

문제중심학습(PBL)을 통한 수학적 태도 변화에 대한 연구

김 부 윤 (부산대학교)

정 두 영 (부산고등학교)

정 원 경 (부산고등학교)

수학시간에 많은 학생들이 흥미를 갖고 능동적인 학습활동을 할 수 있도록, 실세계 상황의 과제가 제시된 소집단 협력학습, 토론활동 위주의 문제중심학습(PBL: Problem-Based Learning)을 고등학교의 수학교실에 적용한다. 이를 위하여 본고에서는 학습여건의 조성, 적합한 학습과제의 특성, 교사의 역할 등을 중심으로 살펴보고, 발전적인 PBL 학습모형을 개발하여 교실 실재에 적용함으로써 고등학교 학생들의 정의적 영역의 태도 변화에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

I. 연구의 필요성 및 목적

지금 학습하고 있는 수학내용이 미래에 우리가 접하게 될 문제의 해결과 관련이 없다면, 어떻게 우리는 우리의 학생들이 이러한 수학을 배워야 한다고 말할 수 있을까?

급변하는 미래 사회에서 요구되는 지식은 낱알의 지식으로서 정보의 방대함이 아니라, 실제상황에 유연하게 적용할 수 있는 문제해결 능력이다. 따라서 수학학습은 학생들에게 이러한 문제해결 능력을 신장하도록, 절차와 알고리즘의 숙달에서 이해를 강조하는 수학적 사고방식으로 그 초점이 이동되어야 한다. 이해하면서 배운 것은 유연하게 사용될 수 있고, 새로운 상황에도 적용할 수 있으므로, 미래의 변화무쌍한 세상을 살아가는데 유용하기 때문이다.

강인애(1997)에 의하면, 문제중심학습(Problem-Based Learning)은 기존 교육 환경이 지닌 문제점인 수동적 학습자, 탈상황적 지식, 학교 지식의 사회적 비적용성 등을 해결하기 위한 대안책으로서 출발하여, 정보화 시대의 특성인 지식의 홍수와 급격한 변화에 대한 대처 방안으로서 제시되었다. 문제중심학습의 학습목표는 “학습자로 하여금 어떤 문제 상황이나 과제에 대한 해결안 혹은 자신의 견해나 입장을 전개하여, 제시하고 설명하며, 나아가 옹호할 수 있어야 한다”는 것이다(Duffy, 1996; 강인애, 1997 개인용).

Finkle & Torp(1995)은 “문제중심학습은 실세계 문제들을 반영하는 구조화되지 않은 문제에 학생들을 능동적인 문제해결자로서 직면하게 함으로써 문제해결전략과 교과목 지식의 기초와 기술 둘 모두를 동시에 개발시키는 교육과정 개발의 하나이며 교수적인 시스템이다.”라고 했다.

문제중심학습에서 말하는 적합한 문제들은 관련성이 있어야 하고, 실제적이고, 복잡하며 명확한 해법들을 구할 수 있어야 한다(Norton & Wiburg, 1998). 문제는 사회적인 맥락 안에서 해결될 수 있어

야 하는데, 학습자들을 함께 활동하게 함으로써 혼자서 풀 수 없었던 문제를 어떤 수준에서 풀 수 있게 해야 한다(Vygotsky, 1978). 이러한 문제가 문제중심학습에서 가장 핵심적인 요소이다. 문제는 다음 네 가지의 특성을 가져야 한다(남승인 · 류성립, 2002).

- 구조화되지 않은(ill-structured) 문제로 해결안이나 결과가 접근하는 방식에 따라 여러 가지 결론을 얻을 수 있는 문제라야 한다.
- 모든 상황에서 현실성을 바탕으로 하는 문제여야 한다.
- 학습자 자신들에게 꼭 필요하고 관련이 있으며 실질적인 도움을 주는 문제여야 한다.
- 주어진 문제에 학습자의 역할과 기대되는 학습 결과물에 대한 명시가 분명히 제시되어 있어야 한다.

NCTM에 의한 수학교육의 방향은 이해를 위해 추론, 의사소통, 연결성, 문제해결을 강조하고 있다. 따라서 수학적으로 이해한다는 이러한 관점에서 문제중심의 다양한 접근들이 시도되고 있다.

신인선 · 권점례(2001)에 의하면, 외국에서의 몇몇 연구들은 문제중심의 접근이 다양한 수학적 능력의 아동들이 수업에 흥미있게 참여하는 것을 가능케 하고, 탐구활동을 통해 문제에 대한 다양한 접근과 다양한 반응을 가능하게 하였다고 인용하였으며, 또한 우리나라 초등학교 5학년 교실에서도 이러한 결과들을 확인하였다고 하였다.

따라서 본 연구는 문제중심학습을 일반계 고등학교 수학교실에 적용하기 위한 학습여건은 어떠한지, 학습과제의 특성 및 교사의 역할은 무엇인지, 이를 중심으로 문제중심학습이 학생들의 정의적 태도에 미치는 영향에 대해 살펴보고자 한다. 문제중심학습이 학생들의 인지적 영역에 미치는 영향에 대해서는 보다 통계적이고 엄밀한 접근과 분석이 필요하므로 본고에서는 다루지 않는다.

II. 문제중심학습

문제중심학습은 1969년 캐나다 McMaster의과대학에서 기존 교육환경의 비현실성, 부실성 등에 대한 반성으로 새로이 채택한 교수 · 학습 모형이다. Barrows는 기존의 강의식, 암기식 수업이 의과대학 수업에는 잘 맞지 않는다는 결론에서 출발하여 자신의 경험적 틀에 의해 새로운 수업 모형을 만들었고, 거기에 인지 · 심리 이론들을 덧붙이면서 하나의 교수 · 학습 모형으로 자리 잡게 된 것이다.¹⁾ Barrows의 PBL 교수 · 학습 모형은 단지 의과대학뿐만 아니라, MBA프로그램, 교육 행정가들의 교육 프로그램, 다른 여러 교과목에 이르기까지 새로운 교육방법으로 널리 연구되고 적용되기 시작했다.

PBL은 복잡하게 얽힌 비구조적인 문제들에 관련한 교육과정과 교수를 구성하는 교육적인 접근이다. 학생들은 해결에 대한 탐색에서 다중적인 원리들로부터 지식을 모으고 적용한다. 교사에 의해 인지적으로 안내되어, 학생들은 문제를 명확히 하고, 가설을 공식화하고, 자료를 검색하고, 실험을 행하고, 해법을 공식화하는 과정을 통하여 그 문제의 조건들에 가장 알맞은 것을 결정하면서, 그들은 비

1) 김종문 외, 구성주의 교육학(서울: 교육과학사, 1998), p.220.

판적인 사고, 문제 해결, 협력학습의 기술을 발전시킨다. PBL은 학생들이 복잡성을 받아들이게 하고, 학습에서 즐거움을 찾게 하고, 창조적이고 실세계 문제 해결을 할 수 있는 능력을 향상시킨다.²⁾

Barrows(1985)는 학습은 학생들이 그 과정에 능동적으로 참여할 때, 그리고 문제 주변에서 조직화 될 때, 발전된다고 했다. 이러한 관점에서 PBL에서는 학습자에게 비판적인 지식, 문제해결능력, 자기 주도적인 학습 전략, 그룹활동에 참여하도록 하는 기술을 요구하는 문제들이 제시된다. Bridges & Hallinger(1992)는 PBL을 동기부여의 측면에서, 인지적이고 기능적인 바탕에서 보았다. 이것의 핵심은 사전지식을 코딩하여 지식의 정교화를 피하는 것이다. 즉, 학습된 것의 맥락(context)은 학습될 것의 맥락과 닮아서, 학생이 어떤 정보를 정교화할 기회를 갖는다면, 그 정보는 보다 잘 이해될 것이라고 보는 관점이다. Waterman, Akmajian & Kearny(1991)은 PBL 개념을 문제상황(실세계 문제)이 제시된(Problem-simulated Learning), 소그룹 활동에 의한 학습자 중심의 학습(Student-centered Learning)이라고 했다. 비구조적인 서술적 실제 상황, 학생 중심의 학습, 소그룹 협력학습이 PBL의 세 가지 필수 요소들이다.³⁾

비구조적인 서술적 실제 상황

이것은 PBL의 핵심이다. 학생들이 하나의 서술적 실제 상황을 통해 학습할 때, 그 사례가 그들의 관심을 끈다면 그들은 자신들이 그 사례를 이해하도록 해주는 어떠한 관련된 정보를 찾아내려고 노력할 것이다. 서술적 실제 상황이 항상 답을 주는 것은 아니고, 문제를 해결하는 것이 PBL의 궁극적인 목적은 아니다. 대신에, 하나의 학습 사례는 학습의 구동력으로서 작용한다. 내용 지식과 문제 해결 기술들이 이 학습의 목적이다.

학생 중심의 학습

소집단에서 '시나리오' 혹은 '서술적 실제 상황'이 읽혀지고, 구성원들은 시나리오에서 주어진 '사실(알고 있는 것)'을 확인한다. 그 때, 그들은 이러한 사실들과 관련된 이유에 대한 그들의 '아이디어들(가정들 혹은 생각들)'을 제시한다. 다음에 그들은 배워야 할 필요가 있으면서 그들의 아이디어들이 유효한 지를 증명해주는 '학습 요소들'을 확인한다. 학생들은 필요한 정보를 얻기 위하여 인터넷, 도서관, 지역 연구소, 교사들, 혹은 각 분야의 전문가 등의 다양한 학습자원들로부터 접근하게 된다.

소집단 협력 학습

PBL에서 학생들은 대개 소집단의 일원으로서 협력학습을 통해서 학습한다. 이상적인 소집단의 크기는 5명에서 7명이다. PBL에서의 협력학습은 특히 중요하다. 학습 사례에서 학습 요소들이 확인될 때, 각 구성원은 학습 과제의 작은 부분을 맡을 것이고, 구성원 각자는 그러한 과제들의 '정복자'가 되어 자신의 위치로 돌아온다. PBL에서 학생들은 지속적으로 그들 구성원들과 학습하는 것을 의사

2) Center for Problem-Based Learning(1998). What is problem-based learning.

[Online] <http://www.imsa.edu/team/cpbl/whatis/whatis/slide1.html>.

<http://www.cotf.edu/ete/teacher/teacherout.html#background>.

3) HsingChi A. Wang, Patricia Thompson, and Charles F. Shuler, Essential Components of Problem-Based Learning for the K-12 Inquiry Science Instruction (1998).

소통해야 하기 때문에 숙련된 의사소통자로 되어 간다고 인식하게 된다. Tanner et al.(1997)은 PBL에서 의사소통은 긍정적인 요소라고 했다. 의사소통을 하면서 각 구성원들은 그들 소집단의 성공에 대해 책임이 있다는 것을 알게 되고 좀 더 활동적인 학습자로서 인식해 가게 된다.

PBL에서의 교사들은 학생들에 대해서는 학습과정을 촉진하는 그룹학습 촉진자이다. 교사들은 학습 자원들을 효과적으로 활용하기 위한 다양한 전략들을 안내한다. 그들 역할의 일부는 전략들에 대한 긍정적인 피드백을 수행하는 것이고, 그룹 상호작용 기술을 촉진시키는 것이고, 협동을 조장하고, 학습이 진행되는 동안 경쟁적이지 않도록 하는 것이다. PBL에서 교사는 학생들에게 개방된 질문을 함으로써 그들의 사고를 확장하도록, 아이디어를 구성하고 그 아이디어로부터 근거 있는 추측을 하도록, 자료의 불충분한 정보에 대해 비판적인 사고를 하도록 발문해야 한다.

Ⅲ. 연구방법 및 절차

부산광역시 소재 B고등학교 학생들을 대상으로, 2003학년도에는 1학년 전체(336명)에게 수학10-가, 나 과목을 두 사람의 교사가 적용하였고, 2004학년도에는 2학년 인문·사회 집중과정 6개 반(147명) 학생들에게 수학 I을 한 사람의 교사가 적용하였다.

PBL에서는 실세계 자료에 근거한 서술적 실제상황이 제시된 문제로부터 학습하게 되므로, 1차 년도의 처음 두 달간은, 복잡하고 다루기에 불편한 실세계 데이터를 보다 효과적으로 처리할 수 있고, 표, 그래프, 기호연산을 활용하면서 다양한 실험을 할 수 있는 그래핑 계산기 활용능력을 갖추게 하는데 중점을 두었다. 1차 년도에는 실세계 자료를 수집할 수 있는 실험, 그래핑 계산기에 내장된 기하프로그램 및 스프레드시트 기능 및 시뮬레이션을 통한 확률실험 등의 다양한 활동을 통하여 학생들의 흥미와 수업참여를 촉진하였다. 이러한 활동들과 토론활동을 할 수 있는 시간 확보를 위해서 2시간 연속수업으로 교육과정을 편성하고 소집단을 구성하여 PBL을 적용할 수 있는 여건을 조성하였다. 2차 년도에는 1차 년도에 중점을 둔 그래핑 계산기 활용능력과 토론활동의 여건을 기반으로 1차 년도에 비해 문제상황을 교육과정의 범위 안에서 좀 더 구조화하고, 기존의 PBL모형⁴⁾을 수정하여 교수·학습 과정안을 구체화하였으며, 이에 따라 학습활동을 촉진할 수 있는 질문들⁵⁾로써 학습과제를 구성하였다.

<표 1>은 본 연구에서 실시한 실태조사들이다.

4) Barrows & Myers(1994)

5) <http://www.busan.hs.kr>

<표 1> 실태조사

(N=147)

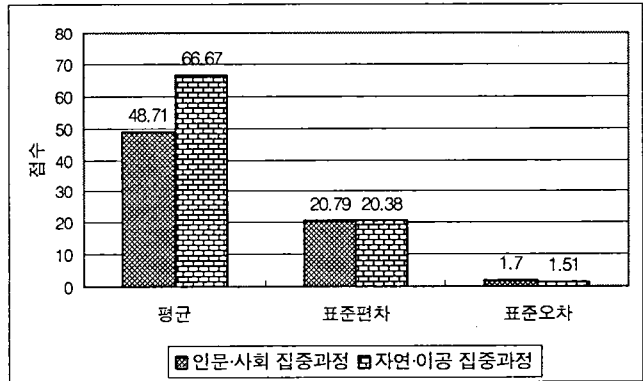
구 분	내 용	도구 및 방법	대 상
1차 년도 연구결과	수학 흥미도 검사	수학 흥미도 설문 조사지(한국교육개발원)	1학년(336명)
	수학 불안감 검사	수학 불안감 설문조사지(Allison)	
	학습 수행지 분석	학습 수행지	
2차 년도 실태조사	수학성적 분석	설문지	2학년(147명)
	PBL 학습 개념에 따른 수학 수업의 효과성	설문지	2학년(147명)
	자기주도적 학습 능력	설문지	2학년(147명)
	수학에 대한 정의적 태도	설문지	2학년(147명)

1차 년도의 연구에서, 다음과 같은 결과를 얻었다. 첫째, 모르는 내용이 나오면 자신감을 잃고 포기하는 학생들이 많았으나, 동료의 도움을 받기 위해 수업 시간 중에 의사소통을 하는 소집단 협력 학습 활동이 증가하였다. 둘째, 교사의 질문에 대해 다양하게 생각을 하며, 학생 자신의 사고를 논리적으로 정리하고 발표하는 경험도 늘어났다. 셋째, 소집단 협력 학습과 토론 활동, 테크놀로지의 활용에 따라 직접 시각적으로 확인되는 학습 경험이 누적되고, 학습의 지속적 추진으로 인해 막연하게 느끼고 있었던 수학에 대한 불안감이 어느 정도 해소되었다.

1차 년도에 테크놀로지로서 그래핑 계산기를 활용할 수 있는 기존의 과제를 수정 보완하여 학생들에게 적용한 결과, 그래핑 계산기 활용에 대한 흥미와 질문들이 많았으며 소집단 내에서 해결하려는 경향이 자연스럽게 조성되었다. 이에 따라 그래핑 계산기로써 상호작용할 수 있는 과제개발이 필요하게 되었다. 초기 두 달간 그래핑 계산기에 익숙해질 수 있는 시간을 충분히 주고, 개념으로 연결될 수 있는 그래핑 계산기 활용에 중점을 두었다. 소집단 편성과 테크놀로지를 활용할 수 있는 여건이 조성되었고 이로 인해 수학적 의사소통이 활발하게 이루어졌으며, 이러한 표현 활동은 학생들의 수학 교과에 대한 관심과 흥미를 고조시켰다. 그래핑 계산기의 입력형태에 따른 결과의 상이함을 비교하거나 비슷하게 수행했는데 결과가 나오지 않을 때의 에러메시지와 다른 사람의 계산기의 입력형태를 눈여겨 보면서, 수학적 표현과 계산기 표현의 유사성과 차이점을 찾으려 하며, 학생들은 자신의 생각과 다른 사람의 생각을 비교하고 비판하며 좀 더 나은 해결책을 찾는 질문들을 하게 되었다.

하지만 계산기를 사용하는 횟수가 늘어나면서 계산기 자체에 대한 흥미보다는 교과내용 자체에 대한 흥미를 유도할 필요가 있었다. 이러한 흥미는 교육과정의 내용과 부합되면서 각 단원의 내용을 연결하고 실세계 상황을 반영하는 학습 과제로부터 생긴다고 판단하게 되었다. 학생들은 그들과 관련 있는 상황이 제시된 문제로 학습할 때, 더욱 흥미를 보였으며 일상적인 지식을 수학내용과 관련시킬 때, 활발한 사고활동과 표현활동을 하였다. 교사는 학생들의 활발한 사고활동을 더욱 촉진할 수 있는 반성적 사고의 유형을 보여줄 필요가 있었으며 그러한 반성적 사고를 이끌어 내는 질문들을 구조화할 필요가 있었다.

2차 년도에는 1차 년도에 이어, 인문·사회 집중과정의 학생들에게 적용했다. 2차 년도 3월에 조사한 1학년 때의 성적은 <그림 1>과 같다. 인문·사회 집중과정과 자연·이공 집중과정 반의 평균 19점 정도의 차이가 났다. 수학 성적이 학생들의 집중과정 선택에 상당한 영향을 주었다는 것을 알 수 있다. 1학년 때의 수학성적의 평균은 전체 평균에 비해 10점 정도로 낮았으며, 자연 집중



<그림 1> 집중과정별 수학 성적 평균과 표준편차

과정 학생들의 성적에 비해서는 19점 정도로 낮았다. 또한 초의 수학 학습태도에 대한 설문조사에서 이들의 계열선택의 기준은 수학성적이었으며, 수학성적이 낮은 학생들의 수학에 대한 흥미도 또한 낮았다. 수학성적과 수학에 대한 흥미도는 깊은 관련이 있는 것으로 판단되었고, 수학에 대한 진정한 흥미를 유발하고 수학에 대한 성취도가 낮은 학생들이라 하더라도 문제해결 전략이나 문제해결 기술의 습득은 더욱 필요하다고 판단되었다.

Hiebert et al.(1997)은 이해에 초점을 둔 수업이 갖추어야 할 중요한 특성을 과제의 특성, 교사의 역할, 수업의 사회문화, 수학적 도구의 활용, 공평성에의 접근가능성이라는 다섯 가지 측면에 의한 틀을 제시하고 있다. 이러한 다섯 가지 틀에 부합하는 교수·학습 모형을 적용하고자, 2차 년도에는 PBL 모형을 <표 2>와 같이 Barrows & Myers(1994)의 PBL 모형을 기반으로 수정한 교수·학습 모형을 개발하였다. 또한, 1차 년도의 학습과제가 그래핑 계산기위주로 구성되었다면, 2차 년도에는 그래핑 계산기 활용을 적극적으로 전제하지 않는, 학생들의 사고활동을 촉진할 수 있는 형성적 질문을 던지는 과제제작에 중점을 두었다.

수업의 사회문화적 측면을 고려하여 소집단 활동에 적합한 책상배치를 하고 이질적인 학생 5-6명으로 소집단을 구성하였다. 토론활동과 협력학습을 할 수 있는 여건을 만들고자 2시간 연속수업으로 진행하였다. 이러한 수업은 교육과정의 내용 중에서 수학적 도구인 테크놀로지(그래핑계산기)를 활용할 수 있는 단원을 선정하여 과제를 개발하였다. 과제(예시: <부록1>)들은 주로 단원의 도입에서 적용하였다.

그래핑 계산기를 활용한 연수자료와 국내외의 자료들을 참고하여 토론활동, 소집단 협력학습, 학습결과와 과정을 서술적으로 기록할 수 있도록 과제를 구성하였다. <표 3>은 개발된 PBL 학습과제 목록이다. 개발된 PBL 모형에 따라 <부록1>과 같이 학습과정을 구안하고 <부록2>는 그에 따른 학습과제이다. 2차 년도에는 토론활동을 촉진하기 위해 학습과정안에 교사의 질문을 1차 년도에 비해 좀 더 상세화하여 수업 중에는 소집단의 진행상황에 따라 소집단별로 이러한 질문들로서 수학학습을 촉진하였다.

<표 2> PBL 교수·학습 모형

단 계	학습 형태	교수·학습 활동
문제상황 제시	발문 및 전체담화	<ul style="list-style-type: none"> · 교사의 문제상황 도입 및 이에 근거한 발문 · 문제상황에 대한 개략적인 이해
정보 공유	개별 학습 조별 토론활동	<ul style="list-style-type: none"> · 알고 있는 것과 알아야 할 것에 대한 이해 · 브레인스토밍 · 토론에 의한 정보 검토와 공유 · 조별 토론과 사고에 대한 피이드백
문제 해결	개별 학습 조별 탐구활동 및 토론활동	<ul style="list-style-type: none"> · 집단의 전략 수립과 공유 · 탐구 활동을 통한 문제 해결 · 개별 학습 수행지 작성 · 학습 내용 조별 발표
문제 진술	개별 학습 소집단협력학습	<ul style="list-style-type: none"> · 문제의 내용 진술과 명료화 · 학습한 내용을 기술하고 의문점, 알게 된 점, 앞으로 더 알아야 할 점에 대한 기록 및 토론
일반화	조별학습 전체 학습 개별학습 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> · 개별 학습지 및 조별 학습 결과 발표 · 반성적 사고 활동에 대한 결과의 재해석과 일반화 · 학습내용 확인·평가

<표 3> PBL 학습과제 목록(2차 년도 수학 I)

단원명	소단원	학습 내용	과제 개발
I. 지수와 로그 1. 지수	1. 거듭제곱과 거듭제곱근	· 거듭제곱근과 그 성질에 대한 이해와 그 계산	· 지수 및 지수함수 개관 학습지13
	2. 지수의 확장	· 지수의 범위를 실수까지 확장	· 거듭제곱근과 지수의 성질 학습지14
	3. 지수법칙	· 지수법칙에 대한 이해와 그 계산	
V. 지수함수 로그함수 1. 지수함수	1. 지수함수와 그 그래프	· 지수함수의 그래프에 대한 이해	· 지수함수에 대한 이해 학습지15 · 여러가지 지수함수의 그래프 학습지16
	2. 지수방정식과 지수부등식	· 지수방정식과 지수부등식 풀이	· 지수함수의 활용 학습지17 · 이차계산방식에 대한 이해 학습지18 · 해저에서의 빛 세기의 변화 학습지19
2. 로그함수	1. 로그함수와 그 그래프	· 로그함수의 그래프에 대한 이해 · 지수함수와 로그함수의 관계에 대한 이해 및 실세계 문제와의 연결성 이해	· 지수함수와 로그함수의 관계 학습지20 · 로그함수의 평행이동 학습지21 · 다양한 로그함수의 그래프 학습지22
	2. 로그방정식과 로그부등식	· 로그방정식과 로그부등식 풀이	· 매출액증가율 학습지23 · 문제해결(수행평가) 학습지24

IV. 결과 분석 및 논의

1. PBL 모형적용에 대한 설문조사

<표 4>는 2차 년도 9월 말에 PBL 모형적용에 대해 학생들에게 설문조사한 결과이다.

<표 4> PBL 모형적용에 대한 학생 설문조사

(N=147)

설문 내용	조사 항목	반응도				증감 (%)
		사전(2004.3)		사후(2004.9)		
		N	%	N	%	
학습 과제 및 교수·학습 모형에 대한 흥미도	① 매우 흥미롭다.	32	22	47	32	+10
	② 흥미는 있으나 번거롭다.	66	45	70	48	+3
	③ 귀찮고 지루하다.	49	33	30	20	-13
학습 과제 및 교수·학습 모형의 수학 학습 효과	① 많은 도움을 준다.	10	7	20	14	+7
	② 조금 도움을 준다.	27	18	49	33	+15
	③ 별로 도움을 주지 않는다.	110	75	78	53	-22
수학적 의사소통과 토론 활동	① 활동이 활발해 졌다.	26	18	78	53	+35
	② 별로 차이가 없다.	48	33	49	33	0
	③ 활동에 소극적이다.	73	49	20	14	-35
교수·학습 방법에 대한 만족도	① 매우 만족한다.	18	12	28	19	+7
	② 그냥 그렇다.	107	73	87	59	-14
	③ 아직은 잘 모르겠다.	22	15	32	22	+7

<표 4>에서 보는 바와 같이, 기존의 학습 과제와 수업 모형에 비해 새로운 접근 방식의 학습 과제와 실세계 상황을 반영하는 PBL 교수·학습 모형을 적용한 수업에 관한 흥미도, 학습 효과, 의사소통과 토론 활동 및 교수·학습 방법에 대한 만족도가 PBL 교수·학습 적용 이전에 비해 긍정적으로 변화하였다. 이를 항목별로 보면, 다음과 같다.

첫째, 새롭고 다양한 교수·학습 방법의 도입으로, 흥미도에서 '매우 흥미롭다'에 응답한 수는 증가했고, '귀찮고 지루하다'에 응답한 수 역시 감소한 것으로 학생들의 흥미도는 높아진 것으로 볼 수 있다. 그러나, '흥미는 있으나 번거롭다'에 반응한 학생이 50% 정도인 것은 수학 교과 자체에 대해 관심을 갖고 있는 학생들이 거의 부동인 것으로 판단된다.

둘째, 새로운 접근 방식의 학습 과제와 PBL 교수·학습 모형에 대한 수학 학습 효과에 대한 조사에서 '많은 도움을 준다' 또는 '조금 도움을 준다' 등 긍정적으로 반응한 학생이 사전 25%에서 사후 47%로 증가하였다. 수업 과정 중에 학생들이 비판되거나 소외당하지 않고, 직접 학습 활동에 참여하기 때문에 수학 개념을 형성하는데 긍정적인 영향을 미치고 있는 것으로 생각된다.

셋째, 수업 중 수학적 의사소통과 토론 활동에 대한 견해를 묻는 조사에서 '활동이 활발해졌다'에

응답한 학생이 사전 18%에서 사후 53%로 상당히 증가한 것으로 볼 때, PBL 교수·학습의 적용은 기존의 수학 수업에서 경험하지 못했던 의사소통과 자기 의견을 주장하고 토론하는 능력을 향상시키는데 효과가 있었다는 것으로 해석된다.

넷째, PBL 교수·학습 방법에 대한 만족도를 묻는 조사에서 '매우 만족한다'와 '아직은 잘 모르겠다'에 응답한 학생의 비율이 모두 7% 정도 증가한 것을 볼 때, 상위권 학생들은 소집단 활동에서 자기주도적 학습 활동과 발표 기회를 많이 가지므로 긍정적인 변화를 보이고 있으나, 중하위권 학생들은 수학 교과 자체에 대한 부담감을 가지고 있는 것으로 보인다.

2. 수학에 대한 정의적 태도 변화에 대한 설문조사

<표 5>는 2차 년도 9월 말에 실시한 수학에 대한 정의적 태도 변화에 대해 설문조사한 결과이다.

<표 5> 수학 학습 태도에 대한 설문조사 (N=147)

설문 내용	조사 항목	반응도				증감 (%)
		사전(2004.3)		사후(2004.9)		
		N	%	N	%	
수학의 유용성에 대한 인식 변화	①유용하고 가치가 있는 과목이다.	15	10	48	33	+23
	②대학입시 과목이다.	64	44	62	42	-2
	③필요가 없는 과목이다.	68	46	37	25	-21
수학 학습 습관에 대한 태도 변화	①수학을 잘 하려고 노력한다.	28	19	45	31	+12
	②노력해야 한다고 생각한다.	72	49	82	56	+7
	③항상 걱정이 앞선다.	47	32	20	13	-19
수학 교과에 대한 불안감 변화	①좋은 느낌으로 편안하다.	8	5	39	27	+22
	②조금 긴장이 된다.	107	73	90	61	-12
	③별 생각이 없다.	32	22	18	12	-10

<표 5>에서 보는 바와 같이 학생들의 수학의 유용성에 대한 인식, 수학 학습 습관에 대한 태도, 수학 교과에 대한 불안감 등 수학에 대한 정의적 태도에 대한 변화는 PBL 교수·학습 모형 적용 이전에 비해 상당히 긍정적으로 변화였다. 이를 항목별로 보면, 다음과 같다.

첫째, 수학의 유용성에 대한 인식 변화에서 '유용하고 가치가 있는 과목이다'에 응답한 학생이 사전 10%에서 사후 33%로 23% 증가하였다. 이는 문제 상황 도입과 실세계와의 관련성을 강조하는 PBL 교수·학습 모형을 적용한 수학 수업에서 직접 경험해 봄으로써, 수학의 유용성에 대한 긍정적인 인식의 변화를 보였다고 판단된다.

둘째, 수학 학습 습관에 대한 태도 변화에서 '수학을 잘 하려고 노력한다'와 '노력해야 한다고 생각한다'에 응답한 학생이 사전 68%에서 사후에는 87%로 19% 증가하였다. 이는 PBL 교수·학습 모형이 소집단 토론과 스스로 생각하고 해결하려는 자기주도적인 학습 태도를 갖는데 도움을 준 것으로 볼 수 있다.

셋째, 수학 교과에 대한 불안감 변화에서는 ‘좋은 느낌으로 편안하다’에 응답한 학생이 22%나 증가하였으며, 불안감을 가지는 반응이 상당히 감소하였다. 학생의 상호 의사소통과 발표에 의한 협력 학습을 통해서 수학에 대한 막연한 불안감이 완화된 것으로 보인다.

3. PBL 모형적용에 대한 학생의 소감문

개발한 PBL 학습과제(<학습지3>6)와 수업을 실시한 후 학생들의 수업 소감은 다음과 같다.

(학생1) 난 수학시간이 항상 지겹고 재미없이 딱딱한 수업이었지만 계산기를 이용하여 여러 가지 표를 비교하고 그 결과를 간단히 알아낼 수 있어서 신기했고 재미있는 수업이었다. 그리고 다음 일요일 수학시간이 기다려지고 기대가 된다.

(학생2) 아이들과 조별활동을 하면서 공부가 재미있었다. 더군다나, 우리 조에는 엘리트가 2명이 있어서 모르는 것도 질문하여 많은 것을 알게 되었다. 그리고 수학은 정말 많은 생각이 필요한 것 같다. 최종적으로 오늘 수학은 정말 재미있었다.

(학생3) 아이들과 토론수업을 해보니 어려운 점도 많이 있었다. 하지만 4명에서 머리를 맞대고 고민해보니 맞을지는 모르겠지만 답이 나왔다. 어렵게 구한 답이니까 맞았으면 좋겠고 다음 토론 수업 때는 오늘보다 더 열심히 토론해서 정확한 답을 구할 수 있도록 해야겠다.

(학생4) 나 혼자서 문제를 해결하려고 했다면 실수가 발생하거나 엉뚱하게 할 수도 있었는데 조별 토론으로 문제에 대해 서로 의논도 해보고 결과도 같이 도출해내니 좀 더 정확하게 결론을 낼 수 있는 것 같다. 또한 혼자서 하면 사실 지겹기도 한데 이렇게 토론을 하니 재미도 있고 즐거웠던 것 같다. 앞으로도 계속 문제를 풀 때 조별토론으로 했으면 한다.

4. PBL 과제에 대한 학생 반응 예시

학생들은 실험과 조별토론 활동을 통하여 자신의 생각을 표현하고 정교하게 하면서 자신이 생각한 바에 대한 근거를 질문하고 대답함으로써 개념에 대한 이해정도를 드러내고 있다.

<표 6> 학생 답안 예시

<실험>1)에서 “어떤 그래프가 관찰되는가? 형광등의 빛의 세기는 일정한가?”에 대한 학생기록의 예

(학생1) 약간의 굴곡은 보이지만, 일정한 주기성을 지니는 그래프이다.

(학생2) 형광등이 깜빡일 때, 빛의 세기로서, 일정하지 않다.

(학생3) 포물선, 비교적 일정하다(일정하지 않다).

(학생4) 형광등의 빛의 세기가 제각각 달라져서 불빛의 세기가 커졌다 작아졌다 반복되는 세기의 주기성을 가진다.

(학생5) 위아래로 왔다 갔다 하는 그래프, 빛의 세기는 일정하다.

<실험> 1-3) “이 실험으로부터 알게 된 사실을 적으시오.”에 대한 학생기록의 예

- (학생1) 형광등은 주기적으로 깜빡거린다. 빛의 세기를 계산기를 통해서 알 수 있고 형광등의 빛이 최대일 때 최소일 때 빛의 세기로부터 주기가 얼마인지 알 수 있었다.
- (학생2) 빛의 세기와 사인의 주기가 같아서 참 신기하다.
- (학생3) 그냥 눈으로 보았을 때는 잘 모르겠으나 실험을 통해서 빛이 깜빡거린다는 것을 알았다.
- (학생4) 형광등이 깜빡거리는 속도가 빠르다는 것과 빛의 세기가 일정하지 않다는 것
- (학생5) 형광등의 빛이 일정하지 않다는 걸 실험에서 확실히 알았고, 사람의 건강에도 안 좋다는 것을 알 수 있었다. 형광등의 빛이 한 번 깜빡일 때 매우 시간 간격이 짧아 우리 눈에는 잘 보이지 않지만 이제 는 실험을 해서 뿌듯하다.
- (학생6) 일상생활에서 삼각함수가 어떻게 사용되는지 알았다.

V. 결론 및 제언

최근의 수학교육의 개혁동향은 이해를 강조하며 이를 위해 실세계 상황을 도입한 과제로써 학생들이 미래의 생활에서 부딪히게 될 문제해결에 초점을 둔다. 이해를 촉진하는 교실을 강조하는 문제중심학습(PBL)은 비구조화된 서술적 상황이 주어진 학습과제, 학생중심의 소집단 협력학습에 중점을 둔다.

본 연구에서는 이러한 PBL 모형을 일반계 고등학교에 2년간 적용하여 학생들의 학습 태도에 미치는 영향을 알아보았는데, 나타난 결과는 다음과 같다.

첫째, 소집단 협력학습과 실세계와의 관련을 강조하는 PBL 교수·학습 모형의 적용은 수학의 유용성을 인식시키는데 유익하였다. 학생들에게 수업 시간에 수학적 내용을 스스로 직접 다루고 체험하게 함으로써, 수학 수업 시간에 가지는 막연한 불안감에서 벗어나게 하는데 도움이 되었으며, 수학에 대한 정의적 태도를 긍정적인 방향으로 이끌 수 있었다.

둘째, PBL 교수·학습 모형에서 소집단 협력학습을 강조함으로써 학생들 사이, 학생들과 교사 사이의 의사소통이 기존의 수업방식에 비해 원활했으며 이로 인해 자신의 생각을 표현하고 토론에 의해 수정하며 집단사고를 통해 좀 더 나은 해법을 찾는 등의 수학적 경험을 할 기회를 많이 가질 수 있었다.

셋째, PBL 교수·학습 모형을 적용한 수업에서 의사소통과 자기 견해를 발표하는 기회를 많이 갖게 되어 자신의 생각을 표현하고 옹호하고 반박하는 수학적 활동을 많이 한 학생은 수학에 대한 흥미도가 이전의 수업에 비해 높아졌으며 수학 학습 성과에 대한 긍정적인 견해를 보일뿐만 아니라, 수학 수업에서 자신감을 가지게 되었다.

넷째, 잘 만들어진 과제는 중상 정도의 능력을 가진 학생들의 수학 활동을 촉진하였으며 활발한 토론을 유발했다. 이에 비해 학업 성취도가 낮은 학생들은 계산기를 활용하는 수업을 더욱 부담스러워 했다.

학생들이 수학에 대한 진정한 흥미를 갖기 위해서는 수학이 자신이 살고 있는 세계를 반영한다는 경험이 필요하다. 이를 위해서 실세계와 관련된 학습 내용의 재구성이 필요하며, 수학 내용 사이의 연결 및 교과 사이의 연결이 전제된 서술적 상황이 주어진 풍부한 과제가 요구된다. 수학에 대한 진정한 흥미와 동기유발을 위해서는, 학생들의 관심과 관련된 것으로서 실세계상황을 반영하고 서술적 상황이 제시된 과제, 수학적 개념과 원리들을 서로 연결할 수 있는 과제를 구성하는 것이 무엇보다도 필수적이다.

현재의 수학교실에서 도구를 사용하는 것이 일반적이지는 않지만, 실세계를 반영하는 자료 및 데이터를 다루기 위해서는 테크놀로지가 필요하다. 또한 소집단 토론학습 및 테크놀로지 도구를 도입하기 위한 수학교실이 필요하다고 하겠다. 이와 더불어 어떤 과제를 제작하느냐, 제작된 과제를 어떻게 수업에 적용하느냐 하는 교사의 전문성개발을 촉구하는 교수·학습 모형인 문제중심학습에서는 학생들의 생각을 이끌어 내고 표현하도록 안내할 수 있는 교사의 역량이 무엇보다도 요구된다. 차후에 PBL 교수·학습 모형의 적용이 학생들의 인지적 영역에 미치는 영향을 연구과제로 남긴다.

참 고 문 헌

- 강인애 (1997). 왜 구성주의인가? -정보화시대와 학습자중심의 교육환경, 서울: 문음사.
- 남승인·류성림 (2002). 문제해결학습의 원리와 방법, 서울: 형설출판사.
- 신인선·권점례 (2001). 문제 중심 수학학습에 대한 연구-초등학교 5학년을 중심으로, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 12, pp.33-55.
- _____ (2002a). 문제 중심 학습을 통한 초등학교 학생들의 수학적 태도 변화에 대한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 41(2), pp.189-202.
- James Hiebert et al. 김수환·박영희·이경화·한대회 역 (2004). 어떻게 이해하지?, 서울: 경문사.
- Barrows, H. S. (1985). *How to Design a Problem-Based Curriculum for the Preclinical Years*. New YORK: Springer.
- Bridges, E. M. & Hallinger, P. (1992). *Problem-Based Learning for Administrators*. Eugene, Oregon: ERIC Clearinghouse On Educational Management, University Of Oregon.
- Finkle, S. L. & Torp, L. L. (1995). *Introductory Documents*. Centre for Problem-based Learning, Illinois Mathematics and Science Academy.
- HsingChi A. Wang, Patricia Thompson, and Charles F. Shuler. (1998). *Essential Components of Problem-Based Learning for the K-12 Inquiry Science Instruction*.
- Norton, P. & Wiburg, K. (1998). *Teaching With Technology*. Orlando, Fl : Harcourt Brace College Publishers.
- Tanner, C. K., Galis, S. A. & Edward, P. (1997). Problem-Based Learning in Advanced Preparation of Educational Leaders. *Educational Planning*, 10(3), pp.3-12.

Vygotsky, L. S. (1978). *The Development of Higher Psychological Process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Waterman, R., Akmajian, P. & Kearny, S. (1991). *Community-Oriented Problem-Based Learning at the University of New Mexico. Albuquerque*, New Mexico: University of New Mexico School of Medicine.

부록 1

수학과 PBL 교수·학습 과정안(계산기 사용)

단원	III.규칙성과 함수 4. 삼각함수 4) 삼각함수의 그래프	학습 과제	1. 시간에 따른 형광등의 빛의 세기의 변화 관찰 2. CBL과 light sensor를 연결한 그래핑 계산기의 활용 3. 사인함수의 그래프의 특성에 대한 이해	7,8/11 차시
학습 목표	1. 시간에 따른 형광등의 빛의 세기의 변화에 주기성이 있음을 안다. 2. CBL과 light sensor를 연결한 그래핑 계산기의 활용하여 데이터 수집을 할 수 있다. 3. 사인함수 $y=a \sin bx+c$ 에서 a, b, c 의 변화에 따라 그래프가 어떻게 변화하는지 안다.			
학습의 주안점		추론	연결성	의사소통
	개념이해	○	○	○
	절차지식		○	
	문제해결	○	○	○
단계	학습의 형태	교수·학습 활동		학습과제 및 활동시 유의점
		교사	학생	
문제 상황 제시	동기유발 (5분) 문제제시 담화	(발문-문제에 대한 주인의식을 느끼도록) 1.공부할 때 여러분들은 어떤 조 명 하에 공부하나요? 2.백열등과 형광등 중에서 어떤 것이 눈에 덜 피로 할까요?	·1에 대한 답을 한다. (2에 대한 경험적인 반응이 나타날 것이다.)	· 형광등과 백열등을 켜둔다.
정보 공유	문제제기 및 조별토론 (20분)	(문제제기) ·2의 발문에서 눈에 피로를 주는 원인이 무엇일까?(토론의 분위기 유도) (조별토론) · 각 조별로 의견을 발표한다.(간 단하게) · CBL의 light sensor를 이용하여 시간에 따른 빛의 세기를 측정할수 있다.(계산기와 CBL, light sensor를 연결하는 방법을 시연한다.) · 이 시간에는 시간의 경과에 따른 빛의 세기의 변화를 그래핑 계산기에 나타난 그래프를 보고 그 특성을 관찰할 것이다.	· 간단한 담화를 나눈다. · 조장이 조에서 나누었던 의견을 종합하여 발표한다.	· TI 프리젠티, TV · 칠판에 조별로 생각한 눈의 피로의 원인을 적어둔다. · 각자 자기 계산기를 가져가고 조장이 케이블과 CBL, light sensor를 가져간다.

단계	학습의 형태	교수·학습 활동		학습과제 및 활동시 유의점
		교사	학생	
문제 해결	모듬별 실험 및 문제해결 (25분) 브레인 스토밍	<p>(실험 및 실험방법에 대한 안내)-조별상황을 순회하며 파악한다.</p> <p>(실험진행과정)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 센서로 읽은 자료를 계산기로 불러와서 그래프를 그려주는 프로그램이 필요하다. · 이 프로그램 이름이 light이다. 이 프로그램을 사전에 학생들의 계산기에 깔아둔다. · 홈모드에서, light() ↓ · 실험방법에 대한 숙지 및 좀 더 효과적인 실험방법에 대한 브레인 스토밍 · 실험 데이터 처리 및 계산기 사용법에 대한 안내 · <실험>1) 2) 3)에 대해 조별 발표한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 계산기와 CBL, light sensor를 연결하여 계산기에서 진행되는 실험 안내를 따라 해 본다. · 실험 및 실험방법에 대한 모듬별 의논 및 실행(역할 분담) · 학습지의 물음에 답하도록 토론과 실험을 반복한다. · 학습지의 물음 <실험>1) 2) 3)에 답한다. 불러들인 데이터의 수치를 계산하는 방법은 안내의 방법을 따른다. · 조장이 실험의 결과를 종합하여 발표한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 역할 분담과 토론 활동 촉진·형광등, 백열등, TV, 핸드폰 등 다양한 광원에 대해 실험하도록 촉진한다. · 모듬별 토론활동 촉진 및 조별 실험 상황 파악 · 칠판에 조별 실험 결과를 적어둔다.
문제 진술	개별학습 및 협력학습 (30분)	<p>(학습과제)</p> <p>함수 $y=a \sin bx+c$의 그래프의 개형을 그리도록 다음의 과정으로 학습하도록 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> · [과제1]은 $y=a \sin x$에서 a값의 변화에 따른 그래프 관찰결과를 토론, 기록한다. · [과제2]는 $y=\sin bx$에서 b값의 변화에 따른 그래프 관찰결과를 토론, 기록한다. · [과제3]은 $y=\sin x+c$에서 c값의 변화에 따른 그래프의 관찰결과를 토론, 기록한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 학습지의 안내에 따라 과제를 수행하고, 토론에 의해 그 결과를 정리해 보고 기록한다. · 학습한 결과를 몇 개 조에서 발표한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 수행상황 점검 (개인별, 모듬별) · 그래프계산기 활용에 대한 안내(칠판에 기록 및 계산기 그림 부착)
일반화	정리 및 평가 (20분)	<ul style="list-style-type: none"> · 조의 학습결과를 발표한 내용과 실험을 연결하여 사인함수의 주기성과 계수와 그래프의 특성에 대해 정리한다. · 확인문제로 수행평가한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 학습의 결과를 평가한다. (조별, 개인별) · 확인문제를 수행할 때, 조별토론을 허용한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 칠판에 정답을 기록하고 정리한다. · 점수를 매기고 틀린 부분에 대해 왜 오답이 나왔는지를 기록하도록 한다. · 학습지를 제출한다.

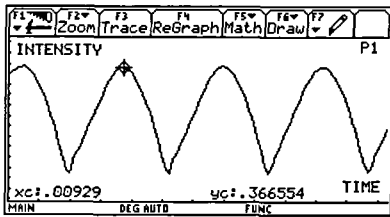
부록 2

10-나	III. 규칙성과 함수	4. 삼각함수	학습지 12
학번:		이름:	B고등학교

CBL의 광센서(light sensor)를 이용하여 시간에 따른 형광등의 빛의 세기를 측정하여 보자.

<실 험> CBL과 연결된 광센서를 형광등 가까이에 대고 형광등 빛의 세기를 측정하여 시간에 대한 빛의 세기를 그래프로 나타내어 보자.

- 어떤 그래프가 관찰되는가?
- 포물선 모양의 그래프가 반복적으로 나타난다.
- 형광등의 빛의 세기는 일정한가?



형광등의 빛의 세기가 제각각 달라져서
 불빛의 세기가 커졌다 작아졌다 반복되는 세기의 주기성을 가진다.

- Cursor를 이용하여 그래프를 관찰해 보자.
 - 빛의 세기가 가장 클 때와 작을 때, 세기의 차이를 알아보자.
 가장 클 때: 0.69588, 가장 작을 때: 0.39759
 차이: 약 0.3

▶ TI-92 ON

2nd - (Var-Link)

Cursor를 light Program에 두고

) 를 눌러 괄호를 닫고

light Program이 시작된다.

▶ Select an activity

2: LIGHT2 (activity part 2)를 선택

▶ OPTION에서

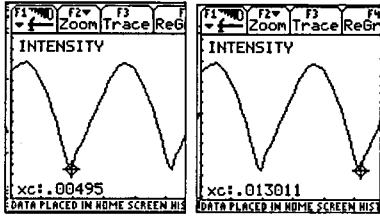
- COLLECT DATA (with directions) 선택

▶ TI-92 화면에 나타난 것과 같이 선택한 후) 를 눌러 다음 단계로 넘어간다. 화면에 표시된 설명에 따라 실험을 진행한다.

▶ 나타난 그래프를 살펴보기 위해,

) (Graph)

2) 빛이 한번 깜빡일 때의 시간간격을 알아보면,



· 빛이 한번 깜빡일 때의 시간간격은
 $0.0207 - 0.0126 = 0.0081$

∴ 이 그래프의 주기는
 0.0081

3) 이 실험으로부터 알게 된 사실을 적으시오.

형광등은 빛의 세기가 일정하지 않으나 주기성을 갖고 변화하고 있으며 그것이 우리 눈에는 깜빡거림으로 나타나지만 거의 인식되지는 않는다. 하지만 실험으로 그 깜빡거림을 확인할 수 있었다.

1. ▶ □ □ Trace를 이용해
 x의 값 : 시간
 y의 값 : 빛의 세기를 알아보자.

2) ▶ 왼쪽 그림과 같이 cursor를 움직여 변화가 시작되는 점에 cursor를 두고 □ □ □ □
 □
 같은 방법으로 변화가 다시 시작되는 점에 cursor를 두고 □ □ □ □

▶ □ □ □ □ (=Home)
 위의 값이 Home screen에 저장되어 나타난다.

Setup Graphing Calculator	10-나 III.규칙성과 함수 4. 삼각함수 4) 삼각함수의 그래프
① <input type="checkbox"/> MODE ② □ □ ③ Split Screen- 3: LEFT-RIGHT ④ Split 1--2:Y=Editor, Split 2--4: Graph ⑤ Ratio --- 1:2	사인함수의 특성을 그래프를 통해 비교하여 파악하여 보자.
Graphing Calculator TI-92 Plus Function	
□ □ □ □ (=Window), <input type="checkbox"/> 2nd <input type="checkbox"/> APPS <input type="checkbox"/> (□ □)	
과제 제시	
$y = a \sin bx + c$ 에서 a, b, c 는 그래프에 어떤 변화를 주는가?	

□ □ □ □ □ (=Window))을 설정하자. (□ □ 7: ZoomTrig)

[과제 I]

$y = a \sin x$ 의 그래프에서 a 값의 변화에 따른 그래프의 변화를 관찰하여 보자.

■ 왼쪽 화면에 $y_1 = \sin x$, $y_2 = 2 \sin x$,

$y_3 = 3 \sin x$ 를 입력하고 화면을 전환($\boxed{2nd}$ \boxed{APPS} ($\square \square$))하여 그래프를 비교해서 관찰한 바를 기록하여 보자.

a 값에 따라 진폭의 크기가 달라진다. 최소값과 최대값이 달라짐

[과제 II]

$y = \sin bx$ 의 그래프에서 b 값의 변화에 따른 그래프의 변화를 관찰하여 보자.

■ 왼쪽 화면에 $y_4 = \sin x$, $y_5 = \sin 2x$,

$y_6 = \sin 3x$ 를 입력하고 $\boxed{2nd}$ \boxed{APPS} ($\square \square$)를 눌러 그래프를 비교하여 관찰한 바를 아래쪽에 기록하여 보자.

b 값에 따라 주기가 달라진다. 최대값과 최소값의 크기에는 변화가 없다.

[과제 III]

$y = \sin x + c$ 의 그래프에서 c 값의 변화에 따른 그래프의 변화를 관찰하여 보자.

■ 왼쪽 화면에 $y_7 = \sin x$, $y_8 = \sin x + 1$

$y_9 = \sin x - 1$ 를 입력하고 $\boxed{2nd}$ \boxed{APPS} ($\square \square$)를 눌러 그래프를 비교하여 관찰한 바를 기록하여 보자.

c 값에 따라 $y = \sin x$ 의 그래프가 y 축 방향으로 평행이동 된다.

