학년 과정에서 수학과 교재분석, 수학교육론, 수학교재 연구 및 지도법 등을 수강하여 수학교육학의 교과교육지식을 기초 수준에서 갖추고 있다.

2. 연구 도구 및 방법

연구의 교육적 효과를 알아보기 위하여 「수학교육논술」 강좌에서 수학교육철학, 수학학습심리학, 수학교수·학습 원리와 방법, 수학적 문제해결 등에 등장하는 핵심 학자와 그 이론, 그리고 NCTM(National Council of Teachers of Mathematics), 수학과 교육과정, 수학과 평가 등의 영역에서 핵심이 되는 키워드를 중심으로 관련 내용을 재구성한 교재를 수강생들에게 제공하였다. 핵심 키워드 추출 근거는 한국교육과정평가원(2008)이 전국 35개 사범대학 수학교육과에서 공통으로 지도하는 수학교과교육학 내용 요소를 조사하여 연구 발표한 “표시과목 「수학」의 교사 자격 기준 개발과 평가 영역 상세화 및 수업능력 평가 연구”이며, 이 연구를 참고하게 된 배경에는 예비 수학교사가 갖추어야 할 지식과 능력이 무엇인지 검증된 자료이기 때문이었다. 아래 <표 III-1>은 수학교육학과 관련하여 조사된 교과 내용영역 및 내용요소이다.

<표 III-1> 수학교과교육학 내용영역 및 내용요소

내용영역	내용요소
수학과 교육과정	우리나라 수학과 교육과정의 이해, 수학과 교육과정의 국제적 동향(수학교육 근대화 운동, 수학교육 현대화 운동, 현대화 이후 수학교육 동향), 수학교육사(우리나라 수학과 교육과정의 변천사), 수학교육철학(절대주의, 준경험주의, 구성주의) 등
수학 영역별 교육론	수와 연산교육, 대수교육, 함수교육(미적분 교육포함), 기하교육(측정포함), 확률과 통계 교육, 수학교과서의 이해 등
수학 교수·학습론	수학 학습 심리학(행동주의, 가네, 피아제, 브루너, 비고츠키, 스킴프, 딘즈), 수학 교수·학습 원리와 방법(프로이덴탈의 수학적 교수·학습 이론, 반힐레의 기하학습 수준 이론, 교수학적 상황론, 수학적 모델링) 등
수학학습 지도 및 평가	수학적 문제해결(폴리아의 문제해결 교육론, 수학적 발견술, 문제제기), 의사소통, 추론의 지도, 수학교육에서 도구(공학적 도구, 교구 등)의 활용, 수학사의 교육적 이해 및 적용, 수학과 수업 설계(수학적 의사소통의 지도, 수학적 추론의 지도, 수업 지도안 작성, 수업 시연 및 분석), 실행 및 분석, 수학과 평가(수학과 평가의 원리와 절차, 수학과 평가 도구, 체점기준 개발, 평가의 실시 및 채점, 평가 결과의 활용), 학생의 이해 및 오개념 분석

예비 수학교사의 수학교육학 키워드 중심 학습 효과

1) 교재 내용의 키워드

아래 <표 III-2>는 <표 III-1>의 수학교육학 교과 내용영역 및 내용요소에서 추출하여 재구성한 「수학교육논술」 학습 교재의 키워드이다.

<표 III-2> 교재 내용의 키워드

순	구분	키워드
1	E. Glasersfeld	급진적 구성주의
2	G. H. F Nesselmann	대수학의 발전 3단계(언어적 대수학, 생략적 대수학, 기호적 대수학)
3	Democritus	데모크리투스의 역설, Cavalieri's theorem
4	Z. P. Dienes	놀이 학습, 수학 교수·학습원리(수학적 다양성의 원리, 역동적 원리, 지각 다양성의 원리, 구성의 원리), 개폐연속체
5	M. Deakin	수학적 모델링
6	I. Lakatos	준경험주의, 괴물 배제법, 예외 배제법, 보조정리 합체법, 괴물조정법, 현대적 역사 발생적 원리
7	P. Lefevre	개념적 지식과 절차적 지식
8	E. Mach	사고실험
9	E. H. Moore	수학교육 개혁 운동(수학교육 근대화 운동)
10	G. Bachelard	인식론적 장애
11	P. M. van Hiele	수학 학습 수준이론, 5단계 교수·학습법
12	Wertheimer	생산적 사고, 게스탈트(Gestalt)심리학, Katona 학습
13	Brown & Walter	what-if-not 전략, 문제제기(problem posing)
14	J. S. Bruner	지식의 구조, 나선형 교육과정, 브루너의 가설, EIS 이론, 발견학습
15	G. Brousseau	교수학적 상황론, 인식론적 장애, 교수학적 계약, 양도, 토파즈효과, 주르탱 효과, 메타인지적 이동, 메타수학적 이동(형식적 고착)
16	L. S. Vygotsky	근접발달영역(ZPD), 비계설정, 사회적 구성주의
17	S. Vinner	의사 지식, 의사 개념적 행동, 의사 분석적 행동
18	E. Wittmann	교수단원, 임상적 교수 실험
19	Socrates	산파법, 발생주의
20	E. L. Thorndike	연결주의, 결합의 법칙, 효과의 법칙, 연습의 법칙, 준비의 법칙, 분석의 법칙
21	Y. Chevallard	교수학적 변환, 개인화/배경화, 탈개인화/탈배경화
22	A. H. Schoenfeld	발견술, 문제해결의 성공을 위한 행동 관련 요인(자원, 발견술, 통제, 신념체계)
23	R. Skemp	스키마 학습 이론, 관계적 이해, 도구적 이해, 논리적 이해, 기호적 이해, 일차개념과 이차개념, 개념지도
24	D. P. Ausubel	유의미 학습(설명식 학습), 선행조직자(설명 조직자), 점진적 분화의 원리, 통합적 조정의 원리
25	F. Klein	클라인 운동, ICMI, 메란 요목, 타원기하학과 쌍곡기하학, 역사발생적 원리, 이중단절
26	M. Kline	Why Johnny can't add?, 수학교육현대화운동
27	A. Treffers	수평적 수학화, 수직적 수학화
28	J. P. Treutlein	직관기하
29	J. Perry	페리의 운동(수학교육개혁운동)
30	G. Polya	귀납적 추론, 발견술, 실행수학, 문제해결의 단계, 문제제기, 학습 원리
31	H. Freudenthal	반교수학적 전도, 현실주의 수학교육(점진적인 수학화와 안내된 재발명, 수준이론, 교수학적 현상학), 기성수학과 실행수학, 수학화 학습-지도론, 초등화, 대수적 원리
32	E. Fischbein	국제 수학교육 심리학 연구그룹, 직관
33	J. Piaget	스킵, 경험적 추상화, 반영적 추상화, 군성체, 논리-수학적 경험, 보존, 조작, 카테고리
34	수학과 교육과정	교육과정변천·특징, 2009 개정 교육과정(수학과 교육과정 개정 방향, 수학적 창의성, 인성, 수학적 과정, 함수 개념의 도입, 정당화에 의한 기하교육)
35	수학과 평가	수학과 평가 원리, 2009 개정 교육과정에서의 평가, 수행평가, 성취 기준과 성취 수준
36	NCTM	1991 Professional Standards, 1995 Assessment Standards, 1998 Curriculum & Evaluation, 2000 Principle Standards

재구성 교재에는 각 이론의 배경, 개념 및 용어의 이해를 돕기 위한 설명을 첨부하였다. 그러면서 예비 수학교사들이 각 이론에 담긴 전체적인 흐름과 맥락, 개념, 용어를 이해하기 위한 과정으로 내포되어 있는 숨은 의미를 추론하여 파악할 수 있는 자유로운 토의를 허락한 비구조화된 강의를 진행하였다. 이러한 교수 방법은 수학교과교육학의 복잡한 내용을 학습하는 부담을 줄이고, 각 이론에 담긴 개념이나 용어에 대한 이해 부족으로 발생할 수 있는 진술된 내용 사이의 흐름과 관계를 분석하지 못하거나 개념 구조를 꿰뚫어 보지 못하는 문제점을 최소화하기 위한 방안이었다. 그 다음 단계로, 읽기와 쓰기를 병행하였는데 이것은 자신이 이해한 분절된 교과교육지식을 온전히 체계화하여, 명제적 지식을 실천적 지식으로 변환시킬 수 있도록 돕기 위한 전략이었으며, 여기서 쓰기는 지식 지도(map)를 이용한 논술 작성이었다. 이러한 교수 방법을 적용한 「수학교육논술」의 한 학기 강좌를 마친 후, 수강자 전원을 대상으로 키워드 학습에 대한 8가지 항목의 의견을 수렴하였다. 그 설문 결과를 토대로 키워드 중심의 수학교과교육학 통합 교재 구성과 수학교과교육학 교수(teaching) 방법에 대하여는 질적 분석하고, 그 교육적 효과에 대하여는 질적 분석과 Paired T-test의 양적 분석을 함께 실시하고자 한다.

2) 설문지

<표 III-3>은 수강자를 대상으로 실시한 교재 구성, 교수 방법 및 그 효과에 대한 3가지 항목, 8가지 설문 내용이다.

<표 III-3> 설문 내용

번호	항목	설문 내용
1	교재 구성	키워드 중심 학습에서 수학교과교육학의 개념 이해를 돕기 위한 필요 사항
2		학생들의 수학교육학 개념 이해를 돕기 위한 바람직한 교재 구성 방향
3	교수 방법	이론의 개념이 난해하여 이해하기 어려운 학자와 그 이유
4		이해하기 어려운 (이론·용어·개념) 키워드와 그 이유
5		어려운 내용이었지만 키워드 중심 학습에서 이해가 된 개념과 그 이유
6		키워드 중심 학습 후에도 여전히 어려운 (이론·용어·개념) 키워드와 그 이유
7	교육적 효과	키워드 중심 학습의 수학교과교육학 학습 효과와 그 이유
8		키워드 중심 학습 전·후의 수학교과교육학 이해 수준 변화

IV. 연구 결과

1. 교재 구성

키워드 중심의 교재 구성은 예비 수학교사의 학습에 도움을 주기 위함이었다. 수학교육자의 이론에 사용된 용어가 생소하거나 개념 해석이 어려운 경우 각주를 달아 이해를 도왔다. 교재 구성의 틀은 <표 III-2>의 구분에 해당되는 학자와 수학과 교육과정, 수학과 평가, NCTM을 제시하고, 그 하단에는 핵심 키워드가 드러나도록 박스(Box)로 내보였다. 그리고 키워드에 대한 설명이 담긴 본문을 배치하고 교재 끝 부분에는 관련 사례를 실어 개념 이해도를 높이고자 하였다. [그림 IV-1]은 이러한 학습교재 내용 및 구성에 대한 예시이다.

이러한 교재 구성과 관련하여 두 가지 설문을 실시하였는데, ‘키워드 중심 학습에서 수학교과교육학의 개념 이해를 돕기 위해 필요한 사항은 무엇인가?’와 ‘수학교육학 개념 이해를 돕기 위한 바람직한 교재 구성 방향은 무엇인가?’이다. 첫 번째 질의에 대한 응답으로 문항에 대한 서술 내용을 예시로 제공 38.9%, 이론 개념에 대한 더 많은 구체적 예시 제공 16.7%, 유사한 이론·개념·용어의 키워드를 비교하여 제시, 중요한 키워드를 중심으로 빈칸을 제공하고 주어진 빈칸을 채워 넣는 방식인 트랜스페어런시(Transparency) 자료 제공이 각각 11.1%로 나타났으며, 기타 의견으로는 역사적 배경, 한 줄 키워드, 인물사진 삽입, 시대순 배열 등이었다(<표 IV-1>).

<표 IV-1> 설문 번호 ‘1’에 대한 응답 결과

n=18

구분	서술 내용 제시	예시 추가	유사 키워드 비교	트랜스페어런시	기타
인원 수(명)	7	3	2	2	4
%	38.9	16.7	11.1	11.1	22.2

두 번째 질의에 대한 응답으로는 이론적 개념과 사용된 용어의 의미를 구체적 사례를 통해 정리할 수 있도록 풍부한 사례 제공과 예비 수학교사의 입장에서 이해하기 쉽도록 가독성을 고려한 기본서 형식의 구성이 55.6%로 가장 높게 나타났다. 다음으로는 관련 인물 또는 관련 개념의 카테고리 구성으로 인물이나 개념을 비교 가능하도록 구성되면 좋겠다는 의견이 27.8%, 현재 구성 그대로 만족스럽다는 11.1%, 그리고 휴대 가능한 교재로 제공해 달라는 소수 의견도 있었다(<표 IV-2>).

<표 IV-2> 설문 번호 ‘2’에 대한 응답 결과

n=18

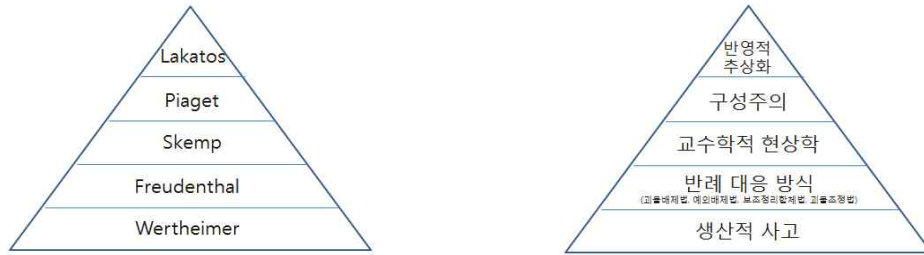
구분	기본서 형식	비교 가능한 개념의 카테고리 구성	현재 구성 그대로	휴대 가능
인원 수(명)	10	5	2	1
%	55.6	27.8	11.1	5.6

2. 교수 방법

교수 방법과 관련하여서는 학자 가운데 어려운 이론 개념과 이해가 난해한 키워드가 무엇인지, 그리고 강좌를 통해 이해된 개념은 무엇인지, 키워드 학습을 통해서도 여전히 이해가 까다로운 개념의 키워드는 무엇인지를 알아보았다. 먼저, 설문 번호 ‘3’의 결과로 학자와 관련된 개념 이해가 어려운 정도는 Lakatos, Piaget, Skemp, Freudenthal, Wertheimer 순으로 나타났으며, 5명의 학자에 대한 응답 빈도는 18명 가운데 각각 11명(61.1%), 13명(72.2%), 11명(61.1%), 6명(33.3%), 6명(33.3%)이었고, 응답자의 난도(難度) 평균은 각각 1.9³⁾, 2.0, 2.8,

3) 응답자의 난도를 평균으로 구한 값임(소수 둘째자리 반올림). $\frac{2+1+2+2+3+2+1+2+3+2+1}{11} = 1.9$,
 응답자의 비율이 25% 미만인 경우는 편향된 값으로 인정하여 반영하지 않음.

2.9, 4.0이었다. 또, 설문 번호 '4'의 결과인 키워드의 경우에는 반영적 추상화, 구성주의, 교수학적 현상학, 반례 대응 방식(피물 배제법, 예외 배제법, 보조정리 합체법, 피물조정법), 생산적 사고 순이었으며, 응답 빈도는 18명 가운데 각각 7명(38.9%), 8명(44.4%), 5명(27.8%), 9명(50.0%), 6명(33.3%)이고, 응답자의 난도(難度) 평균은 각각 2.1, 2.6, 2.8, 2.9, 4.0이었다. 학자와 키워드의 두 난도 순서를 상호 비교해보면 둘 사이의 관련성이 높게 나타난 것을 알 수 있다([그림 IV-2]).



[그림 IV-2] 학자와 키워드 난도(難度) 순서

학자의 이론이 난해한 이유를 살펴보면, Lakatos는 다면체의 반례 생성 과정과 그 반례에 대한 대처 방식, 전면적·국소적 반례 등의 개념이 쉽게 받아들여지지 않는다는 이유에서였으며, Piaget의 인지발달이론이 수학교육과 직접적으로 관련이 적은데다가 그 개념이 심리학·생물학·동물학·논리학·철학 등의 다양한 학문 분야를 다루어 접근하기 쉽지 않다는 것이었다. Skemp의 경우에는 수용기(receptors), 조직인자(organizers), 반응기(effectors)로 연결되는 사고과정이 납득하기 어려운 개념인 것으로 조사되었다. Freudenthal의 경우에는 우선 이론이 방대하고, Piaget의 이론과 유사하여 두 개념이 모호하다는 이유에서, Wertheimer는 생산적 사고 그 자체의 의미가 무엇인지 명확히 이해되지 않는다고 하였다. 이처럼 이해가 난해한 키워드의 경우, 반영적 추상화는 반사와 반성의 상보적인 관계, 구성주의는 통속적 구성주의, 급진적 구성주의, 사회적 구성주의 사이의 공통점과 차이점의 분별이 어렵다는 응답이었다. 현실적 수학교육의 기본 원리 중 하나인 교수학적 현상학은 현상과 본질의 관계를 교수학적 측면에서 논한다는 개념이 이해하기 어렵다는 반응이었으며, 반례 대응 방식과 생산적 사고는 전술한 이유와 같은 것으로 나타났다.

다음으로 설문 번호 '5', 키워드 중심 학습을 통해 이해된 개념이 무엇인지에 대해서는 의사(경험·반영) 추상화, 준경험주의, 인식론적 장애, 수학적 다양성의 원리, 그리고 메타인지적·메타수학적 이동 등을 예로 들었다. 그 이유로는 적절한 예제, 쉬운 설명, 그리고 토론 과정 중에 자연스럽게 개념이 정립되었기 때문이라는 응답이 지배적이었다. 다만, 설문의 응답이 고르게 분포되어 위 개념에 대한 반응 빈도는 대체로 2~3명 수준이었다. 그리고 설문 번호 '6'인 키워드 학습을 통해서도 여전히 이해가 까다로운 이론·용어·개념의 키워드와 그 이유는 무엇인가에 대한 응답으로는 반영적 추상화 6명(33.3%), 구성주의 3명(16.7%), 피물 배제법, 예외 배제법, 보조정리 합체법, 피물조정법의 반례 대응 방식 3명(16.7%) 등으로 나타났다. 앞선 설문과 마찬가지로 설문의 응답은 고르게 분포되었다. 이유를 보면 방대한 이론으로 인해 높은 고차원적 사고를 요구하는 매우 다양한 주제와 그 내용 또한 난해하여 큰 그림이 손에 잡히지 않는 어려움 때문이라고 토로하였다. 흥미로운 사실은 이 설문의 응답 결과가 [그림 IV-1]의 키워드와 중복된다.

3. 교육적 효과

예비 수학교사의 수학교과교육학 키워드 학습의 교육적 효과를 알아보기 위하여 두 가지 설문을 실시하였다. 하나는 키워드 중심 학습이 수학교과교육학 개념 이해에 도움이 되었는지의 리커트 척도(Lickertis scale) 조사, 그리고 어떤 측면에서 도움을 받았는지 그 이유를 묻는 내용이며, 다른 하나는 수학교과교육학 키워드 학습 전과 후의 개념 이해의 수준 변화를 알아보는 것이었다. 첫 번째 설문 내용 결과는 ‘매우 도움’이 9명(50.0%), ‘도움’이 7명(38.9%), ‘보통’과 ‘도움 안 됨’이 각 1명(5.6%)로 나타났다(<표 IV-3>).

<표 IV-3> 설문 번호 ‘7’에 대한 응답 결과

n=18

구분	매우 도움	도움	보통	조금 도움	도움 안 됨
인원 수(명)	9	7	1	-	1
%	50.0	38.9	5.6	0.0	5.6

또한, 도움이 되었다는 구체적인 이유로는 첫째, 이론·용어·개념의 키워드를 연결시킬 수 있어 수학교과교육학 학습과정에서 여러 갈래로 흩어지고 분절되었던 학자들의 이론적 개념을 정립하는데 큰 효과가 있었다. 둘째, 이론적 개념과 제공된 구체적 사례를 연계함으로써 그 개념 이해의 배경 폭을 넓힐 수 있어 심도 있는 학습을 할 수 있었다. 셋째, 기존 타 수학교과교육학 교재와 다른 구성으로 어렵게만 느꼈던 수학교과교육학 학습에 대한 자신감과 학습 방법을 터득할 수 있었다. 넷째, 넓은 시각에서 교과교육학을 바라볼 수 있는 계기가 되었다. 다섯째, 신선한 교수·학습 방법으로 놓쳤던 부분들을 확인하는 기회가 되었다는 등 다채로운 이유를 들었다. 반면, 도움이 되지 않은 것은 교재 구성 체계가 만족스럽지 못하다는 이유에서였다.

마지막 설문인 키워드 중심 학습 전·후의 수학교과교육학의 개념 이해 수준 변화에 대한 응답은, 학습 전의 수준에서 1단계 수준이 향상된 수강자는 10명(55.6%), 2단계 수준이 향상된 수강자는 7명(38.9%)이었으며, 학습 전 ‘중 수준’에서 ‘하’ 수준으로 2단계 하락한 수강자도 1명(5.6%)로 나타났다. 그 결과는 <표 IV-4>과 같다.

<표 IV-4> 설문 번호 ‘8’에 대한 응답 결과

n=18

구분		수준				
		하	중하	중	중상	상
강의	전 (명, %)	5	7	6	-	-
		27.8	38.9	33.3	0.0	0.0
	후 (명, %)	1	3	5	8	1
		5.6	16.7	27.8	44.4	5.6

<표 IV-4>에서 개념 이해 수준 ‘하, 중하, 중, 중상, 상’에 대해 리커트 척도(Lickertis scale) 측정 방법을 적용하기 위해 각 수준의 가중치를 각각 -2, -1, 0, 1, 2의 값으로 설정

하였다. 그리고 SPSS를 이용한 t-검정으로 키워드 중심 학습의 교육적 효과를 알아보았으며, 그 결과는 <표 IV-5>와 같이 나타났다.

<표 IV-5> 강의 전·후의 수학교과교육학 개념 이해 수준 변화 분석 결과

	대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
	평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
대응 1 키워드학습전 - 키워드학습후	-1.22222	.94281	.22222	-1.69107	-.75337	-5.500	17	.000

<표 IV-5>에서 키워드 학습 전과 키워드 학습 후에서 동일한 수강자를 대상으로 수집하였기에 변량 $n=18$ 은 같고, 동질성 여부의 확인은 필요 없었다. 학습 전과 후의 대응표본 t 검정 결과 t값이 -5.5 이고 유의확률 0.000 으로 $p < .05$ 이므로 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타나 예비 수학교사에 대한 수학교과교육학 키워드 학습은 긍정적 효과가 있다고 할 수 있다.

V. 결론 및 제언

이상에서 살펴 본 예비 수학교사의 수학교과교육학 키워드 중심 학습에서 네 가지 결론을 도출하였으며 그 내용은 다음과 같다.

첫째, 수학교과교육학에 등장하는 학자의 이론에 관한 친절한 해설과 풍부한 사례를 담은 교재 구성이 키워드 중심 학습의 효과를 높이기 위한 전제 조건이라는 것이다. 이것은 크게 두 가지 의미를 부여할 수 있다. 우선 교재 구성의 형식적인 측면에 있어서 인물 중심으로 구성하되 그와 관련된 인물, 개념 및 배경을 함께 짚지어 안내함으로써 펼쳐져 있는 각 낱개의 이론과 개념을 예비교사들이 상호 교차·비교가 가능하다. 이와 같은 종합적이고 분석적 교재의 제공은 복합 학문인 수학교과교육을 처음 접하는 예비교사의 교과교육 지식 체계 정립에 도움이 된다. 또한 일부 난해한 개념을 점검하고, 그 개념의 이해도를 증진시키는 성과도 기대할 수 있다. 다른 하나는 콘텐츠 측면으로, 학자의 시대적·학문적·이론적 배경 내용을 추가 보강하는 것이다. 이것은 각 연구자의 이론 탄생 배경과 역사적 과정을 이해하게 되고 그 이론의 의미를 깊게 파악할 수 있다는 장점이 있다. 결과적으로는 연구자의 연구 내용과 결과를 깊이 이해할 수 있어 예비 수학교사의 수학교과교육학 학습에 큰 효과를 기대할 수 있다.

둘째, 키워드 학습 과정에서 다양한 학자의 이론과 용어 속에 담겨진 어떤 개념과 의미를 연계하여 파악할 수 있는 지식 지도(map)의 활용 효과이다. 지식 지도는 핵심 키워드를 매개 중심으로 하여 관련 개념 또는 유사 키워드 간의 관계를 연결망으로 시각화 한 것이다. 이러한 지식 지도는 수학교육학자의 각 이론의 개념 유사성과 차이점, 개념의 특성, 이론 형성의 시기성·파급성 등 세분류(細分類)한 시각적 이미지를 통해 기존 지식에 대한 인지적 통합을 극대화 할 수 있다. 뿐만 아니라 시각 자료 특성상 거시적·미시적으로 동시 접근이 가능하여 예비교사의 수학교과교육학 지식 구조의 성숙을 도모할 수 있다.

셋째, 키워드 학습 과정에서 이론·용어·개념의 키워드에 대한 명확한 의미 해석 과정이 필요하다. 이 과정에서 예비교사들에게 이론 개념이나 용어의 정의를 직접적으로 제시하기보다 예비교사 스스로 개념과 용어의 정당성과 타당성을 인식하고 정의해 보게 한다. 이렇게 함으로써 창의적인 수학교과교육 학습으로 조직화 할 수 있기 때문이다. 예비 수학교사들은 수학교과교육학은 방대하고 난해한 교육학·심리학·철학 등의 내용이 복합되어 있어 학습과정에서 어려움을 겪는다고 토로한다. 그 이유 가운데 하나는 교과교육학에서 다루는 용어를 단순히 사전적 키워드로 받아들이기 때문이기도 하지만 번안(飜案)을 통한 키워드의 의미 굴절 영향도 있다. ‘Metacognitive shift’를 예로 들면, 일부 교재에서 ‘메타인지적 이동’으로 번안되어 있어 ‘적(的)’의 의미를 두고 예비교사들은 혼란스러워 한다. 여기서 ‘的’은 관형어와 중심어 사이를 연결하는 조사인 ‘~의’로 해석하는 것이 자연스럽다. 따라서 ‘Metacognitive shift’은 ‘메타인지 이동’ 또는 ‘메타인지의 이동’으로 해석하는 것이 의미가 명료해 진다. 키워드는 서술된 문장의 대표어로서 내용의 의미를 담고 있다. 그러므로 교수·학습과정에서의 이론·용어·개념 키워드의 명확한 해석은 추상적 개념들을 이해하는데 도움이 된다.

넷째, 예비 수학교사의 수학교과교육학 키워드 학습 효과이다. 키워드 중심 학습이 수학교과교육학 학습에 도움이 되었는지에 대한 의견 수렴 결과, 전체 18명 가운데 88.9%(16명)이 도움이 되었다는 답변으로 ‘도움 보통(5.6%, 1명)’과 ‘도움이 안 됨(5.6%, 1명)’에 비해 월등히 높은 지지율을 보였다. 그 이유는 다음과 같은 몇 가지로 요약된다. 첫째, 그동안 곁돌았던 학자들 간의 이론·용어·개념을 망(network)으로 연결시킬 수 있어 파편처럼 부서져 있던 그들의 이론 개념들을 체계적으로 정립할 수 있었다. 둘째, 큰 시야에서 학습하는 방법을 키워드 학습을 통해 발견하게 되어 수학교과교육학 전체를 스케치 할 수 있었다. 셋째, 학습을 통해 이해된 개념과 구체적 사례를 대응시켜 비교해 봄으로써 개념 이해의 폭을 넓힐 수 있었다. 넷째, 키워드 학습 교재는 수학교과교육학 학습에 편안함과 자신감을 북돋아 주었다. 다섯째, 스스로 부족하고 미흡한 이론적 개념들이 무엇인지 확인하는 계기가 되었다.

이상의 키워드 중심 학습 결과를 통해 예비 수학교사의 수학교과교육학 강좌와 관련하여 다음과 같은 두 가지 제언을 하고자 한다.

하나는 진술한 바와 같이 예비 수학교사들의 요구가 반영된 새로운 교재를 구성하고 수학교과교육학 강의에 적용하였을 때 그 효과는 어느 정도인지, 효과 수준에 변화가 생기는지, 또 어느 정도의 수준 효과 차이가 발생하는지의 후속 연구를 통해 키워드 중심 학습에 대한 체계적인 실증 논의가 필요하다. 그리고 다른 하나는 Lakatos, Piaget, Skemp, Freudenthal, Wertheimer 학자들의 이론을 난해하다고 여기는 원인을 더욱 구체적으로 밝히고 그 난해 정도를 심층 확인해 볼 필요가 있다. 덧붙여, Piaget의 반영적 추상화, 조작적·급진적·사회적 구성주의, 그리고 Lakatos의 반례 대응 방식에 대한 예비교사의 반응 원인을 심도 있게 논의할 필요가 있다.

참고 문헌

- 김남희 (2008). 예비수학교사의 산과법 적용 수학 수업 실행, <학교수학> 제8권 1호, 89-106.
- 김응태, 박한식, 우정호 (1984). 수학교육학개론, 서울대학교출판부.
- 류희찬, 유공주, 조민식, 장경윤 (2003). 탐구형 소프트웨어를 활용한 수학 교사교육 프로그램 개발 탐색, <학교수학> 제5권 1호, 6-114.
- 송륜진, 문중은, 주미경 (2010). 다문화수학교사교육의 원리와 방법, <학교수학> 제12권 4호, 639-665.
- 정해남 (2012). 예비수학교사를 위한 수학사 활용 방안, 한국수학사학회지 제25권 3호, 141-157.
- 한국교육과정평가원 (2008). 2009학년도 개편 중등교사임용후보자선정경쟁시험 표시과목 「수학」의 교사 자격 기준 개발과 평가 영역 상세화 및 수업 능력 평가 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRE 2008-6-2.
- Brown, D. (2006). *Tricks of the mind*. London: Transworld Publishers.
- Higbee, K. L., (1996). *Your memory: How it works and how to improve it* (2nd ed.). Cambridge, MA: Da Capo Press.
- Higginson, W. (1980) On the foundations of mathematics education. *For the learning of mathematics*, 1(2), 3-7.
- Lorayne, H., & Lucas, J. (1974). *The memory book*. New York: Stein and Day.
- Margolis, H (2009). How Can the Keyword Method Improve Memory? Retrieved May 30, 2014, from http://www.ldworldwide.org/ldinformation/educators/ssl/v3/SSL_11-09.html
- Sam, L. & Ernest, P. (1997). Values in Mathematics Education: What is Planned and What is Espoused? In *British Society for Research into Learning Mathematics. Proceedings of the Day Conference held at University of Nottingham*, 37-44.
- Swadener, M. & R. Soedjadi, R. (1988). Values, Mathematics Education and the Task Of Developing Pupils' Personalities: An Indonesian Perspective, *Educational Studies In Mathematics*. 19 (2), 193-208.
- Wittmann, E. (1994). Teaching units as the integrating core of mathematics education, *Educational Studies in Mathematics*. 15(1), 25-36.

The Keyword-based Learning Effect of the discipline of Mathematics Education for Pre-service Mathematics Teachers

Kim Changil⁴⁾ · Jeon Young Ju⁵⁾

Abstract

This study is to seek access to a way of learning of the discipline of mathematics education, one of several knowledge is required to pre-service mathematics teachers. First, by selecting the key topics and researchers in mathematics education learning materials were produced by the relevant classification information by keyword. This applies to pre-service teachers in the curriculum, and looked to clarify the theoretically connectivity among the researchers and concepts and principles of the discipline of mathematics education. And as a result, investigate whether there is any effect to the pre-service teacher education.

Key Words : pre-service mathematics teacher, discipline of mathematics education, keyword-based learning

Received November 7, 2014

Revised December 15, 2014

Accepted December 25, 2014

4) Dankook University (kci206@dankook.ac.kr)

5) ChonBuk National University (jjj@jbnu.ac.kr), Corresponding Author