한국학교수학회논문집 제 15 권, 제 2 호
Journal of the Korean School Mathematics Society
Volume 15, Number 2, 259-279, June 2012

개념연결표의 활용이 예비교사들의 수학 학습에 미치는 영향에 관한 연구[1)]

한혜숙[2)]

본 연구의 목적은 개념연결표의 활용이 예비교사들의 수학 학습에 미치는 영향에 대해서 조사하는 것이다. 본 연구는 25명의 예비교사들을 대상으로 미적분학 강좌 시간을 활용하여 한 학기 동안 수행되었다. 연구에 참여한 예비교사들을 대상으로 실시한 설문조사 및 면담 결과에 의하면 개념연결표의 활용은 여러 가지 측면에서 예비교사들에게 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 개념연결표의 활용은 예비교사들의 수학적 개념에 대한 이해와 수학적 의사소통능력을 발달시키는데 도움이 되었으며 수학의 유용성이나 가치 인식 및 자기주도적이고 적극적인 수업 참여를 유도하는데 효과적인 것으로 나타났다.

주요용어 : 개념연결표, 수학적 개념, 수학적 의사소통, 수학의 가치, 표상, 예비교사

Ⅰ. 서론

수학적 아이디어를 표현하는 방법은 사람들이 그러한 아이디어를 이해하고 활용하는 방법을 익히는데 기초가 된다(NCTM, 2000). 수학적 아이디어는 수학적 용어나 기호, 그림, 표, 그래프, 다이어그램, 일상 언어, 구체물, 실세계 상황 등과 같은 다양한 방법으로 표현이 가능하다. 이처럼 수학적 개념이나 아이디어를 표현하는 수단을 일반적으로 표상(representation) 또는 외적 표상이라고 부른다. 표상이라는 용어에 대해서 학자들마다 다양하게 정의하고 있고 다양한 측면에서 접근하고 있지만 표상은 크게 물리적 대상과 정신적 실체 또는 외적 표상과 내적 표상으로 구분하여 볼 수 있다. Janvier는 표상을 '수학적 내용을 표현하는 다양한 기호나 다이어그램, 구체적인 그림, 그래프, 식, 표 등의 물리적 대상'과 '주체의 정신적 실체인 이미지, 관념'으로 설명하며 표상이라는 용어를 물리적 실체와 정신적 실체를 포함하는 용어로 정의하였다(장혜원, 1997, 재인용). 따라서 표상이라는 용어는 수학적 아이디어를 표현하기 위해 사용되는 도구를 의미하는 용어로 사용할 수 있고 개인의 내적인 인지형태를 표현하기 위한 의미로도 사용할 수 있다.

표상의 정의만큼 표상의 유형에 대해서도 학자들마다 조금씩 다르게 제시하고 있다. 예를 들면, Lesh(1987)는 Bruner의 EIS이론에 대한 아이디어를 확장하여 표상을 실세계 상황(real life situation), 구체적 조작물(manipulatives), 그림(pictures), 문어적 기호(written

1) 이 연구는 2011학년도 단국대학교 대학연구비 지원으로 연구되었음
2) 단국대학교 (hanhs@dankook.ac.kr)

symbols), 구어적 기호(verbal symbols)의 다섯 가지로 제시하였고, Friedlender & Tabach(2001)는 표상을 언어적 표상(verbal representation), 숫자 표상(numerical representation), 그래프 표상(graphical representation), 대수적 표상(algebraic representation)의 네 가지 유형으로 제시하였다. 수학 교수-학습 과정에서 다양한 표상의 활용이 학생들의 수학 학습 및 수학적 능력의 발달에 긍정적인 영향을 끼친다는 연구 결과들이 보고됨에 따라 NCTM(2000)에서는 1989년에 발간된 규준집(NCTM, 1989)에서 의사소통 규준의 내용에 포함되어 있던 표상과 관련된 내용을 학교 수학을 위한 규준의 하나로 독립적으로 제시하여 수학 교수-학습 과정에서 다양한 표상(multiple representation)의 사용을 강조하고 있다. NCTM(2000)에서 제시한 표상 규준에서는 학생들이 수학적 아이디어를 조직하고 기록하고 의사소통을 하기 위해서 표상을 만들고 활용할 수 있어야 하며 문제를 해결하고 다양한 현상을 모델링하기 위해서도 적절한 표상을 선택하고 활용할 수 있어야 한다고 제안하며 표상 활동의 중요성을 강조하였다. 우리나라의 경우 교육과정 문서에서 표상을 독립적으로 다루고 있지는 않으나 2007, 2009 개정 교육과정에서는 의사소통능력의 신장을 위하여 다양한 수학적 표상의 이해와 활용을 강조하고 있다.

다양한 표상 및 표상 변환 활동을 통한 수학 학습은 학생들의 수학적 개념에 대한 이해를 발달시킬 뿐 아니라 수학적 모델링, 문제해결력, 수학적 의사소통능력 등과 같은 다양한 수학적 능력을 발달시키는데 도움이 된다는 연구 결과들(예. Lesh, Behr, & Post, 1987; NCTM, 2000; Shield & Swinson, 1996; 김민경, 권혁진, 2010; 서화자, 권명옥, 김춘미, 2004; 심은영, 2007; 이양미, 전평국, 2005; 오명희, 2007; 한정민, 2005)이 보고되었다. 이에 국내외적으로 학생들의 표상 활동을 촉진시킬 수 있는 다양한 교수-학습 방법에 관한 연구들이 수행되었다. 예를 들면, Shield와 Swinson(1996)은 학생들이 ‘mathematical example(수학적인 예)’, ‘everyday example(실생활 예)’, ‘diagram, picture, graph(다이어그램, 그림, 그래프)’, ‘my explanation(나의 설명)’과 같이 다양한 수학적 표상을 이용해 그들이 학습한 수학적 아이디어나 절차를 표현하도록 하는 ‘link sheet’(연결표)를 고안해냈다. 그들은 link sheet의 활용이 학생의 입장에서는 자신이 이해한 수학적 개념을 보다 명확히 할 수 있는 기회를 제공할 수 있고, 교사의 입장에서는 학생들이 작성한 link sheet를 통해서 특정 수학적 개념에 대한 학생들의 사전 개념, 오개념, 개념의 이해 정도 등에 대한 중요한 정보를 얻을 수 있는 기회를 제공한다고 하였다. 그러나 국내에서 수행된 표상 활동과 관련된 선행연구의 대부분이 학생들의 수학적 개념의 이해나 수학적 능력의 발달과 관련된 것이고 교사나 예비교사들을 대상으로 표상 활동의 중요성에 대한 인식이나 이해와 관련된 연구는 미흡한 실정이다. 교육의 질은 교사의 질을 뛰어넘을 수 없다는 말처럼 교사의 경험, 신념, 교수-학습 방법에 대한 이해 등은 학생들의 학습에 매우 중요한 영향을 미친다. 교사가 표상 활동에 관한 충분한 경험 또는 이해가 없거나 표상 활동의 중요성을 인식하지 못한다면 그 교사는 수학 교수-학습과정에서 학생들에게 다양한 표상 활동의 기회를 제공하지 못할 것이다.

이에 본 연구에서는 예비교사들에게 다양한 표상 활동의 경험을 제공하고 다양한 측면에서 표상 활동의 효과에 대해서 알아보기 위해서 Shield와 Swinson이 고안한 ‘link sheet’를 부분적으로 수정한 ‘개념연결표’를 예비교사들의 수학 학습 과정에서 활용하였다. 개념연결표의 활용 효과는 예비교사들의 수학적 개념의 이해, 수학적 의사소통 능력, 정의적 측면에서 분석되었고 더불어 교사의 입장에서 예비교사들이 생각하는 개념연결표의 교육적 효과에 대해서도 알아보았다.

Ⅱ. 이론적 배경 및 선행 연구

1. 수학적 표상

표현 또는 표상으로 번역되는 representation[3]이라는 용어에 대해서 학자들마다 조금씩 다르게 정의를 내리고 있다. Kaput은 표상을 개개인이 문제 상황을 이해하고 조직하기 위한 수단이라고 정의하였고, Janvier는 표상을 '수학적 내용을 표현하는 다양한 기호나 다이어그램, 구체적인 그림, 그래프, 식, 표 등의 물리적 대상'과 '주체의 정신적 실체인 이미지, 관념'으로 정의하며 조금 더 구체적으로 설명하였다(장혜원, 1997, 재인용). NCTM(2000)에서는 표상이란 어떤 형식에서 수학적 개념이나 관계를 획득하는 행동과 그 형식 자체를 나타낸다고 설명하며, 표상이라는 용어는 과정과 결과 모두를 나타낸다고 하였다.

이런 표상 또는 표상 활동은 학생들의 수학 학습 과정에서 여러 가지 중요한 역할을 한다. Diezmann & English(2001)는 수학에서 표상은 사고 및 통찰을 얻기 위한 도구로써 중요한 역할을 한다고 하였다. 표상은 수학적 아이디어 또는 관계에 대한 개념적 이해를 발달시키기 위한 중요한 수단이 된다(Lesh, Behr, & Post, 1987; NCTM, 2000). Lesh 외(1987)는 수학적 개념에 대한 학생들의 개념적 이해(conceptual understanding)를 발달시키기 위해서 수학적 개념을 다양한 표상을 통해서 학습할 수 있는 기회를 제공하는 것이 중요하다고 하였는데 예를 들면, 학생들에게 절반에 대한 개념적 이해를 발달시키기 위해서 교사는 그림(예. 직사각형의 넓이), 사과나 빵과 같은 구체물, $\frac{1}{2}$과 같은 수학적 기호 등의 다양한 표상을 제시해야 한다는 것이다. 이와 더불어 그들은 표상 간의 변환 활동은 수학적 개념에 대한 이해뿐 아니라 문제 해결 및 수학적 모델링 과정에서도 중요한 요소가 된다고 주장하며 표상 변환 활동의 중요성에 대해서도 강조하였다.

표상은 관련된 수학적 개념 사이의 연결성을 인식하는데 있어서 그리고 모델링을 통해서 수학을 실세계 문제 상황에 적용하는데 중요한 역할을 한다(NCTM, 2000). 서화자, 권명옥, 김춘미(2004)의 연구 결과에서도 문장제 문제를 해결하기 위해서 주어진 정보를 그림이나 도표로 표현할 수 있도록 한 표상학습전략을 사용한 학생들의 문제해결력이 향상된 것을 볼 수 있었다. 또한 표상은 수학적 대상에 대한 다양한 심상을 구성하는데 도움을 줄 수 있을 뿐 아니라 수학적 개념에 대한 일반화와 추상화를 발달시키기 위한 도구의 역할도 한다(Zazkis & Liljedahl, 2004).

이외에도 표상은 의사소통의 수단이라는 중요한 역할을 갖고 있다. NCTM(2000)에 의하면 표상은 수학적 아이디어, 수학적 접근 방법, 수학적 논쟁이나 이해에 관해서 자기 자신과의 의사소통 및 타인과의 의사소통을 위한 수단이 된다고 하였다. Zazkis & Liljedahl(2004)도 의사소통의 수단으로서 표상의 역할에 대해서 언급하였는데 의사소통의 수단으로서 표상은 두 가지 목적을 수행하는데 하나는 아이디어에 대한 의사소통의 수단이 되는 것이고, 다른 하나는 개개인 간의 의사소통을 돕는 수단이 된다고 하였다.

이와 같이 표상은 수학-교수 학습에서 중요한 역할을 하므로 NCTM(2000)에서는 학교 수학을 위한 규준의 하나로 표상을 제시하고 있으며 유치원부터 12학년까지의 교수-학습 프로그램은 학생들의 수학적 아이디어를 조직하고 기록하며 의사소통하기 위해서 표상을 창

3) 본 연구에서는 representation을 표상이라는 용어로 사용하였다.

조하고 사용할 수 있는 능력, 문제를 해결하기 위해서 수학적 표상들을 선택하고, 적용하고, 변환할 수 있는 능력, 물리적, 사회적, 수학적 현상들을 모델링하기 위해서 표상을 사용할 수 있는 능력을 발달시켜야 한다고 제안하였다.

2. 수학적 의사소통

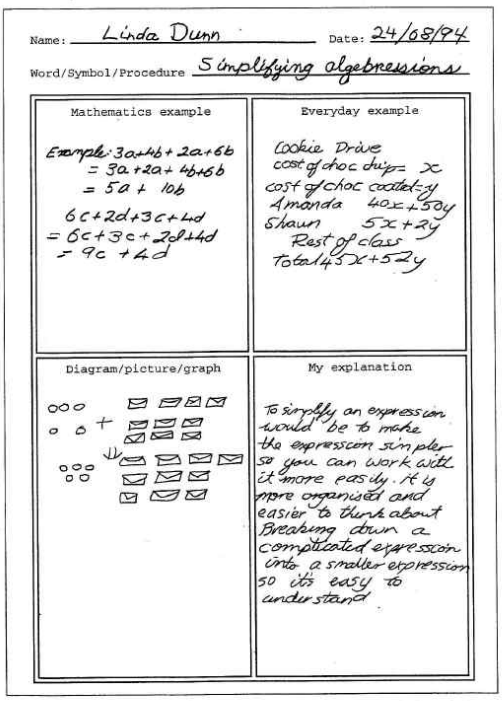
NCTM(1989)에서 학생들을 위한 새로운 교육 목표인 수학적 힘의 신장을 위해 수학적으로 의사소통하는 능력을 강조한 이래 국내외의 수학교육 분야에서는 의사소통의 중요성에 대한 논의가 지속되어 왔다. NCTM(2000)은 의사소통을 수학과 수학교육의 핵심적인 부분으로 인식하여 의사소통을 통해 학생들은 자신의 사고를 정교화하고 명료화하고 조직하고 확고히 할 수 있으며 수학적 의사소통은 수학적 사고를 관찰 가능하게 하고, 더욱 심층적인 수학적 사고발달을 촉진한다고 제안하며 의사소통의 중요성을 강조하였다. 우리나라의 경우 2007 개정 교육과정에서 의사소통 능력을 명시적으로 제시한 이후, 2009 개정 교육과정에서는 창의적 사고 능력, 문제해결 능력, 정보처리 능력과 함께 수학적 의사소통을 미래 사회의 구성원에게 필요한 핵심 역량으로 보고, 수학과 목표와 교수·학습 방법, 평가에서 의사소통 능력의 신장을 제시하고 있다.

이렇듯 강조되는 수학적 의사소통과 관련하여 다양한 정의가 존재하는데 NCTM(1989)에서는 수학적 의사소통을 쓰고, 말하고, 듣고, 읽는 과정을 통하여 아이디어가 토의되고, 발견된 사실이 공유되고 가설이 확인되고 지식이 획득되는 사회적 과정의 집약이라고 보았다. 즉, 의사소통은 학생들의 비형식적이고 직관적인 사고와 추상적 언어와 기호를 서로 연결하는 것을 돕고 수학적 개념들의 실체적, 도식적, 기호적, 언어적, 정신적 표상 사이를 연결시키는 것을 돕는 중요한 역할을 하는 것이다. 또한 이종희, 김선희(2002)는 수학적 의사소통을 “학생 자신과, 학생들 간에 그리고 교사와 학생 간에 수학에 관한 정보, 아이디어, 느낌, 수학 기호 등을 교환하거나 의미를 도출하기 위해 읽고, 쓰고, 아이디어를 말하고 듣고 활동하는 것”(p. 26)으로 정의하였고, 교육과학기술부(2008)는 수학적 의사소통에 대해서 “수학적인 아이디어에 대해 토론하거나 여러 가지 자료, 그림, 도식 등으로 표현하거나, 반대로 수학적인 표현을 읽거나 다른 사람의 아이디어를 듣고 이해하는 것”(p. 49)이라고 설명하였다. 그러므로 학생들이 수학적 의사소통 능력을 기른다는 것은 다양한 상황을 수학적 언어를 써서 표현하고, 타인의 수학적 언어를 이해하는 능력을 기르며, 수학적 언어를 사용하여 토론하는 능력을 기르는 것(교육과학기술부, 2008)을 뜻한다. 따라서 교사들은 학생들에게 수학적 아이디어와 의견을 다양한 수학적 언어를 통해 접하고, 표현할 수 있는 기회를 제공해야 하며 그와 관련된 교수학적 지식과 능력을 갖추어야만 한다. 이는 미래의 수학 교사를 꿈꾸는 예비 교사도 마찬가지이다. 그러나 김선희(2009)가 수학적 의사소통에 대한 예비교사들의 수업 전문성 향상 프로그램 개발을 위한 연구에서 실시한 예비 교사들의 사전 인식 조사에 따르면 의사소통이 강조된 강의나 경험을 하지 못한 예비 교사들의 경우, 수학적 의사소통의 의미를 수학적인 내용을 이야기 하거나 의견을 나누는 것이라고 일반적인 수준으로 제시하며 의사소통과 관련된 교수학적 지식의 내용과 수업 준비에 대해서도 통상적인 수준을 벗어나지 못했다. 이렇게 수학적 의사소통에 대해 가치를 인식하지 못하고, 교수학적 지식과 능력을 갖추지 못한 예비교사들이 교사가 되어 학생들에게 적절한 의사소통의 기회를 제공할 것이라고 예측하기는 어렵기 때문에 예비 교사들에게 수학적 의사소통의 필요성을 인식

하고, 가치에 대해 깨달을 수 있는 적절한 기회를 제공할 필요가 있다.

3. Link Sheet

Shield와 Swinson(1996)은 학생들이 그들이 학습한 수학적 아이디어나 절차 등에 대해서 의사소통하고 상세히 설명하는 과정을 돕기 위한 방법을 모색하였고, 많은 노력 끝에 "link sheet"(연결표)를 고안해냈다.



[그림 1] 8학년 학생이 작성한 link sheet의 예(Shield, Swinson, 1996, p. 37)

Link sheet는 [그림 1]처럼 특정 수학적 개념이나 절차 등을 'mathematical example(수학적인 예)', 'everyday example(실생활 예)', 'diagram, picture, graph(다이어그램, 그림, 그래프)', 'my explanation(나의 설명)' 과 같이 다양한 방법으로 표현하도록 고안된 학습 활동지다. Mathematical example은 학습 주제를 수학적인 예를 통해서 표현하는 영역이고, everyday example은 학습 주제를 실생활 예를 통해서 표현하는 영역이고, diagram/picture/graph는 학습 주제를 다이어그램, 그림, 또는 그래프 등의 시각적 표상들을 통해서 나타내는 영역이고, my explanation은 학습 주제에 대해서 학생들이 자유롭게 자신의 생각을 표현하도록 하는 영역이다. Shield와 Swinson(1996)은 link sheet를 학습 내용을 요약하는 활동(summarizing activity)으로 사용할 수 있고, 또 학생들의 개념 발달 단계를 파악하거나 학생들의 오개념이나 약점 등을 파악하기 위한 진단 도구(diagnostic tool)로도 활용할 수 있다고 제안하였다. 학생들은 link sheet 활동을 통해서 자신이 이해한 수학적 개념을 보다 명확히 할 수 있는 기회를 가질 수 있고, 교사들은 학생들이 작성한 link sheet를

통해서 특정 수학적 개념에 대한 학생들의 사전 개념, 오개념, 개념의 이해 정도 등에 대한 중요한 정보를 얻을 수 있을 것이다. 게다가 link sheet를 활용한 소집단 활동은 학생들의 의사소통 활동을 촉진시켜 학생들이 수학적 개념이나 절차 등에 대한 이해를 확장시킬 수 있도록 도우며 그들이 갖고 있는 오개념을 바로잡을 수 있는 기회 또한 제공할 수 있다 (Shield, Swinson, 1996).

III. 연구 방법

1. 연구대상 및 절차

본 연구는 개념연결표의 활용이 예비교사들의 수학 학습에 어떤 효과가 있는지를 알아보기 위해서 G광역시 소재 C대학의 수학교육과 1학년 학생 25명을 대상으로 본 연구자가 진행하는 '고급미분적분학' 강좌에서 수행되었다. C대학의 경우 1학년 학생들은 1학기에는 '고급미분적분학' 강좌를, 2학기에는 '미분적분학특강' 강좌를 수강할 수 있도록 교육과정이 운영되고 있는 상황이고 본 연구자가 2학기에 개설되는 '미적분학특강' 강좌 또한 운영할 예정이어서 1학년 학생들과 이 부분에 대해서 사전에 논의를 하여 1학기에 진행된 '고급미분적분학' 강좌에서는 주로 미분과 관련된 내용만으로 수업을 진행하는 것으로 하였다.

아래의 <표 1>은 '고급미분적분학' 강좌에서 한 학기 동안 다룬 학습 주제를 요약한 표이다.

<표 1> 학습 주제 요약

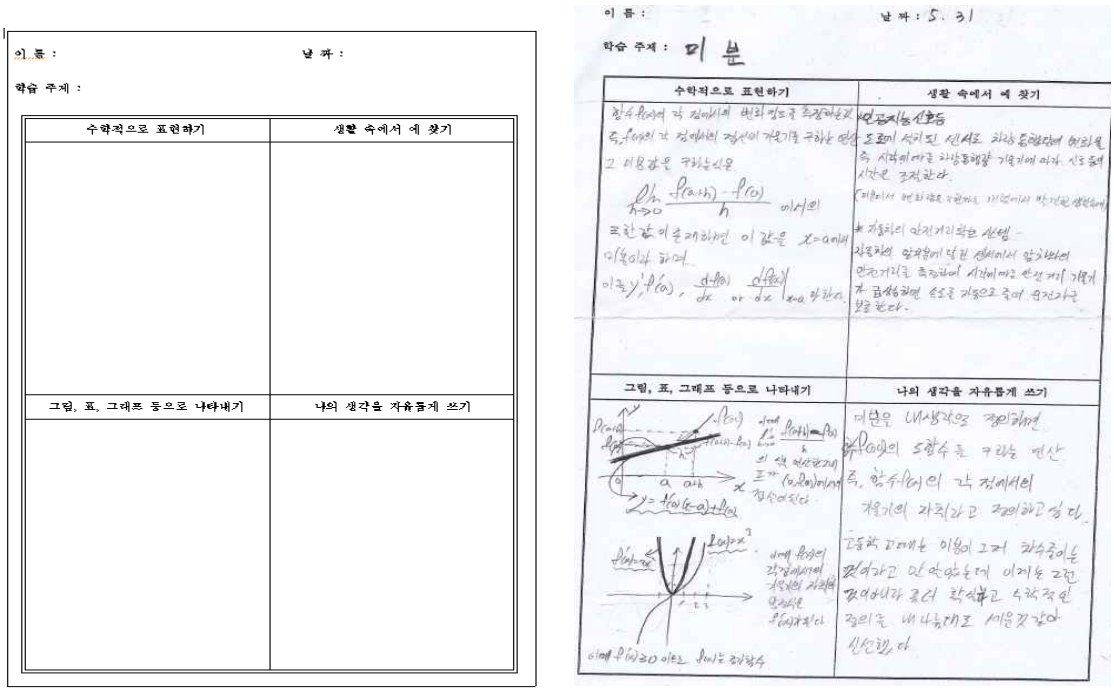
1. 함수와 수열	-함수와 수열, -극한, -함수의 연속, -지수함수, 로그함수 -쌍곡선함수, 역쌍곡선함수
2. 급수의 수렴	-급수, -급수의 수렴 판정법, -여러가지 급수
3. 도함수	-미분과 도함수, -미분법과 연쇄법칙, -음함수의 미분, -역함수와 그 도함수, -삼각함수의 미분, -지수, 로그함수의 미분, 쌍곡선함수, 역 쌍곡선함수의 도함수
4. 도함수의 응용	-평균값 정리, -함수의 증감과 볼록성, -함수 그래프 그리기 -부정형의 극한값, -테일러 정리, -매개변수 방정식, -극좌표

본 연구에서 개념연결표는 수학적 개념에 대한 학생들의 이해와 오개념 등을 파악하기 위한 진단 도구(diagnostic tool) 및 학습 내용을 요약하거나 확장시키기 위한 학습 도구로 활용되었다. 개념연결표는 매 수업시간 마다 활용된 것은 아니고 총 10회에 걸쳐 9가지 학습 주제 하에 수업 중(9회)과 수업 후(1회)에 사용하였다. 미분 개념의 경우 학생들은 개념을 학습하기 전과 개념을 학습한 이후 2차례에 걸쳐 개념연결표를 작성하였다. 개념연결표를 활용한 수업 주제는 <표 2>와 같다. 수업 활동의 일부로 개념연결표를 작성할 경우에는 전체 수업 시간의 30-40분 정도를 개인별 개념연결표 작성, 조별 토의 및 발표의 시간으로 사

용하였으며 개념연결표 작성을 과제로 제시할 경우에는 그 다음 수업 시간에 15-20분 정도를 할애하여 조별 토의 및 발표의 시간으로 사용하였다. 연구의 초반부에 예비교사들은 개념연결표를 작성하는데 어려움을 나타내기도 하였고 개념연결표 작성에 많은 시간을 필요로 하였으나 시간이 지남에 따라 예비교사들이 개념연결표 작성에 능숙하게 되면서 그것을 작성하는데 소요되는 시간이 점점 단축되는 것을 관찰할 수 있었다.

<표 2> 개념연결표를 활용한 학습 주제

1. 함수와 수열: 전사, 단사, 전단사 함수
2. 극한: 함수의 극한값, 수열의 극한
3. 극한: 단조수렴정리
4. 함수의 연속
5. 함수의 연속: 중간값 정리, Weierstrass정리
6. 급수의 수렴 판정법
7. 미분과 도함수: 미분
8. 미분과 도함수: 도함수
9. 평균값 정리: 롤의 정리, 평균값 정리
10. 미분



[그림 2] 개념연결표와 작성 예시

본 연구자는 Shield와 Swinson(1996)가 고안한 link sheet를 [그림 2]와 같이 약간 수정해서 '개념연결표' 란 명칭으로 활용하였다. Link sheet에서 mathematical example이라는 영역을 '수학적으로 표현하기'로 바꾸었는데 그 이유는 학습 주제를 수학적인 예를 통해서 뿐만 아니라 적절한 수학적 용어나 기호 등을 사용해서 수학적인 정의나 정리 등으로 표현할 수 있는 기회 또한 제공하기 위해서 보다 포괄적인 의미에서 '수학적으로 표현하기로' 란 영역으로 바꾸어 사용하였다. 나머지 세 가지 영역은 link sheet의 의도에 맞게 적절한 한국식 표현을 사용해서 나타내었다.

2. 자료수집 및 분석

개념연결표 활용에 대한 예비교사들의 생각과 교육적 효과를 알아보기 위해서 예비교사들이 작성한 설문지, 면담 과정이 녹음된 오디오 테이프, 연구자의 면담 기록지, 연구자의 관찰 기록지 등의 자료를 수집하여 분석하였다. 설문조사는 연구의 마지막 날에 약 20분 동안 실시되었다. 설문지는 10개의 5단계 likert-type 문항과 6개의 자유서술형 문항으로 구성되었다. 10개의 likert-type 문항 중 2개 문항은 학생들의 학습태도 및 학습방법 선호도에 대한 문항으로 구성되었고 나머지 문항들은 개념연결표 활용 효과 및 활용 가능성에 대해 묻는 문항들로 구성하였다. 문항의 개요는 <표 3>과 같다.

<표 3> 설문 문항의 개요

문 항 내 용	문항 유형	
	5단계 likert-type	자유서술형
개념연결표 작성 및 조별 토론의 참여도	✓	
조별활동의 선호도	✓	
수학적 개념의 이해 측면에서 개념연결표 활용 효과	✓	
수학적 개념의 학습에서 개념연결표 활용의 가장 큰 장점		✓
수학적 의사소통 측면에서 개념연결표 활용 효과	✓	
수학적 의사소통 능력을 기르는데 개념연결표 활용의 가장 큰 장점		✓
수학의 가치인식 측면에서 개념연결표 활용 효과	✓	
학습 흥미 유발 측면에서 개념연결표 활용 효과	✓	
자기주도적이고 적극적인 수업 참여 측면에서 개념연결표 활용 효과	✓	
수학적 개념의 이해 향상을 위해 향후 개념연결표 활용 계획	✓	
다른 학생들의 수학 학습을 위해서 개념연결표 사용 추천	✓	
교사의 입장에서 학생들의 수학적 개념의 이해를 돕기 위해서 개념연결표 사용에 대한 생각	✓	
개념연결표를 작성하면서 가장 어려웠던 점		✓
개념연결표의 4가지 표현 방법을 중요한 순서로 제시하고 그 이유 설명		✓
개념연결표의 수정, 보완 사항		✓
개념연결표 활용에 대한 생각을 자유롭게 제시		✓

설문지는 2인의 수학교육 전문가의 검토를 거쳤는데 전문가 검토 결과 예비교사들이 1학년이므로 설문지에 활용된 용어의 의미 또는 정의에 대한 혼란을 방지하기 위해서 설문지에 용어의 정의를 제시할 것을 제안하였다. 비록 수업 시간에 '수학적 의사소통능력'이 무엇인지에 대해서 여러 차례 설명을 하였으나 연구 참여자들의 설문 문항에 대한 이해를 좀 더 명확하게 하기 위해서 연구자는 '수학적 의사소통능력'에 대한 정의를 설문지에 제시하였다. 설문 문항 중 5단계 Likert-type 문항에 대한 분석은 '매우 그렇다=5점', '그렇다=4점', '보통=3점', '그렇지 않다=2점', '매우 그렇지 않다=1점'으로 환산한 후 Excel을 활용하여 문항별 빈도 및 평균과 표준 편차를 구하여 분석하였고, 자유서술형 문항의 경우 학생들의 응답을 범주화하여 그 빈도를 구하여 분석하였다.

개념연결표 활용에 대한 예비교사들의 생각을 좀 더 구체적으로 파악하기 위해서 설문조사를 실시한 다음날 4명의 예비교사들을 대상으로 반구조화된 면담을 실시하였다. 면담자는 본 연구자가 수업을 진행하면서 수업에 적극적으로 참여했던 학생들 중 2명과 수업에 소극적인 모습을 자주 보인 2명의 학생들로 선정하여 소집단 면담을 진행하였다. 소집단 면담은 각 집단별로 1시간 정도가 소요되었으며 면담의 내용은 학생들의 동의하에 녹음을 하였고 분석을 위해서 모든 내용을 전사하였다.

IV. 연구결과

1. 설문조사 결과

본 절에서는 설문조사 결과를 분석한 내용 중 수학적 개념의 이해, 수학적 의사소통능력, 정의적 측면, 향후 개념연결표 활용 계획 측면과 관련된 결과만을 제시하겠다.

1) 수학적 개념의 이해 측면

개념연결표의 활용이 예비교사들이 수학적 개념을 이해하는데 도움이 되었는지 묻는 문항에 대한 결과는 <표 4>와 같다. 연구 참여자의 50%이상이 개념연결표의 활용이 수학적 개념을 이해하는데 도움이 되었다고 응답한 반면 단지 16%만이 도움이 되지 않았다고 응답하였다. 이 문항에 대한 응답의 평균은 3.5로 개념연결표의 활용이 예비교사들이 수학적 개념을 이해하는데 도움이 된 것으로 나타났다.

<표 4> 수학적 개념의 이해 측면에서 개념연결표 활용 효과

문항	매우 그렇다	그렇다	보통	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다	전체	평균 (표준편차)
수학적 개념의 이해 측면에서 개념연결표 활용 효과	3 (12)	10 (40)	8 (32)	4 (16)	0 (0)	25명 (100%)	3.5 (0.92)

수학적 개념의 학습에서 개념연결표 활용의 가장 큰 장점이 무엇인지를 묻는 문항에 대한 예비교사들의 답변 유형은 <표 5>와 같이 분류되었다. 개념연결표의 활용이 수학적 개념을 다양한 방법으로 표현 가능하게 하여 그 개념에 대해서 깊이 있고 체계적인 이해를 가능하게 도와준다는 의견의 비율이 가장 높게 나타났고, 복습에 유용, 수학적 개념의 실용적인 측면에 대한 인식 가능, 학습 흥미 유발 등의 의견이 그 뒤를 따랐다. 개념연결표의 활용을 통해서 예비교사들은 하나의 수학적 개념을 다양한 표상을 통해서 생각해 볼 수 있는 기회를 가질 수 있었는데 그러한 경험이 학생들의 수학적 개념에 대한 이해를 보다 풍부하고 체계적으로 발전시키는데 많은 도움이 된 것으로 추측된다. 개념연결표가 학습 흥미 유발이나 수학의 가치 인식과 같은 정의적인 측면에서 긍정적인 역할을 하였고 이것이 다시 수학적 개념의 학습에 도움이 되었다는 응답이 있었는데 이는 여러 선행 연구 결과(예. 고정화 외, 2008; 김경희 외, 2009; 박정, 2007; Walker & Plata, 2000)와 마찬가지로 본 연구에서도 정의적 성취의 향상이 인지적 성취의 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다.

<표 5> 수학적 개념의 학습에서 개념연결표 활용의 가장 큰 장점에 대한 답변 유형 (복수 의견 가능)

응답 유형	빈도
수학적 개념을 다양한 방법으로 표현하여 깊이 있고 체계적인 이해를 가능하게 함	11
복습에 유용함	7
수학적 개념의 실용적인 측면에 대한 인식을 가능하게 함	6
흥미 유발을 통한 학습 동기 유발	4
스스로 사고할 수 있는 기회 제공	3
활발한 수업 분위기 조성을 가능하게 함	3
기타 (수학적 개념에 대한 오류 교정, 자신의 언어로 개념을 오랫동안 기억, 개념의 응용)	4

2) 수학적 의사소통의 측면

개념연결표의 활용이 예비교사들의 수학적 의사소통능력을 향상시키는데 도움이 되었는지 묻는 문항에 대한 결과는 <표 6>과 같다. 본 연구에 참여한 예비교사들의 48%가 개념연결표의 활용이 수학적 의사소통능력을 향상시키는데 도움이 되었다고 응답한 반면 단지 8%만이 도움이 되지 않았다고 응답하였다. 이 문항에 대한 응답의 평균은 3.5로 개념연결표의 활용이 예비교사들이 수학적 의사소통능력을 향상시키는데 도움이 된 것으로 나타났다.

<표 6> 수학적 의사소통의 측면에서 개념연결표 활용 효과

문항	매우 그렇다	그렇다	보통	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다	전체	평균 (표준편차)
수학적 의사소통의 측면에서 개념연결표 활용 효과	3 (12)	9 (36)	11 (44)	1 (4)	1 (4)	25명 (100%)	3.5 (0.92)

개념연결표의 활용이 어떻게 예비교사들의 수학적 의사소통능력을 향상시키는데 도움이 되었는지를 묻는 문항에 대한 답변 유형은 <표 7>과 같이 분류되었다. 수학적 개념을 수식, 그림, 표, 그래프 등과 같이 다양한 표상을 통해 나타내는 활동이 수학적 의사소통능력을 향상시키는데 도움이 되었다는 의견의 비율이 가장 높게 나타났고, 자유로운 토론 및 발표 활동, 자신의 언어로 수학적 개념을 표현하는 활동이 그 뒤를 따랐다. 다양한 표상을 활용하여 수학적 개념을 표현하는 경험이 예비교사들로 하여금 자신의 생각이나 자신이 이해한 수학적 개념을 다양한 방법을 통해서 표현하는 능력을 기르는데 긍정적인 역할을 한 것으로 보인다. 예비교사들은 개별적으로 개념연결표를 작성한 후에 항상 조별로 토론하고 발표하는 활동을 하였는데 그러한 상호작용을 통해서 자신의 수학적 아이디어를 언어로 표현하고 타인의 생각을 듣고 이해하는 과정, 즉 서로의 생각을 교환하고 공유하는 활동이 예비교사들의 수학적 의사소통 능력을 기르는데 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다.

<표 7> 수학적 의사소통능력 측면에서 개념연결표 활용의 장점 (복수 의견 가능)

응답 유형	빈도
수식, 그림, 표, 그래프 등의 다양한 표현 활동	13
자유로운 토론 및 발표 활동	8
나만의 언어로 수학적 개념 표현 활동	4
기타(발표하는데 자신감이 생김, 아디이어 공유 활동의 중요성 인식)	3

3) 정의적 측면

개념연결표의 활용이 예비교사들이 수학의 가치를 인식하는데 도움이 되었는지를 묻는 문항에 대한 결과는 <표 8>과 같이 도움이 되었다는 긍정적인 응답의 비율이 약 70%에 달하였고, 부정적인 응답은 단지 4%였다. 이 문항에 대한 응답의 평균은 3.8로 예비교사들은 수학의 가치인식 측면에서 개념연결표 활용이 효과적이라고 생각하는 것으로 나타났다. 개념연결표의 구성 요소 중 '생활 속에서 예 찾기' 활동이 예비교사들이 수학의 가치를 인식하게 하는데 가장 큰 영향을 미친 것으로 추측된다. 개념연결표의 활용이 학습 흥미를 유발하는데 도움이 되었는지를 묻는 문항에는 약 50%가 긍정적인 응답을 준 반면 12%는 부정적인 응답을 주었고, 이 문항에 대한 응답의 평균은 3.4로 나타났다. 학습 흥미 유발 측면에서 예비교사들은 개념연결표의 활용에 대해서 중립적인 입장을 보여주었다. 개념연결표의 활용이

자기주도적이고 적극적인 수업 참여를 유도하는데 도움이 되었는지를 묻는 문항에는 84%가 긍정적인 응답을 준 반면 부정적인 응답은 전혀 없는 것으로 나타났고, 이 문항에 대한 평균도 4.0으로 높게 나타나 예비교사들은 개념연결표의 활용이 자기주도적이고 적극적인 수업 참여를 유도하고 있다고 생각하는 것으로 볼 수 있다. 자신만의 개념연결표를 작성하고 자신의 생각을 타인과 활발하게 공유하는 활동을 통해서 예비교사들은 자기주도적이고 적극적인 수업 참여의 경험을 한 것으로 생각된다.

<표 8> 정의적 측면에서 개념연결표 활용 효과

문항	매우 그렇다	그렇다	보통	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다	전체	평균 (표준편차)
수학의 가치인식 측면에서 개념연결표 활용 효과	5 (20)	12 (48)	7 (28)	0 (0)	1 (4)	25명 (100%)	3.8 (0.91)
학습 흥미 유발 측면에서 개념연결표 활용 효과	1 (4)	11 (44)	10 (40)	2 (8)	1 (4)	25명 (100%)	3.4 (.86)
자기주도적이고 적극적인 수업 참여 측면에서 개념연결표 활용 효과	5 (20)	16 (64)	4 (16)	0 (0)	0 (0)	25명 (100%)	4.0 (.61)

4) 향후 개념연결표 활용 계획

수학적 개념의 이해 향상을 위해서 향후 개념연결표를 활용하고 싶은지에 대해서 묻는 문항에 대한 결과는 <표 9>와 같이 전체 응답자의 56%는 긍정적인 응답을 준 반면 12%는 부정적인 응답을 주었다. 이 문항에 대한 응답의 평균은 3.6으로 예비교사들은 향후 수학 학습에서 수학적 개념의 이해를 돕기 위해서 개념연결표 활용하는 것에 대해서 긍정적인 것으로 나타났다. 다른 학생들에게 수학 학습을 위해서 개념연결표 활용을 추천할 것인지를 묻는 문항에 45%는 긍정적인 반응을 주었고, 단지 8%만이 부정적인 반응을 주었다. 이 문항에 대한 응답의 평균도 3.5로 예비교사들은 다른 학생들의 수학 학습에 개념연결표를 활용할 것을 추천하는 것으로 나타났다. 학습자의 입장이 아닌 교사의 입장에서 학생들의 수학적 개념의 이해를 돕기 위해서 개념연결표를 사용할 생각이 있는지에 대해서 묻는 문항에 전체 응답자의 60%가 긍정적인 응답을 준 반면 16%는 부정적인 응답을 주었다. 이 문항에 대한 응답의 평균은 3.4로 교사의 입장에서 개념연결표의 활용에 대해서는 중립적인 입장에 가깝게 나타났다.

개념연결표 활용에 대한 예비교사들의 자유로운 의견을 분석한 결과 몇 몇 예비교사들이 시간적인 제약으로 인해 개념연결표 활용에 대해서 우려하고 있는 것으로 나타났다. 많은 예비교사들이 개념연결표 활용의 가치나 효과에 대해서 긍정적인 반응을 주었으나 실제 학교 현장에서 활용되기 위해서 충분한 시간적 여유가 확보되어야 하는데 현재 교육 여건상 그러한 시간을 확보하는 것이 쉽지 않을 것이라는 의견을 주었다. 비록 예비교사들은 수학 학습에서 개념연결표의 활용 효과나 가치에 대해서 충분히 인식하고 있어 향후 자신의 수학

학습을 위해서 개념연결표를 활용하는 것에 대해서는 긍정적으로 생각하고 있었지만 교사의 입장에서는 시간적인 제약의 문제로 인해 수업 시간에 개념연결표의 활용에 대해서 좀 더 소극적인 입장을 보인 것으로 해석된다.

<표 9> 향후 개념연결표 활용 계획

문항	매우 그렇다	그렇다	보통	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다	전체	평균 (표준편차)
수학적 개념의 이해 향상을 위해 향후 개념연결표 활용 계획	3 (12)	11 (44)	8 (32)	3 (12)	0 (0)	25명 (100%)	3.6 (0.87)
다른 학생들의 수학 학습을 위해서 개념연결표 사용 추천	3 (12)	9 (36)	11 (44)	1 (4)	1 (4)	25명 (100%)	3.5 (.92)
교사의 입장에서 학생들의 수학적 개념의 이해를 돕기 위해서 개념연결표 사용에 대한 생각	1 (4)	14 (56)	6 (24)	3 (12)	1 (4)	25명 (100%)	3.4 (.92)

2. 면담결과

수학 학습에서 개념연결표의 활용에 대한 예비교사들의 생각을 보다 심도 깊게 파악하기 위해서 4명의 예비교사들을 대상으로 반구조화된 면담을 실시하였고 면담의 결과는 아래와 같다.

1) 수학적 개념의 이해 측면

개념연결표가 수업 시간에 다룬 다양한 수학적 개념을 이해하는데 어떻게 도움이 되었는지에 대한 질문에 면담에 참여한 4명의 예비교사 모두 개념연결표의 활용을 개념에 대한 체계적이고 깊이 있는 이해와 관련지어 응답하였다. 수학적 개념을 다양한 측면에서 생각하고 표현한 경험이 그 개념에 대해서 보다 깊이 있게 사고하고 이해하는데 도움이 된 것으로 나타났다. 여러 연구자들은 다양한 표상을 통한 수학적 개념의 제시가 학생들의 수학적 개념에 대한 이해를 향상시킬 수 있다고 주장하였는데 예비교사들을 대상으로 한 본 연구에서도 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

다음은 연구자와 2명의 예비교사가 나눈 대화중의 일부이다.

연 구 자 : 우리가 수업 시간에 사용한 개념연결표가 함수, 함수의 연속, 극한, 미분 등과 같은 수학적 개념을 학습하는데 어떻게 도움이 되었다고 생각하나요?
예비교사A: 암기하거나 뭉뚱그려서 이해하고 있던 개념들을 개념연결표를 작성하면서 체계적으로 생각할 수 있는 기회가 되었고 개념들에 대해서 좀 더 깊이 있게 생각할 수 있었던 것들이 도움이 되었던 것 같아요.

예비교사B: 저도 예비교사A의 생각과 비슷한데요..우선 대충 알고 있던 개념들을 확실하게 짚어볼 수 있었고 생활 속의 예나 그림으로 나타내기를 통해서 그 개념에 대해서 좀 더 가까이 다가갈 수 있었던 것 같아요. 고등학교 때는 미분을 생각하면 무조건 차수를 줄이는 것이라고만 생각했는데 지금은 그래프도 떠오르고 미분이 활용되는 생활 속의 예도 떠올라요.
연 구 자 : 예비교사B는 미분의 개념이 활용된 생활 속의 예 중에서 생각나는 것이 있어요?
예비교사B: 과속측정기나 자동차 도로를 설계할 때도 미분이 활용되는 것을 알 수 있었어요.
예비교사A: 자동차나 가구 디자인도 있어요.
연 구 자 : 그런 실생활 예들이 미분의 개념을 이해하는데 도움이 되었다고 생각하나요?
예비교사A, B: 네
예비교사B: 저는 미분 개념이 사용되는 예를 보면서.. 일상생활속의 예 같은거요. 그런 예들을 통해서 미분 개념에 대해서 머릿속에 좀 더 확실한 수학적인 정의를 세운 것 같아요.

예비교사B의 경우 미분의 개념을 그림이나 실생활 예를 통해서 표현하는 활동이 미분 개념의 기하학적 의미 또는 변화율과 관련지어 이해하고 미분 개념에 대한 수학적인 정의를 정립하는데 효과적이었던 것으로 볼 수 있다. 예비교사C의 경우는 수학적 개념을 자신의 언어로 정리하고 표현하는 활동을 통해서 그 개념에 대해서 좀 더 제대로 파악하고 배운다는 느낌이 들었다고 대답하였다. 예를 들면, 함수와 같은 기본적인 개념의 정의가 무엇인지를 물어봤을 때 비록 함수가 의미하는 것이 무엇인지는 알고 있으나 명확하게 말로 표현하는 것이 어려웠는데 학습한 수학적 개념을 자신의 언어로 표현하고 정리하는 경험을 통해서 그 개념에 대한 이해가 향상되었고 더불어 그 개념을 오랫동안 기억하는데 도움이 된다고 말하였다. 예비교사C의 경우는 이미 알고 있는 수학적 개념을 자신의 언어로 표현해 보는 활동을 통해서 자신의 사고에 대한 반성이 이루어지고 이를 토대로 인지구조의 재구성 활동이 이루어진 것이라 추측된다. 예비교사 D도 예비교사A, B, C와 마찬가지로 수학적 개념을 다양한 측면에서 표현하는 활동이 수학적 개념을 보다 깊이 있게 이해하는데 도움이 되었다고 말하였다.

2) 수학적 의사소통의 측면

개념연결표의 활용이 자신의 수학적 의사소통능력을 향상시키는데 어떤 역할을 했는지에 대한 질문에 예비교사A와 B는 수학적 개념을 다양한 방법으로 표현하는 능력이 향상되었다고 응답하였고, 예비교사C와 D는 발표하는 능력이 향상되었음을 강조하였다. 연구자의 질문에 예비교사C와 D는 개념연결표 작성 활동 보다는 개념연결표를 작성한 후 이루어진 조별 토론 및 발표 활동을 통해서 자신들이 달라진 점에 대해서 이야기를 하였다. 예비교사C와 D의 경우 연구의 초반부에는 조별 토론이나 발표 시에 소극적인 태도를 보이곤 했었다. 따라서 연구자는 연구를 진행하면서 예비교사C와 D가 조별 토론과 발표에 어떻게 참여하는지 유심히 관찰하였고 조별 토의나 발표 활동에 대해서 어떻게 생각하는지 대화도 나누었었다. 조별 토의나 발표 활동에 대한 예비교사C와 D의 생각을 좀 더 명확하게 파악하기 위해서 면담 과정에서 다음과 같은 대화가 이루어졌다.

연 구 자 : 개념연결표의 활용이 발표하는 능력을 향상시켰다고 했는데 특히 어떤 측면에서 발표하는 능력이 향상되었는지 구체적으로 설명해 볼까요?
예비교사C: 저는 개념연결표 활동을 통해서 남들 앞에서 발표를 하는데 자신감이 많이 생긴 것 같습니다.
연 구 자 : 수업의 초반부에 예비교사C가 개념연결표에 작성한 내용을 친구들과 이야기하고 앞에 나와서 발표하는 모습이 좀 부담스러워 보였어요.
예비교사C: 네. 제가 성격이 좀 소극적이라서 남들 앞에서 발표하는 걸 안 좋아하거든요. 그리고 고등학교 때 수학 수업 시간에 친구들과 토론을 한다거나 발표를 한 적은 거의 없었기 때문에 이런 활동이 더 낯설고 어렵게 느껴졌습니다. 그런데 이런 걸 계속 하다 보니까 지금도 조금은 불안하지만.. 음...그래도 예전보다는 남들 앞에서 제 생각을 이야기하거나 발표하는게 훨씬 좋아졌습니다.
연 구 자 : 예비교사D는 어때요?
예비교사D: 저도 처음에는 발표를 해야 한다는 점이 가장 부담스럽고 싫었습니다. 그런데 발표를 하면서 제 생각을 다른 사람이 이해할 수 있게 자세하게 설명하는 것이 어렵다는 걸 알게 되었습니다. 그 전에는 주로 수업 시간에 교수님의 말씀을 듣거나 필기만 해서 몰랐었는데 제가 친구들에게 수학적 개념을 설명하려니까 쉬운 수식이나 개념도 다른 사람들이 이해하도록 쉽게 설명하는 것이 어려웠습니다.
연 구 자 : 지금도 여전히 발표를 하는 게 부담스러운가요?
예비교사D: 여전히 조금 부담스럽긴 한데 자꾸 발표를 하다보니까 발표를 하고 친구들과 이야기를 하면서 제가 잘못 알고 있었던 부분을 알게 되기도 하고 다른 친구들이 이해되지 않는 부분에 대해서 다시 한 번 생각해 볼 수 있는 기회가 생겨서 일석이조의 효과가 있었던 것 같습니다.

예비교사C와 D의 경우 연구의 중, 후반부에는 조별 토의나 발표 활동에 보다 적극적으로 참여하려는 모습이 관찰되었고, 자신의 생각을 타인과 공유하고 의사소통하는 과정에 자신감이 많이 생긴 모습도 관찰되었다.

3) 수학 교수-학습 과정에 개념연결표 활용에 대한 자유로운 의견

수학 교수-학습 과정에 개념연결표를 활용해서 얻게 되는 가장 큰 장점에 대해서 예비교사A의 경우는 수학적 의사소통과 개념 이해 측면과 관련지어 개념연결표의 장점에 대해서 이야기를 하였고, 나머지 3명의 예비교사들은 수학의 유용성과 가치 인식 측면이 개념연결표 활동을 통해서 얻게 되는 가장 큰 장점으로 꼽았다. 특히, 개념연결표의 '생활 속에서 예 찾기' 영역에서 이루어진 활동이 예비교사들로 하여금 수학의 가치나 유용성에 대해서 스스로 인식할 수 있는 기회가 되었고, 더 나아가 예비교사로서 수학의 가치나 유용성에 대한 인식의 중요성에 대해서 스스로 생각해 볼 수 있는 기회가 된 것 같다.

다음은 개념연결표의 장점에 대해서 4명의 예비교사들이 이야기를 한 내용의 일부이다.

개념연결표를 사용하면서 수업에 참여할 수 있어서 좋았어요. 항상 일방적으로 듣기만 하고 수업에서 나의 생각을 말할 수 있는 기회가 거의 없었는데 조원들끼리

서로의 생각을 공유하고 알고 있는 지식들을 함께 공유할 수 있어서 개념을 이해하는데 있어 수월했던 것 같아요. 그리고 개념에 대한 확실한 이해보다는 그저 문제만 풀 수 있으면 이 개념을 이해했다고 생각하고 단순히 지나쳤던 부분들도 정확히 짚고 갈 수 있었던 기회가 된 것 같아요. -예비교사A-

'생활 속에서 예 찾기'와 '나의 생각을 자유롭게 쓰기' 활동이 가장 좋았어요. 일단, 생활 속에서 수학적 개념에 대한 예를 찾으면서 수학이 우리의 삶과 밀접한 관련이 있음을 깨닫게 되고 수학에 대한 필요성을 더욱 느끼게 되었어요. 또 '나의 생각을 자유롭게 쓰기' 활동도 좋았어요. 요즘 교육에서 가장 큰 문제점이 주입식 교육이라고 생각하는데 '나의 생각을 자유롭게 쓰기' 활동의 경우 학생들의 자유로운 사고 능력을 이끌어 내어 창의력을 발달시키는데 도움을 줄 수 있다고 생각이 들어요. 개념연결표를 작성할 때 처음에는 이게 과연 효과가 있을까...라고 생각했었는데 막상 직접 해보고는 과외 할 때 제가 사용할 정도로 좋았던 것 같아요. -예비교사B-

수업 방식이 무조건 문제풀이의 형식이 아니라 한 개념에 대해 연결표를 활용해서 그 개념을 좀 더 제대로 파악하고 배운다는 느낌이 들었습니다. 특히 실생활의 예 같은 경우엔 평소 수학 공부를 할 때 생각하지 않았던 부분이라 훨씬 참신했고 수학을 실생활에서 발견한다는 자체가 흔하지 않은 일이라 새로웠던 것 같습니다. 수학은 실생활에 쓰이지 않는 학문이라고도 가끔은 생각했었는데 의외로 찾아보기 쉽다는 것도 실생활의 예를 다 함께 찾으면서 알았습니다. 실제 문제풀이식 요즘의 수학교육방법을 볼 땐 실생활의 예가 다소 필요없다고 생각될지 몰라도 제가 봤을 때는 정말 가치가 있는 것 같습니다. -예비교사C-

개념연결표는 실생활적인 면을 생각해보게 한다는 점이 보통 수업과 다른 좋은 점이라고 생각합니다. 하지만 저는 그 동안 사용해보지 않아서 작성하는데 어려움을 겪었는데 수업을 하면서 점점 수월해졌습니다. 전 수학을 좋아하고 수학 문제를 푸는데도 자신이 있는 학생이었지만 솔직히 수학이 유용하다고는 생각하지 않았고 실제 생활에서도 수학이 존재한다고 생각하지 않았습니다. 하지만 개념연결표를 작성하면서 수학은 과학과 또 실생활과 밀접하게 관련되어 있고, 단순히 계산뿐만 아니라 더욱 재미있게 수학을 이용할 수 있다는 점을 알게 해주었습니다. -예비교사D-

개념연결표를 작성하는데 가장 어려웠던 점이나 문제점이 무엇인지 묻는 질문에 4명의 예비교사 모두 '생활 속에서 예 찾기' 활동이 가장 어려웠다고 대답하였다. 그 이유로는 기존의 수학 수업에서는 수학적 개념에 대한 실생활 예를 찾거나 생각해 볼 수 있는 기회가 거의 없었기 때문에 매우 생소했고 어려웠다고 응답하였다.

'생활 속에서 예 찾기'가 가장 서술하기 힘든 부분이었던 것 같습니다. 고등학교 수업은 수능에 중점을 두기 때문에 어떤 한 개념에 대한 실생활 예를 찾는 시간을 가져본 적이 없었기 때문에 생소해서 가장 서술하기 힘들었어요. -예비교사B-

다른 의견으로는 개념연결표를 작성하면서 시간이 부족했다는 의견과 수학적 개념을 자신의 언어로 표현하는 부분도 어려웠다고 하였다.

평소에 수학을 공부하던 방식과는 또 달라서 막상 문제를 풀려고 하면 풀겠는데 개념연결표에서 개념을 써야한다고 생각하니 막막한 경우가 많았습니다. 문제를 풀 때는 알 것 같은데 내가 직접 개념을 설명하는 것은 쉽지가 않았습니다. -예비교사C-

교사의 입장에서 개념연결표 활용에 대한 생각을 묻는 질문에 4명 중 3명의 예비교사는 긍정적인 반응을 보여주었고 1명의 예비교사는 부정적인 반응을 주었다. 예비교사A의 경우는 개념연결표를 학생들의 적극적인 수업 참여를 유도하기 위한 도구로 활용하고 싶다는 의견을 주었고, 예비교사B의 경우는 수학적 개념의 이해를 돕기 위한 수단 및 평가의 도구로 활용하고 싶다는 의견을 예비교사C의 경우는 학생들로 하여금 수학의 가치를 인식시킬 수 있는 도구로 개념연결표를 활용하고 싶다는 의견을 주었다. 부정적인 반응을 보인 예비교사 D의 경우 개념연결표 활용의 가치에 대해서는 충분히 인지하고 있는 것으로 나타났지만 개념연결표를 작성하는데 소요되는 시간적인 부분을 문제로 제기하면서 우리의 교육 여건에는 적합하지 않는 활동이라고 지적하며 교사의 입장에서 개념연결표 활용에 대해서는 부정적인 의견을 주었다.

수업 시간에 가장 흥미로웠던 시간이 개념연결표를 작성하였던 시간이었어요. 졸음도 오지 않고 학생들이 참여할 수 있는 참신한 수업 방식이었기에 그러지 않았나 하고 생각해요. 앞으로 교사가 된다면 저도 수업시간에 자주 사용하고 싶고 조금 더 수정하여서 나만의 개념연결표를 만들어 보고도 싶어요. -예비교사 A-

개념연결표는 개념정립과 아이들의 학습 수준의 정도를 파악하는데 이용할 수 있을 것 같아서 교사가 된다면 꼭 사용하고 싶어요. -예비교사B-

학생들에게 여러 면에 있어 효율적이지만 시간적 여유가 부족해 실제 학교에서는 적용하는데 어려움이 있을 것 같습니다. 개념연결표는 우리나라보다는 외국에 적합한 교육방법이 아닌가 하는 생각이 들어 저는 교사의 입장에서 개념연결표를 활용하는 것이 쉽지 않을 것 같습니다. -예비교사 D-

Ⅴ. 결론

본 연구는 개념연결표의 활용이 예비교사들의 수학 학습에 어떤 영향을 미치는지에 대해서 알아보기 위해서 '고급미분적분학' 강좌에서 한 학기 동안 수행되었다. 설문조사 및 면담 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 개념연결표의 활용은 예비교사들이 수학적 개념을 보다 체계적이고 깊이 있게 이해하는데 매우 효과적인 도구가 될 수 있다. Lesh (1979)는 학습자가 수학적인 아이디어를 다양한 방법으로 탐구하고 다양한 변환 활동을 경험할 수 있는 풍부한 기회가 제공될 때 수학 학습이 향상된다고 주장하였고, 그러한 활동이 학습자가 수학적 개념을 형성하는 과정에서 뿐 아니라 문제를 해결하는 과정에서도 중요한 역할을 한다고 주장하였다. 본 연구에서도 수학적 개념을 수학적인 기호, 그림, 실생활 예 등과 같이 다양한 표상으로 표현하고 서술하는 활동이 예비교사들에게 수학적 개념을 다양한 측면에서 생각해 볼 수 있는 기회를 제공하여 수학적 개념에 대한 개념적 이해(conceptual understanding)를 촉진시킨 것으로 나타났

다. 예비교사들이 개념연결표의 '나의 생각을 자유롭게 쓰기' 영역에 자신들이 이해하고 있던 수학적 개념이 개념연결표 활동을 통해서 어떻게 변화되었는지 또는 자신들의 생각이 어떻게 달라졌는지에 대해서 기술한 것을 볼 수 있었는데 이러한 반응은 개념연결표의 활용이 예비교사들의 반성적 사고를 유발하기에도 유용한 활동이 됨을 보여준다.

둘째, 개념연결표의 활용은 예비교사들의 수학적 의사사통능력을 향상시키는데 도움이 된다. 특히, 자신의 수학적 아이디어나 수학적 개념을 수식, 그림, 표, 그래프, 언어 등과 같이 다양한 표상으로 표현해보는 경험이 자신의 생각을 명확하게 표현하고 타인과 의사소통하는데 긍정적인 영향을 준다. 또한 개념연결표는 학생들 간의 의사소통 활동을 촉진시키기 위한 도구로서도 유용하게 활용될 수 있다. 학생들은 자신이 작성한 개념연결표의 내용을 타인과 공유하는 과정 속에서 자연스럽게 의사소통 활동이 이루어지며 그러한 의사소통 활동을 통해서 타인과의 상호작용 또는 의사소통 과정의 중요성에 대해서도 인식할 수 있는 기회가 될 수 있다.

셋째, 개념연결표의 활용은 예비교사들로 하여금 수학의 유용성과 가치를 인식하게 하는데 효과적일 뿐 아니라 학습흥미 유발 및 자기주도적이고 적극적인 수업 참여를 유도하는데 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 수학교육의 목표는 학생들로 하여금 수학적 지식 및 기능의 습득과 더불어 수학적 사고력, 의사소통 능력, 문제해결력과 같은 수학적 능력의 신장 및 수학에 대한 관심과 흥미, 자신감, 가치 인식 등과 같은 수학에 대한 긍정적인 태도를 육성하는 것이다. 그러나 우리나라의 수학교육은 주로 수학적 지식 및 기능의 습득과 문제해결력과 같은 인지적인 측면에서의 목표 달성에 치우친 경향이 있고 이는 국내외적으로 수행된 여러 선행 연구 결과를 통해서도 알 수 있다(고상숙, 고호경, 박만구, 한혜숙, 홍예윤, 2012). 수학에 대한 가치 인식은 학생들이 수학에 대한 흥미나 학습 동기 유발 및 수학에 대한 긍정적인 태도를 기르는데 기여할 수 있으며 여러 연구(예. Tocci & Engelhard, 1991; Walker & Plata, 2000; 고정화 외, 2008; 김경희 외, 2009)에서 수학의 가치 인식이 학업 성취와도 밀접한 관련이 있음이 보고되었다. 학생들이 학습해야 하는 모든 수학적 개념을 우리의 일상생활이나 타학문과 관련지어 제시할 필요는 없지만 교사들은 학생들에게 수학의 가치를 인식시키는 것 또한 수학교육의 목표임을 명심해야 하며 의도적으로 학생들에게 '생활 속에서 예 찾기' 활동과 같은 수학의 유용성이나 가치를 인식시켜줄 수 있는 경험을 제공할 필요가 있다.

넷째, 개념연결표의 활용은 예비교사들에게 예비수학교사로서 자질을 함양시키는데 긍정적인 역할을 할 수 있다. 개념연결표의 활용이 예비교사들의 수학에 대한 개념적 이해를 발달시키고 수학의 가치를 인식시킬 수 있을 뿐 아니라 수학적 개념을 다양한 측면에서 볼 수 있는 안목을 형성하는 것의 중요성이나 수학의 유용성 및 가치 인식의 중요성에 대해서 스스로 생각해볼 수 있는 기회를 제공하였다. 여러 선행 연구에 의하면 교사의 신념이나 가치관은 학생들의 학습에 지대한 영향을 미치는 것으로 나타났다. Thompson(1992)은 수학에 대한 교사의 신념은 교사의 행동과 교수에 영향을 주고 이것이 다시 학생들의 학습에 영향을 준다고 하였다. 즉 교사 스스로 수학의 유용성이나 가치에 대해서 또는 수학의 유용성이나 가치 인식의 중요성이나 필요성에 대해서 인지하지 못한다면 그 교사가 가르치는 학생들 또한 수학의 유용성이나 가치에 대해서 인식하지 못 할 것이다. 따라서 사범대학에서 진행되는 교과내용학 강좌에서도 예비교사 교육의 일환으로 예비교사들이 수학의 유용성 및 가치를 인식하고 가치 인식의 중요성에 대해서 스스로 경험해 볼 수 있는 다양한 교수-학습 활동이 이루어지기를 제안한다.

참고문헌

고상숙, 고호경, 박만구, 한혜숙, 홍예윤 (2012). 수학교육평가론. 서울: 경문사.

고정화, 서보억, 이학렬, 양길석, 송미영, 최인봉 외 (2008). 2007년 국가수준 학업성취도 평가 연구-수학, 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2008-5-3.

교육과학기술부 (2008). 초등학교 교육과정 해설(Ⅳ) - 수학, 과학, 실과. 광주: 한솔사.

김경희, 김수진, 김미영, 김선희, 강민경, 박효희, 정송 (2009). PISA와 TIMSS 상위국과 우리나라의 교육과정 및 성취 특성 비교 분석, 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2009-7-2.

김민경, 권혁진 (2010). 수학 문제 해결에서 학업성취도에 따른 표상 활용 능력과 특징 분석, 한국수학교육학회지 시리즈E 수학교육 논문집, 19(1), 475-502.

김선희 (2009). 예비교사 교육에서 수학학습 일지 쓰기의 적용. 대한수학교육학회지 수학교육학연구, 19(2), 289-306.

박정 (2007). 우리나라 중학생의 수학에 대한 정의적 특성 변화와 수학 성취에 미치는 영향력 분석, 한국수학교육학회지 시리즈 A, 46(1), 19-31.

서화자, 권명옥, 김춘미(2004). 표상학습전략 훈련이 수학학습부진아의 문장제 문제해결력 향상에 미치는 효과. 정서.행동장애연구, 20(4), 353-376.

심은영 (2007). 다면적 표상 기반 전략훈련이 수학 문장제 해결에 미치는 영향, 국민대학교 대학원 박사학위논문.

오명희 (2007). 중학교 3학년 학생들의 기하 문제 해결 과정에서의 표상과 전략에 관한 분석, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.

이양미, 전평국 (2005). 수학적 문제 해결을 위한 초등학교 3학년 학생의 표상과 표상의 정교화 과정 분석, 한국수학교육학회지 시리즈E 수학교육 논문집, 19(1), 305-306.

이종희, 김선희 (2002). 수학적 의사소통. 서울: 교우사.

장혜원 (1997). 수학학습에서의 표현 및 표상에 관한 연구-표상모델 개발을 중심으로, 서울대학교 대학원 박사학위 논문.

한정민 (2005). 표상 활동이 문제해결에 미치는 영향: 지수함수와 로그함수 중심으로, 단국대학교 대학원 석사학위논문.

Diezmann, C, M. & English, L. D. (2001). Promoting the use of diagrams as tools for thinking. In A. A. Cuoco & F. R. Curcio (Eds.), The roles of representation in school mathematics (pp. 77-89). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Friedlender, A., & Tabach, M. (2001). Promoting multiple representation in algebra. In A. A. Cuoco & F. R. Curcio (Eds.). The roles of representation in school mathematics(pp. 173-184). Reston, VA: NCTM

Lesh, R. (1979). Mathematical learning disabilities: Considerations for identification, diagnosis and remediation. In R. Lesh, D. Meierkiewicz, & M. G. Kantowski (Eds.), Applied mathematical problem solving(pp. 111-180). Columbus, OH: Eric Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.

Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). Representations and Translations among

Representations in Mathematics Learning and Problem Solving. In C. Janvier, (Ed.), Problems of Representations in the Teaching and Learning of Mathematics (pp. 33-40). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

NCTM (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.

NCTM (2000). Principle and standards for school mathematics. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.

Shield, M. & Swinson, K. (1996). The Link Sheet: A Communication Aid for Clarifying and Developing Mathematical Ideas and Processes. In P. C. Elliott & M. J. Kenney (Eds.), Communication in Mathematics, K - 12 and Beyond(pp. 35-39). Reston, VA: NCTM.

Thompson, A. G. (1992). Teacher' Belief and Conceptions: A Synthesis of the Research. In D. A. Grouws(Ed.), Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning(pp. 127-146). New York : Macmillan Publishing Company.

Tocci, C. M. & Englehard, G. (1991). Achievement, parental support, and gender differences in attitudes toward mathematics, Journal of Educational Research, 84. 280-286.

Walker, W. & Plata, M. (2000). Race/gender/age differences in college mathematics students. Journal of Development Education, 23, 24-30.

Zazkis, R. & Liljedahl, P. (2004). Understanding primes: The role of representation. Journal for Research in Mathematics Education, 35(3), 164-186.

A Study on the effects of the use of the Link Sheet in pre-service mathematics teachers' mathematics learning[4)]

Han Hyesook[5)]

Abstract

The purposes of this study were to investigate the effects of the use of link sheet in pre-service mathematics teachers' mathematics learning. The study was conducted in Calculus course during 1 semester with 25 pre-service mathematics teachers. According to the results of questionnaires and focused group interviews, the use of the link sheet helped students to develop deeper understandings of mathematical concepts and mathematical communication ability. In addition, the use of the link sheet encouraged students to realize the value of the mathematics and it also played a central role in creating active and self-directed learning atmosphere.

Key Words : link sheet, mathematical concepts, mathematical communication, the value of mathematics, representation, pre-service teacher

4) The present research was conducted by the research fund of Dankook University in 2011
5) Dankook University(hanhs@dankook.ac.kr)