

문제중심학습(PBL)에서 초등학생들의 문제해결과정과 의사소통 -비율그래프를 중심으로

장은하 (서울지향초등학교)

이광호 (한국교원대학교)

본 연구는 초등학교 6학년 수학 비율과 그래프 단원에서 활용할 수 있는 PBL문제를 개발하여 수업에 적용하고 그 수업과정, 즉 교사와 학생이 어떻게 문제를 해결해 가는지와 어떤 양상으로 의사소통하는지에 대하여 탐색하였다. 이를 위하여 6학년 학생 5명을 대상으로 수업을 실시하고 관찰, 분석하였다. 그 결과 PBL을 통해 깊이 있는 수학적 지식을 얻게 되었으며 다양한 의사소통을 통해 자기주도적으로 학습하며 수학에 대해 긍정적 사고를 갖게 되었음을 알 수 있었다.

I. 서론

수학은 매우 중요한 학문이다. 수학은 사회생활을 하는데 필수적이며 공학, 경제학을 비롯하여 산업, 의학, 정보통신등 기초적인 학문으로서 중요한 역할을 한다. 또한 수학을 배우면서 습득한 합리적이고 논리적인 사고력과 비판력, 기호화하고 형식화 하는 능력 등은 수학이 아닌 다른 분야에서도 강력한 위력을 발휘한다. 또한 현대와 같은 정보의 홍수 속에서 필요한 지식을 선택 선별할 수 있는 능력도 중요하지만 자신이 생각한 사실이나 사고 과정을 자기 자신은 물론 남도 알 수 있도록 표현해내는 능력도 필수적이다.

그러나 여전히 많은 학생들은 수학을 입시를 위해 필요한 학문으로 여기고 일상생활에서 일어나는 많은 문제를 해결 하는데 수학의 복잡한 내용들이 아무런 도움이 되지 않는다고 생각한다. 즉 수학과 실생활은 전혀 별개의 문제여서 살아가는데 있어 수학은 배울 필요가 없다는 것이다(이신득, 권혁진, 2007).

이것은 수학과목에 낮은 성취를 보이거나 수업에

어려움을 느끼는 학생들만의 이야기가 아니다. TIMSS(The Trend in International Mathematics and Science Study)나 PISA(Program for International Student Assessment)같은 국제 학력 평가결과에서 최상위의 수학실력을 보여주는 우수한 학생들조차도 수학에 대한 불안이 높고 자신감이 부족하며 학습이 즐겁다고 인식하는 정도가 매우 낮다는 것을 보여주고 있다. 이는 대부분의 수학 수업이 실생활과 단절되어 있으며 반복적 문제풀이나 원리의 암기 같은 활동에 치우쳐있는 경향 때문으로 보인다(조성민, 노선숙, 1999). 이러한 경향은 수학수업에서 학생들이 서로 간에 배움을 주고 받으며 의사소통 할 수 있는 환경을 만들어주지 못함은 당연하다. 또한 그럴 수밖에 없는 이유가 입시 위주의 평가와 과도한 사교육에 있다는 사실 또한 분명하다. 그러나 그러한 현실적인 어려움에도 불구하고 수학이라는 학문을 통해 학생들의 사고하는 힘을 길러 주고 의사소통 능력을 향상시키고 동시에 수학 과목에 대한 흥미를 유발시켜 수학이 학생들에게 유익한 학문이 되게 하는 일은 수학을 가르치는 교사들에게 주어진 마땅한 책임일 수밖에 없다(김택희, 2010).

이에 교사는 실생활과 수학을 구체적으로 연결하고 학습자가 주도적으로 문제를 해결해 나갈 수 있는 학습 환경을 제공할 필요가 있다. 이러한 수업의 질적인 변화를 위한 교수학습 방법으로 문제중심학습(Problem Based Learning, 이하 PBL)을 많은 연구에서 주목하고 있다(조연순,2000; 전평국, 이진아,2002; 이광호, 장은하,2012; Hmelo & Evensen, 2000; Torp & Sage, 2002).

그러나 다양한 PBL수업의 긍정적인 효과에도 불구하고 초등학교 현장에서 수학을 가르치는데 PBL을 적용하는 예를 찾아보기는 쉽지 않다. 많은 학자들

* 접수일(2013년 11월 20일), 수정일(2013년 12월 9일), 게재확정일(2013년 12월 28일)
* ZDM분류 : C72
* MSC2000분류 : 97C30
* 주제어 : PBL, 비율그래프, 문제해결, 의사소통

PBL을 초등학생을 대상으로 한 연구는 거의 이루어지지 않았다고 지적하고 있다(김경희, 2007; Torp & Sage, 2002; Zumbach & Koch, 2004).

현재의 많은 연구들은 PBL을 웹을 기반으로 활용하는 방법으로 소개하거나, PBL을 적용했을 때 나타나는 효과에 관한 결과 중심의 논의가 대부분이어서 구체적인 수업과정을 살펴보고 교실수업 적용에 도움을 주기에는 한계가 있다(조연순, 이혜주, 백은주, 임현화, 2003; 김경희, 2007; 허난, 하영화, 2011).

학생들이 문제를 해결하기 위해 어떻게 사고하고 의사소통하는지, 그 과정이 학생들의 일상 생활경험과 연결되어 어떻게 학습을 유의미하게 만드는지, 수업에서 교사는 어떤 의사소통을 하고 어떤 역할을 하는지를 알게 해주는 구체적인 과정에 관한 깊이 있는 탐색이 이루어진다면 학교 현장에서 PBL을 수업에 적용해보고자 하는 교사들에게 실천적 이해와 구체적 실행방안을 제시해 줄 수 있을 것이다.

이에 본 연구는 초등학교 6학년 수학 비율과 그래프 단원에서 활용할 수 있는 PBL문제를 개발하여 수업에 적용하고 그 수업과정, 즉 교사와 학생이 어떻게 의사소통하고 어떻게 문제를 해결해 가는지를 탐색해보고자 한다.

II. 이론적 배경

본 연구의 이론적 관점은 PBL이 '지식이란 규정할 수 있는 것이 아니며 외부에서 주어지는 것이 아니라 인식주체에 의해서 구성되는 것'이라는 인식론적 구성주의와 '실재의 세계가 존재하지만 지식은 사회적 상호작용이 개인적으로 내면화되어 이루어진 결과물'이라는 사회적 구성주의를 모두 지지한다는 것에서 출발한다(조연순, 2006).

즉 PBL에서 학습자가 배우는 '지식'은 학습자의 경험에 기초하여 능동적으로 구성되며 학습대상인 지식은 개인적 수준이 아닌 사회에 통용되는 전문적이고 실제적인 지식을 뜻한다.

A. PBL과 구성주의

PBL은 구성주의적 인식론에 기초한다. 인식론에서는 지식이 어떻게 습득되고 어떻게 구성되어지는가를 다루는데 구성주의적 인식론이란 우리가 경험하고 이

해하고 있는 '현실', '실재'라는 것이 결국 그것을 경험하고 이해하고 있는 인식의 주체가 의미 있고 중요하다고 생각하는 방향으로 경험하고 이해한다는 것이다. 똑같은 상황을 경험해도 그것을 이해하고 해석하는 것은 각각의 개인마다 다르다는 것이며 주체가 되는 개인이 자기 나름의 이해의 틀을 바탕으로 현실을 구성하면 그 결과가 바로 지식이 된다.

PBL에서는 개인이 구축하는 지식이 학생 각자의 경험에 의해 능동적으로 구성된다고 보지만 그 대상이 되는 지식은 그가 속한 사회, 문화적 영향을 받아 살아가는 데 유용한 그리고 공동체로부터 인정받고 용납된 실제적 지식이라는 전제를 가진다.

이러한 구성주의적 인식론을 교육의 입장에서 바라보면 학생 개인이 학습의 주체가 되고 학습은 능동적인 행동의 결과이며 수업은 학생들의 학습활동을 지지하고 가능하게 하는 학습자 중심의 학습이론이라고 할 수 있다(강인애, 정준환, 정득년, 2007).

구성주의 학습이론의 중요한 특성은 학생이 학습을 주도하며 학습의 주체가 되며 메타인지의 습득과 활용을 강조한다. 또한 협동하여 학습하는 것을 중시하고 특정상황을 기반으로 하는 실제적 성격의 과제를 다룬다. 이러한 이론의 토대위에 교사의 역할이 변화되는 것은 당연하다.

B. PBL에서 다루는 문제의 특징

PBL은 실제적이고 비 구조적인 문제로부터 학습이 시작된다. PBL에서 다루는 문제는 일반 적인 문제해결학습에서 사용하는 문제와 여러 가지 특징에서 다른 점을 가지고 있다. PBL문제가 가져야할 특징에 대해 Duch(2001)는 다음과 같은 다섯 가지 요소를 이야기한다. 첫째, 학생들의 흥미를 끌어내고 학습할 개념을 깊이 이해하도록 동기화 시킬 수 있는 실제성이 짙은 문제이다. 둘째, 학생들이 문제해결을 위해서 가설, 정보, 단계, 절차 등을 스스로 결정하여 의사결정과 판단을 할 수 있는 문제이다. 셋째, 문제의 길이나 복잡성 등이 잘 계획되어 소집단 구성원간의 협동심을 불러일으킬 수 있는 문제이다. 넷째, 유일한 정답이 제시되지 않는 개방형 문제여야하며 다양한 의견제시를 통해 다른 사람의 지식이나 생각을 고려할 수 있는 논쟁적인 주제를 가지고 있어야한다. 마지막으로 학생내용의 목표가 문제에 통합되고 선생지식이나 다른 교과 지식

과도 통합될 수 있는 것이 좋다.

c. PBL 관련 선행연구

이제까지의 PBL 관련 연구들을 살펴보면 사회, 실과, 기타(컴퓨터 등)의 과목에 다양하고 활발한 연구가 진행되었다(손미, 하정문, 2008). 연구대상도 초등에서 예비교사까지 PBL수업의 폭넓은 시도가 이루어지고 있다. 위와 같은 연구결과를 살펴보면 PBL에 관련된 많은 연구들이 학습에 대한 흥미도나 학업성취도, 동기 향상 같은 PBL을 통한 효과를 다루고 있다. 그러나 연구의 필요성에서 언급했듯이 교사들이 교실에서 PBL을 적극적으로 실천하는 데 도움을 주기 위해서는 수업과정에 대한 연구가 더욱 많이 이루어질 필요가 있다.

수업과정에 대한 연구는 PBL효과에 관한 연구에 비해 찾아보기가 매우 어렵다. 몇 가지 예를 찾아보면 조연순, 구성혜, 박지윤, 박혜영외(2005)는 초등 과학수업에의 적용사례를 중심으로 초등학생들을 위한 PBL수업의 구체적인 수행방안을 제시하였고 김경희(2007)는 초등과학 수업을 중심으로 PBL의 수업단계별 학습활동의 특성과 교육적 의미를 탐색하였다. 이 두 연구는 초등 과학 수업을 PBL에 적용하는 좋은 예를 보여 주고 있다. 수학과에서는 장윤영(2008)이 PBL수업에서 학생들의 구체적인 학습 활동시 수학적 문제해결행동 변화를 살펴보다 바람직한 자기 주도적 학습의 형태가 나타나기 위해서는 기존의 교사 중심수업이 아닌 학생 중심의 사회적 상호작용이 필요함을 말하고 PBL이 그것에 적합함을 보였다. 최근의 연구로 강미애, 송상헌(2011)은 초등학교 4학년 소수단원의 수업을 분석하여 PBL수업을 통해 학생들이 수학과목의 목표기준에 도달하는지를 살펴봄으로서 수학과 PBL의 목표를 정립하고 학교현장에서 활용할 수 있는 수학과 PBL모형을 제시하였다.

이러한 수업과정을 드러내는 연구가 좀 더 활성화 되었을 때 PBL수업에 관한 교사의 이해와 함께 PBL에 관한 좀 더 적극적인 시도가 이루어질 것이다.

III. 연구방법 및 절차

본 연구의 첫 번째 연구문제는 PBL을 통해 학생들이 어떻게 문제를 해결해 가는 지 그 과정을 살펴보는 것이 목적으로 질적 연구로 설계되었다. 수업관찰의

객관성 보다는 교사가 교실에서 일어나는 수업상황을 직접 경험하면서 PBL 수업을 진행하는 교사가 가질 수 있는 이해와 학생들의 수업과정에 관한 시사점을 얻어보고자 하였다. 두 번째 연구문제는 양적 연구와 질적 연구의 통합을 통한 연구로 교사와 학생들의 수학적 의사소통의 양상에 대해 살펴보는 것으로 설계하였다.

A. 연구 대상

PBL에서 문제해결을 위한 단위인 한 모듈을 정하기 위해 서울 강서지역의 한 초등학교 6학년 중에서 담임선생님의 추천에 의해 다양한 특성을 지닌 남학생 2명, 여학생 3명을 집중표집방법(Intensity sampling)을 적용하여 선정하였다. 이들은 수학학습능력이 중상위권이며 의사표현을 잘 하는 학생과 잘하지 못하는 학생을 모두 포함하였다. 참여자 2명은 남학생이었고 3명은 여학생이었으며 참여자 5명중 4명은 수업에 매우 적극적으로 참여하였고 한명의 학생은 집중하긴 했으나 의사소통은 거의 하지 않았다. 학생들은 설치된 카메라를 거의 의식하지 않았고 수업에 선발되어 참여하게 된 것에 대해 자부심을 느끼고 있었다. 연구대상 학생의 일반적인 특징은 다음 [표 1]과 같다.

[표 1] 연구 참여 학생의 일반적인 특징

[Table 1] General characteristics of students participate in research

연구 참여 학생	일반적인 특징
학생 1	· 수학을 포함한 모든 성적이 상위권으로 모든 활동에서 우수한 성취를 보임. · 학습태도가 바르고 리더십이 있으며 집중력이 있음. · 여학생이며 수학을 좋아함.
학생 2	· 성적은 중상위권으로 의사표현에 능하고 활발함. · 여학생이며 감정을 잘 표현 함.
학생 3	· 성적은 중위권으로 수학을 좋아하지 않음. · 여학생이며 차분한 성격으로 주어진 과제를 성실하게 수행함.
학생 4	· 수학을 포함한 모든 성적이 상위권임. · 남학생이며 말수가 적고 자신의 의사표현을 잘 하지 않음.
학생 5	· 수학을 포함한 모든 성적이 상위권으로 수학을 지루해함. · 남학생이며 의사표현이 매우 활발함. · 산만하고 오래 집중하지 못함.

B. 자료수집 및 분석

1. 문제개발

수업의 실시 시기를 고려하여 연구대상 학생들이 아직 배우지 않은 6단원 비율그래프를 문제개발 단원으로 결정하고 이 단원에서 학생들이 달성해야할 교육 목표 및 학습내용을 문제와 관련짓기 위해 교육과정 분석을 실시하였다. 이후 연구를 실시할 같은 학교 6학년 학생 52명을 대상으로 학습자의 특성을 파악하기 위한 설문지를 실시하였다. 학습자들의 동기를 유발할 수 있는 현재의 관심사가 무엇인지를 조사하고 학습자의 수준에 적합한 문제를 개발하기 위하여 학습할 단원의 내용과 관련하여 ‘알고 있는 것’과 ‘궁금해하는 것’을 설문지를 통하여 알아보았다. 이를 바탕으로 문제의 소재를 학생들이 가장 관심 있어 하는 수학여행으로 정하고 문제해결에 필요한 학생들의 선택과 판단의 개수를 난이도로 고려하여 두 개의 문제 상황을 구상하였다. 개발된 문제는 최정임(2004)의 PBL 문제분석기준표와 수학교육전문가 2인의 검증을 통해 수정 보완하는 과정을 거쳤다. 학생들에게 주어진 역할은 반대표로서 지난 수학여행을 학생들이 어떻게 느끼고 있는 지 만족도를 조사하고 분석하여 교사회의에서 교사들에게 그래프를 이용하여 학생들의 의견을 전달하는 것이다. 작성된 문제는 다음 [표 2]와 같다.

[표 2] 문제1. 우리들의 수학여행-에버랜드

[Table 2] Q.1. Our school trip to Everland

선생님들은 요즈음 6학년 졸업여행을 계획하고 있습니다.

그래서 지난 4월에 다녀온 수학여행에 대해 학생들이 어떻게 생각하고 있는지 무척 궁금합니다.

여러분은 우리 반 학생 대표입니다.

선생님들은 학생대표가 우리 반 전체의 생각을 선생님들에게 잘 알려줄 것이라고 생각했습니다. 그래서 다음 교사 회의에 학생대표를 참석시켜 학생들의 생각을 듣기로 하였습니다.

“지난 수학여행 때 갔었던 에버랜드에서 어떤 놀이기구(또는 활동)가 가장 재미있었는지 궁금합니다. 학생들이 가장 좋아하는 놀이기구는 어떤 것이었는지, 어떤 종류의 놀이기구를 얼마만큼의 학생들이 좋아했는지 비율로 알고 싶습니다. 그리고 몇 명의 의견이 아닌 우리 반 전체의 생각을 알았으면 합니다. 교사회의에서 학생의 발표 시간은 10분 정도입니다. 짧은 시간동안 선생님들이 학생들의 생각을 알 수 있도록 알아보기 쉽게 그래프로 전달해주었으면 좋겠습니다.”

두 번째 문제에서는 첫 번째 문제에서 다루지 않은 새로운 비율그래프를 공부하고 난이도를 다르게 하기 위해 비율로 나타내야하는 항목을 한 가지 더 추가하였고 학생들의 생각과 판단이 답이 되도록 정답이 존재하지 않는 조건을 제시하였다.

2. 수업과정

두 문제를 해결하는데 소요하는 전체 수업시수는 수업에서의 실제 적용가능성을 탐색하기 위하여 교육과정에서 6학년 1학기 비율과 그래프 단원에 배정된 9차시와 시간 수를 같게 하였다. 연구를 위한 수업과정은 다음 [표 3]과 같다.

[표 3] PBL 수업과정

[Table 3] Procedure of PBL

문제	PBL단계	학습활동	시간
문제1. 우리들의 수학여행 -에버랜드	준비 및 문제 이해	PBL에 관한 안내 · 문제파악하기 -역할은 무엇인가? -우리에게 주어진 문제는 무엇인가?	80분
		· 문제 해결계획표 작성하기 -문제와 관련하여 알고 있는 것 작성 -문제 해결을 위하여 더 알아야할 것 작성	
	문제탐색	· 문제 해결을 위한 탐색하기 · 문제 해결을 위한 재탐색하기	80분
	문제해결	· 해결책 고안, 제시하기 · 해결책 발표, 공유하기	40분
문제2. 졸업여행을 계획하라	문제이해	· 문제파악하기 및 문제 정의하기 -역할은 무엇인가? -우리에게 주어진 문제는 무엇인가?	40분
		· 문제 해결계획표 작성하기 -문제와 관련하여 알고 있는 것 작성 -문제 해결을 위하여 더 알아야할 것 작성	
	문제탐색	· 문제 해결을 위한 탐색하기 · 문제 해결을 위한 재탐색하기	80분
	문제해결	· 해결책 고안, 제시하기 · 해결책 발표, 공유하기	40분

3. 자료 수집

연구에 필요한 자료 수집은 [표 3]에서 제시한 PBL 수업 9차시 모두를 캡코더를 이용하여 녹화하였고 책상에 디지털 녹음기를 설치하여 모든 내용을 전사하였다. 수업 중에는 연구자의 필드노트가 작성되었고 학생들의 활동 결과물(PBL학습공책, 학습지, 모둠 활동시 메모, 단계별 성찰일지, 발표 PPT)도 수집하였다. 또한 수업 후 10분~20분 정도의 면담을 실시하여 기록하였다.

4. 자료 분석 방법

자료 분석은 PBL수업과정에서 수집한 전사자료, 면담일지, 필드노트와 수업관련자료(학생들의 학습지, 모둠활동 메모, 단계별 성찰일지 등)를 수학교육 전문가 2인의 검증을 통해 분류하였다. 이를 단계별로 다시 분류, 추출하여 학생들의 일상경험과 수학내용지식을 중심으로 학생들이 어떤 문제해결과정을 갖는지를 살펴보았다. 두 번째 연구문제에서는 수업전사자료에서 각 단계별로 의사소통 내용을 해석하고 범주화하여 그 결과를 분석하였다.

수학적 의사소통 참여에 대한 범주화는 최지영, 이대현(2004); 이미연, 오영열(2007)의 논문을 참고로 하여 진행이나 잡담 등의 말을 제외하고 수학적 의사소통의 범위에 포함될 수 있는 발화를 의견, 질문, 수정, 제안, 요청으로 분류하였다. 범주화한 발화의 성격이나 내용은 다음 [표 4]와 같다.

[표 4] 수학적 의사소통의 범주화

[Table 4] Categorization of mathematical communication

의견	자신의 생각을 독립적으로 제시하는 것. 다른 사람의 의견과 관계없는 단순 질문에 대한 답변.
질문	단답형적인 대답을 요구하는 것. 다른 사람의 의견과 관계없이 생각이나 의견을 묻는 것
수정	나의 의견에 대한 부연설명과 재설명을 포함한 자세한 의견 다른 사람의 의견을 자기의 언어로 다시 말하는 것
제안	새로운 관점이나 행동을 제시하도록 요구하는 것 다른 사람의 의견을 수정하여 새로운 행동을 제시하는 것
요청	다시 설명해주거나 새롭게 발표할 것을 부탁하는 것 합의 과정에서 의사표현을 촉구하는 것

IV. 연구 결과

A. 문제해결과정

본 장에서는 PBL수업을 문제이해단계, 문제탐색단계, 문제해결단계의 3단계로 나누어 분석하였다. 문제이해단계에서는 문제를 처음 접하고 함께 브레인스토밍을 하면서 문제를 파악하여 문제해결계획서를 작성하는 과정을 중심으로, 문제탐색단계에서는 문제해결을 위해 학생들이 스스로 세운 계획을 실행하는 과정에 초점을 두고 분석하였다. 마지막 문제해결단계에서는 학생들이 해결책을 선별 제시하고 공유하는 발표과정을 중심으로 분석하였다. 본고는 첫 번째 문제의 문제해결과정을 중심으로 기술되었다.

1. 문제이해단계

가. 문제파악하기

제시된 문제를 읽은 후 학생들은 한숨과 함께 많이 당황스러워하는 모습을 보였다. 길게 상황이 제시되고 숫자가 보이지 않는 평소에 접하지 못했던 문제를 대면하면서 문제 자체를 이해하지 못했다는 것을 성찰지널을 통해 볼 수 있었다.

처음 문제를 봤을 때 뻑뻑해서 잘 못 알아보았다. 문제는 원래 좀 간단하게 되어있는 것만 풀었는데 ‘이게 뭐지’라는 생각이 들었다. 다 읽고 나서 머리가 멍했다. 딱히 힌트도 없는 것 같아서 힘들 것 같았다.
(성찰지널-120531)

교사는 학생들이 문제의 요구를 이해할 수 있도록 문제에서 주어진 사실, 즉 알고 있는 것과 새롭게 알아야 하는 것, 그것을 해결하는 방법과 관련된 질문을 하였다. 학생들은 계속되는 질문과 답변 과정에서 문제 속에서 벌어지는 상황을 자신들의 상황으로 이해하기 시작했고 수학시간에 배웠던 내용들을 문제해결에 적용하기 시작했다.

나. 문제 해결 계획 세우기

교사는 참여자 모두 함께 스스로의 힘으로 문제해결계획서를 작성해 보도록 하였고 방법에 대하여 안내하였다. 학생들이 작성한 문제해결계획서의 주요 내용은 다음의 [그림 1]과 같다.

알고 있는 것	더 알아야할 것	해결방법
<p>선생님들은 요즘 6학년 졸업여행을 계획하고 있다.</p> <p>수학여행때 대해 학생들이 어떻게 생각하는지 선생님 궁금함.</p> <p>우리는 우리반 학생 대표이다.</p> <p>학생대표가 우리 반 전체 선생님들의 생각을 잘 알려 줄수 있을꺼라고 생각했다.</p> <p>교사회의에서 학생의 발표시간은 10분정도이다.</p> <p>학생들의 반응을 알 수 있도록 알아보기 쉽게 그래프를 전달해 주시면 좋겠습니다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 쉽게 결과를 어떤 그래프로 나타낼까? • 놀이기구의 종류를 알아야한다 (전체) • 몇명의 학생들이 참가해대 할까? • 학생들이 좋아하는 놀이기구? • 어떤 놀이기구를 일단쯤 좋아 하는가? • 학생들이 수학여행에 대하여 어떻게 생각하고 있는가? 	<p>비율그래프를 인터넷에 찾아 본다.</p> <p>에버랜드 홈페이지에 들어가 본다.</p> <p>일반에 2명씩 넣어 25명씩 만든다.</p> <p>우리 25명에게 직접 물어본다. (학생수에 5명씩)</p> <p>위처럼 조사한다.</p> <p>별 5개까지 정해서 조사한다.</p>

[그림 1] 문제해결계획서

[Fig. 1] A problem solving plan

1) 알고 있는 것

학생들은 자연스럽게 한명이 리더가 되어 문제를 해결할 수 있는 구체적 정보를 얻으려고 하는 대화를 이어갔다. 정보를 얻은 후에는 그 정보가 문제해결에 직접적으로 어떤 영향을 미치는지 살펴보려는 모습을 볼 수 있었다. 학생들이 파악한 알고 있는 것의 내용

[표 5] 학생들이 찾은 알고 있는 것

[Table 5] what student already know

문제	알고 있는 것	실 생활 경험	수학 교과 지식
우리들의 수학여행 -에버랜드	○ 우리는 반 학생 대표이다	✓	
	○ 학생들이 좋아하는 놀이기구의 비율을 나타내야한다		✓
	○ 교사회의에서 학생의 발표시간은 10분이다	✓	
	○ 선생님은 어떤 놀이기구나 활동이 재미있었는지 궁금하다	✓	
	○ 학생대표가 반 전체의 생각을 잘 알려줄 것이라고 생각 한다	✓	
	○ 우리 반 전체의 생각을 쉽게 그래프로 전달해야한다		✓
	○ 선생님들은 6학년 졸업여행을 계획하고 있다	✓	

2) 더 알아야할 것

학생들은 '더 알아야할 것'을 결정할 때에는 문제에서 보여주는 것만으로는 쉽게 알 수 없었기 때문에 알고 있는 것을 이야기 할 때 보다 좀 더 깊이 생각해야 할 필요성을 느꼈다. 두 번째 문제를 다룰 때에는 단순히 문제 속에서만 생각하는 것이 아니라 해결을 위

은 다음 [표 5]와 같다. 학생들의 생각을 실생활경험과 수학교과지식으로 분류해봄으로서 PBL이 본래의 의도를 잘 달성하고 있는지, 즉 하나의 정답이 존재하지 않는 복잡한 실제 세계를 반영하는 학습경험을 제공하고 이를 통해 새로운 수학적지식을 습득하고 있는지 확인할 수 있다.

한 방법까지 생각하며 '더 알아야할 것'을 정리하였다.

(<졸업여행을 계획하라> 문제)

학생3: 다른 형태의 그래프를 찾아야한다. 다른 형태의 그래프

학생2: 남학생과 여학생이 원하는 것의 비율
 학생3: 또 있어. 어떤 놀이기구를 이용하고 싶은지
 학생들의 생각
 학생1: 아 이번에도 놀이기구의 종류가 필요하겠는
 데. 그중에서 결정해야하니까
 학생5: 그건 해결방법 아니야?
 학생1: 어쨌든 놀이기구 종류도 더 알아야하지
 (수업-120608-1차시)

해결방법을 의논할 때에는 그 이전 활동보다 훨씬
 더 많은 토론이 이루어졌다. 학생들의 토론은 어떤 그
 래프를 사용하는 것이 적당한지, 학생 몇 명에게 설문
 조사를 해야 하는 지 등 문제 속에서 정해지지 않은
 선택을 해야할 때 특히 활발하게 일어났다. 당장 해결
 하기 어려운 문제들을 선별하였고 그 결정을 위한 기
 초자료를 모아오거나 준비해오는 것으로 역할 분담을
 마무리했다. 문제해결방안을 정리하면 다음 [표 6]과
 같다.

3) 해결방법

[표 6] 문제 1의 해결방법 토론주제와 해결방안

[Table 6] Topic about solving problem and their solution in Q.1

문제	해결방법 토론주제	해결방안	실생활 경험	수학교 과지식
우리들의 수학여행 -에버랜드	○어떤 그래프로 나타낼 것인가?	○인터넷을 이용하여 비율그 래프를 조사하고 공부해 온다.		√
	○ 몇 명의 학생을 조사해야하는가?	○열 반 2명을 포함하여 25 명을 조사한다.		√
	○ 전체 놀이기구의 종류를 어떻게 알 수 있는가	○에버랜드 홈페이지에 들 어가서 조사 한다	√	
	○ 좋아하는 놀이기구는 무엇인가	○학생들에게 직접 조사 한 다	√	
	○ 학생들이 얼마나 좋아하는가	○조사하여 비율로 나타 낸 다		√
	○ 수학여행에 대한 평가	○별 5개까지 표로 나타낸다		√

문제해결계획서를 작성하는 일은 학생들의 문제해
 결에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 학생들은
 교사의 개입 없이 스스로의 힘으로 한 가지씩 문제를
 정리하고 해결방안을 찾았다는 점에서 더욱 성취감을
 느꼈다는 것과 PBL로 공부하는 과정에 대해 매우 긍
 정적인 생각을 갖게 되었다는 것을 성찰저널을 통해
 알 수 있었다.

(<우리들의 수학여행-에버랜드> 문제)

친구들과 모여 문제를 해결한다는 것이 나에
 게 신기했다. 약간 연구원(?)이 된 것 같기도
 하였고 이런 공부 방법을 알게 되고 공부하
 는 것이 즐거웠다. 매일 이렇게 공부하면 좋
 겠다. (성찰저널-120531)

2. 문제탐색단계

이번 단계에서는 지난 시간에 역할을 분담했던 대
 로 각자가 조사해온 내용들을 공유, 논의하였다. 수학
 여행만족도와 어떤 놀이기구를 좋아하는 지에 관한 설
 문조사를 바탕으로 백분율을 계산하였고 동시에 그래
 프로 나타내기 위한 해결방안들을 의논하였다.

가. 문제탐색하기

1)그래프 선택하기

학생들은 처음에는 사람그림에 말풍선을 표시한다
 던가 하는 수학적으로 그래프라고 할 수 없는 것들을
 생각했다. 그 후 인터넷을 이용하여 그래프에 대해 공
 부한 내용을 공유하고 수학여행만족도는 막대그래프로,
 좋아하는 놀이기구는 원그래프로 그리기로 결정하였다.

비율을 나타내는 원그래프와 띠그래프를 선택해야하는 상황에서는 망설임 없이 원그래프를 선택하였다 비율 그래프를 볼 때에는 평소 TV나 자료들에서 자주 접했던 원그래프를 읽는 것을 훨씬 수월하게 느끼는 것으로 판단되었다. 학생들의 그래프 선택과정을 그림으로 나타내면 다음 [그림 2]와 같다.

만족도그래프	별5개 (부적합)	➡	줄기와 옆그림 (부적합)	➡	막대그래프 (적합)	
좋아하는 놀이기구 그래프	사람과 말풍선 (부적합)	➡	피라미드모양 (부적합)	➡	꺾은선 그래프 (부적합)	➡ 원그래프 (적합)

[그림 2] 학생들의 그래프 종류 결정과정
[Fig. 2] Process of determining the type of graph

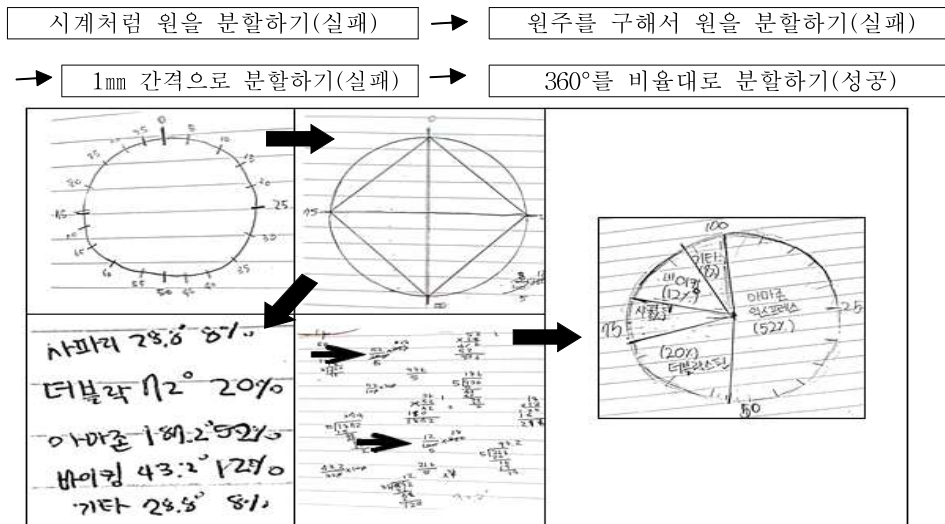
2)막대그래프 그리기

현재의 교육과정에서는 각각의 축이 다 결정되어있고 도수만 표현하도록 되어있지만 수업에서 학생들의 주된 논의는 각각의 축에 어떤 항목을 나타내야하는지에 관한 것이었다. 이것은 그래프가 나타내고자 하는 것이 무엇인지를 명확히 알 수 있게 하는 그래프를 그리는 목적에 충실한 활동이었다고 볼 수 있다.

현행교육과정에서 원그래프 그리기는 10%씩 10칸으로 나누어져있는 원을 제시하고 예시로 나오는 문제의 비율들이 10%,20%,40%등의 수치로 칸의 숫자만 세어 표시하면 되도록 제시된다. 그러나 실제 생활에서 쓰여 지는 통계수치들은 그렇게 명확한 값이 주어지지 않으며 학생들의 설문조사결과도 마찬가지였기 때문에 이것은 교육과정의 목표 수준을 넘어서는 과제였다. 학생들은 여러 번의 실패를 거쳐 최종적으로 원을 비율에 따라 분할하는 방법을 발견하였다. 학생들의 발견 과정을 그림으로 나타내면 다음 [그림 3]과 같다.

나. 문제 재탐색하기

1)손으로 원그래프 그리기



[그림 3] 원을 비율에 따라 분할하는 방법을 결정하는 과정
[Fig. 3] Process of decision to divide a circle by ratio

학생들은 처음에는 시계를 분할할 때처럼 대략 4등분을 하여 25%, 50%, 75%로 정한 후 다시 5개로 나누어보려고 노력하였으나 정확하게 분할하기 어렵다는 것을 깨달았다. 두 번째 방법으로 원의 원주를 구하여 숫자로 나누는 방법을 생각하였으나 원주를 길이를 등분하는 일이 불가능하다는 것을 알게 되어 이 방법도 적당하지 않다는 결론을 내렸다. 세 번째 방법으로 원주를 구한 후 1mm씩 표시를 하여 모두 몇 칸이 되는지를 적어 계산하려고 하였으나 이것은 사람마다 그린 원의 크기가 다르므로 원주가 모두 다르고 원주가 소수 둘째짜리 까지 나와 좋은 방법이 아니라고 판단하였다. 마지막으로 각도기를 이용해 원을 분할하는 방법을 떠올리고 360°를 비율대로 나눌 수 있다는 사실을 발견했다. 이에 함께 모든 항목을 비율로 해당각도만큼 계산해내고 각도기를 이용하여 원에 기준선을 긋고 원을 분할하였다.

2) 백분율 전체의 합이 100이 된다는 것 알기
 각 부분이 정확히 그 비율을 반영하고 있는지 확인하는 방법을 고안하던 중 구해진 백분율을 모두 더하면 100이 된다는 사실을 발견했다. 또한 자신들이 구한 항목별 각도의 합을 모두 더하여 360°가 된다는 사실을 확인하고는 계산이 정확했다는 기쁨과 함께 그 사실을 매우 신기해하였다.

퍼센트가 100% 가 되었을 때에도 기분이 좋았다. 원그래프의 각도가 합이 360°가 되었을 때는 정말 기분이 좋았다. (성찰저널-120604)

첫 번째 문제의 문제탐색단계에서는 생활경험보다는 수학교과와 내용지식과 관련된 활동이 거의 대부분을 차지하였다. 첫 번째 문제에서 다루어진 생활경험과 교과지식의 예는 다음 [표 7]과 같다.

[표 7] 문제1 문제탐색단계에서 다루어진 생활경험과 수학교과지식
 [Table 7] Mathematical knowledge & experience in curriculum search stage

생활경험	수학 교과 지식
○ 학생들의 요구를 알기위한 설문조사 - 설문지 만들기 - 설문 실시하기 - 설문 분석하기	○ 상황에 맞는 적절한 그래프의 선택 - 줄기와 잎 그림, 막대그래프, 꺾은선 그래프, 원그래프, 띠그래프 중에서 선택하기 ○ 막대그래프 그리기 - 조사해온 설문지의 수를 세어 도수 파악하기 - 막대그래프의 좌표축에 무엇을 나타낼지 정하기 ○ 원그래프 그리기 - 조사해온 설문지의 수를 세어 도수 파악하기 - 비율에 따라 원을 각으로 분할하기 - 백분율의 합이 100이 됨을 알기 - 각의 합이 360이 됨을 알기

3. 문제해결단계

문제해결단계는 학생들이 찾아낸 다양한 정보와 지식을 통합하여 가장 적절한 해결책을 선택하고 이를 공유하는 단계이다.

가. 최적의 해결책 선정 및 발표하기

문제해결의 최종 해결책은 처음에 문제에서 제시되었던 대로 교사회의에서 학생들이 학생대표의 역할을 맡아 학생들의 의견을 효과적으로 전달하는 것이었으

므로 발표 자료를 만들고 발표자를 선정하여 교사 회의에서 발표하는 것으로 결정하였다. 문제해결단계의 발표자료 구성과 선별은 두 번째 문제를 해결했을 때 확연하게 나은 결과를 보였다. 첫 번째 문제에서의 경험이 두 번째 문제에서 잘못된 점을 수정하고 보충하는 좋은 향상을 가지고 왔음을 알 수 있었다.

(<졸업여행을 계획하라> 문제)

학생1: 우리 뭘 발표해야하는지 정리해보자. 띠그래프, 도표, 코드도.
 거기 코드도 있어야해
 학생2: 내가 발표 할 때 말할거 그거 준비해야해. 여기 다.
 학생1: 띠그래프가 없어
 학생5: 우리가 그림판에서 만들어와야겠다.
 학생3: 발표자도 뽑아야겠다. (수업-120615-1차시)

나. 반성하기

해결책을 발표한 학생들은 PBL의 모든 문제를 마치고 반성의 시간을 가졌다. 학생들은 PBL수업을 평소 교실수업과 비교하며 평가하는 모습을 보였다.

1)자기주도학습

평소 수학수업은 선생님이 모든 것을 해주고 자신의 이해여부와 관계없이 반복해서 풀어야한다고 짐에 서 지루하게 생각하고 있었는데 여러 가지 어려움에도 불구하고 스스로 문제를 해결하는 방법을 찾고 그 방법에 따라 문제를 해결했다는 것에 크게 만족감을 느끼는 것으로 보였다.

학생: 문제해결하는게 재미있었어요
 교사: 수학문제였는데도?
 학생: 네. 다른 때 수학시간에는 재미없었어요
 교사: 다른 때 수학시간에는 어땠는데?
 학생: 문제가 다 나와 있고 선생님이 그냥 다 해주시고 하니까.
 학생: 해결방법을 다 우리끼리 찾는 게 조금 힘들긴 했지만 그래서 더 기억에 남을 것 같아요
 (수업-120615-1차시)

2)협력학습

학생들은 친구들의 도움을 받을 수 있는 장점에 대하여도 많이 이야기 하였다. 교실수업에서는 모르면 그냥 조용히 지나칠 수 밖에 없었지만 PBL수업을 하면서는 친구들에게 바로 도움을 청하거나 친구들이 하는 것을 보고 배울 수 있었다고 말했다.

학생: 교실에서는 이해가 잘 안될 때도 있고 이해가 안되면 그래도 그냥 바로 넘어가잖아요.
 교사: PBL 하면서는 이해가 안될 때 어떻게 했는데?

학생: 친구들이 가르쳐줬어요.
 학생: 그냥 다 말하면서 생각할 수 있어요. 교실에서는 떠들면 안돼요.
 학생: 교실에서는 그냥 문제만 풀어야해요.
 (수업-120615-1차시)

3) 유의미한 학습경험

현실상황을 기반으로 만들어진 PBL문제는 학생들이 비울그래프를 배우기만 하는 것이 아니라 그것을 이용하여 다른 사람에게 자신의 생각을 전달해야하는 역할을 가지고 있었다. 학생들은 비울그래프에 관해 다른 방법으로 배우는 것은 생각할 수 도 없다고 이야기했으며 그런 경험이 그동안 다룬 지식에 대한 깊은 이해와 함께 오래 기억할 수 있는 수업이 되었다고 반성하였다.

교사: 비울 그래프를 그냥 보통 수업시간처럼 배웠다면 어떨 것 같아?
 학생: 그건 상상이 안돼요
 학생: 그냥 멍 때리면서 그냥 듣기만 했을 것 같아요
 학생: 이해가 됐다고 해도 다음에 그냥 까먹을 것 같아요.
 학생: 집중이 안됐을 것 같아요.
 교사: 그럼 지금처럼 PBL로 했을 때는 어땠는데?
 학생: 네. 안 까먹고 기억에 잘 남을 것 같아요.
 학생: 설문 조사하는 게 참 재미있었어요.
 학생: 문제하나를 해결하는게 이렇게 어려운 줄 몰랐어요. 발표하면서 우리가 만든 PPT가 너무 신기하고 처음해본 것이었는데 짱 재미있었어요.
 (수업-120615-1차시)

[표 8] 문제 해결 단계에서 다루어진 생활경험과 수학 교과 지식

[Table 8] Mathematical knowledge & experience in problem-solving stage

생활경험	수학 교과 지식
<ul style="list-style-type: none"> ○ 발표자료 만들기 <ul style="list-style-type: none"> - 자료준비를 위한 역할 분담 - PPT 만들기 - 발표 원고 작성하기 ○ 발표자 선정 <ul style="list-style-type: none"> - 친구 추천하기 ○ 발표하기 <ul style="list-style-type: none"> - 자료를 효율적으로 제시하기 - 의사표현하기 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자료 분류하기 ○ PPT로 그래프 그리기 -막대그래프 그리기

[표 9] 문제1에서의 교사와 학생의 발화의 수

[Table 9] The number of utterance of teacher and student in Q.1

문제해결과정		발화의 종류					
		의견	질문	제안	요청	수정	계
문제이해단계 (문제파악하기)	교사	5	30	4	11	7	57
	학생	43	5	2	0	12	62
문제이해단계 (문제해결계획)	교사	0	5	2	0	13	20
	학생	83	28	52	34	28	225
문제탐색단계 (탐색과정)	교사	0	6	0	5	5	16
	학생	15	4	20	21	32	92
문제탐색단계 (재탐색과정)	교사	3	6	12	16	5	42
	학생	21	10	17	41	52	141
문제해결단계	교사	2	4	6	16	2	28
	학생	10	0	4	4	38	56

문제 해결계획세우기 단계에서는 교사의 발화수가 눈에 띄게 줄어든 것을 볼 수 있다. 교사가 의견을 말한 횟수는 0으로 이 단계에서는 교사는 “그런 문제를 해결할 수 있는 방법은 없을까?”, “그걸 어떻게 알 수 있을까?” 등의 활동을 촉진시키는 역할을 했을 뿐 대부분의 과정이 학생들만의 대화로 이루어졌다는 것을 알 수 있다.

두 번째 단계인 문제탐색단계에서도 교사의 발화의 수는 학생에 비해 적은 편이다. 학생들은 모든 종류의

B. 의사소통의 양상

수학적 의사소통의 양상은 단계별로 의사소통에서 나타난 발화의 종류와 횟수를 바탕으로 교사와 학생이 어떻게 의사소통에 참여했는지를 분석하였다. 먼저 첫 번째 문제에서 교사와 학생의 발화의 수를 살펴보면 다음 [표 9]와 같다.

수업의 처음 단계에서는 교사가 질문하고 학생이 답변하는 단순한 발화가 가장 많은 수를 차지했다. PBL문제를 처음 접하고 학생들이 문제에 대해 혼란스러워하는 상황이었기 때문에 다른 단계보다 학생들을 이해시키기 위한 교사의 발화가 많았던 것으로 보인다. 학생들의 발화를 살펴보면 의견이 가장 많은 수를 차지하고 있는데 이 단계의 의사소통은 각자가 자신의 의견을 독립적으로 이야기하는 비중이 높은 것을 볼 수 있다.

발화를 다양하게 하고 있고 단순하게 의견을 묻는 ‘질문’의 빈도수가 다른 발화의 종류에 비해 비교적 적은 것을 볼 수 있다. 재탐색과정에서는 교사와 학생의 발화수가 전체적으로 증가한 것을 볼 수 있다. 탐색과정을 거치면서 문제해결에 실패를 경험하고 새로운 해결방법을 찾는 과정을 경험하면서 재탐색과정에 많은 시간을 할애하였음을 보여준다.

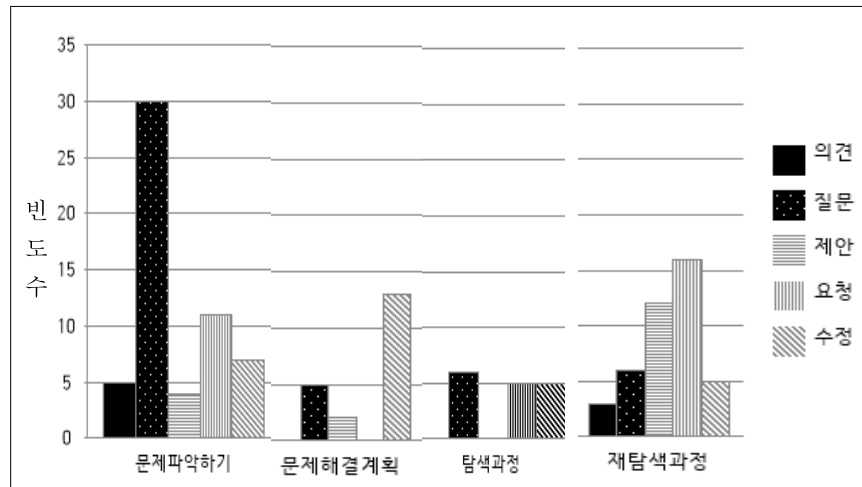
문제해결 단계의 발화는 두 번째 문제의 문제해결 단계에서 나타난 발화의 수와 비교하여 보는 것이 유

의미한 결과를 보여주었다. 두 번째 문제의 문제해결 단계의 발화의 수는 다음 [표 10]과 같다.

[표 10] 문제2의 문제해결단계에서 나타난 발화의 수
 [Table 10] The number of utterance of at problem-solving stage in Q.2

문제해결과정	발화의 종류					
	의견	질문	제안	요청	수정	계
교사	0	0	4	0	2	6
학생	16	2	28	20	40	106

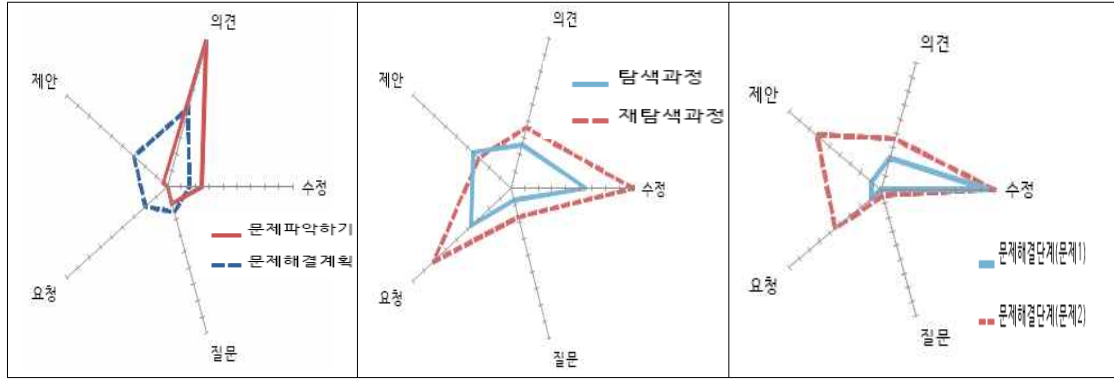
번째 문제해결단계를 거치고 두 번째 문제에서 다시 문제해결단계를 마주한 학생들은 대화양상에서 많은 발전된 모습을 보였다. 보다 체계적인 발표방법을 찾고 좀 더 논의하여 결정하는 모습을 보였다. 첫 번째 문제에서는 교사의 발화가 학생의 발화수의 절반정도를 차지하지만 두 번째 문제에서는 교사의 전체발화수가 6밖에 되지 않는다. 그에 비해 학생의 발화수는 56에서 106으로 상승하면서 두 번째 문제에서 더욱 적극적으로 스스로 문제를 해결하고 있음을 보여준다. PBL수업 전체에서의 교사의 발화양상을 살펴보면 다음 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 문제1. 교사의 발화양상
 [Fig. 4] The aspect of teacher's speech in Q.1

문제이해단계의 문제파악하기 과정에서는 질문이나 요청의 비율이 높은 반면 문제해결계획을 세우는 과정에서는 수정의 비율이 높다. 문제탐색과정과 문제재탐색과정을 비교하여 살펴보면 탐색과정에서는 제안이 0이었던 것이 재탐색과정에서는 12이다. “어렵하는 방법으로는 좋은 것 같은데 더 정확하게 할 수 있는 방법

을 찾아볼 수는 없을까?”등 학생들이 잘못 생각하는 부분을 지적하되 새로운 관점이나 행동을 학생이 스스로 찾아낼 수 있도록 교사가 유도하고 있다는 것을 볼 수 있다. 교사의 요청도 세배 이상 증가하면서 PBL에서의 교사의 역할을 보여준다. 각 단계에서의 학생들의 발화양상을 살펴보면 다음 [그림 5]와 같다.



[그림 5] 문제 1에서의 학생의 발화 양상

[Fig. 5] The aspect of student's speech in Q.1

문제이해단계에서의 학생의 발화양상을 보면 ‘문제 파악하기’와 ‘문제해결계획’이 많은 변화가 있음을 볼 수 있다. 교사는 질문하고 학생이 답변하는 교사와 학생의 의사소통이 주를 이루다가 다른 친구의 의견에 대해 요청하거나 제안하는 횟수가 대폭 증가하는 것을 볼 수 있다. ‘문제파악하기’에서의 발화의 내용을 살펴 보면 ‘알고 있는 것이 무엇이 있을까?’라는 교사의 질문에 ‘학생들이 에버랜드에서 어떤 놀이기구가 가장 재미있었는지 알아야해요’와 같은 답변의 형태를 갖는다. 반면 문제해결계획을 세울 때에는 ‘그래프를 나타내려면 백분율도 알아야하는 거 아냐?’, ‘막대그래프로 하는 건 어때?’와 같은 학생들 사이의 제안과 요청이 활발하게 이루어졌음을 볼 수 있다.

강의식 수업에서는 다른 학생의 의견에 대해 이런 형태의 발언을 하기가 쉽지 않을뿐더러 기회가 적은 것이 사실이다. PBL에서는 현실경험을 기반으로 문제를 풀어가기 때문에 수학의 내용지식에 자신이 없는 학생들도 자신의 생각을 좀 더 편안하게 이야기할 수 있다. 그래서 보통의 수업에서는 그냥 지나쳤을 문제들에 대해 다른 사람의 의견에 자신의 의견을 덧붙임으로써 생각을 발전시킬 기회를 얻을 수 있다.

문제탐색단계에서는 서로 조사해온 새로운 지식을 공유하고 그 지식을 바탕으로 문제를 해결하려는 시도를 하였다. 탐색과정에서는 ‘우리 줄기와 옆 그래프로 할까?’, ‘바이킹부터 하는게 나올거 같아’ 등 아직 결정되지 않고 확실치 않은 문제에 대해 각자의 생각을 제

안하면서 합의점을 찾으려는 노력이 활발하게 이루어졌다. 재탐색과정에서는 ‘요청’과 ‘수정’의 빈도수가 증가하면서 ‘원이 360도잖아 알고 있지?’, ‘왜 원이 360도야?’, ‘원의 각의 합(그림을 그리며) 이거의 합이 360도잖아’ 등 서로 잘 모르는 부분에 대해 서로의 도움을 요청하고 주고 받는 모습을 볼 수 있었다.

문제해결단계에서는 첫 번째 문제에서 보다 두 번째에서 다양하게 많은 발화가 이루어지고 있으며 교사가 성급하게 결과를 이끌어내거나 ‘가르치려’ 들지 않으면 첫 번째 문제에서 겪은 시행착오를 바탕으로 더욱 발전된 해결방안을 스스로 찾으려는 노력을 하고 있음을 볼 수 있다.

V. 결론

1. 깊이 있는 수학 개념의 습득

PBL 수업을 통해서 학생들은 교육과정에서 요구하는 것보다 훨씬 더 깊고 다양한 지식을 체계적으로 학습하였다. 현재 교육과정에서는 통계의 일련의 과정을 여러 학년에서 분산하여 지도하여 그래프의 내용이 분절되어있기 때문에 어떤 그래프를 선택하는 것이 효율적인지에 관한 학습이 충분히 이루어지지 못하고 있다. 현실을 반영한 실생활 문제를 통해 적절한 그래프를 선택하고 그래프 전체를 조망하는 기회를 가질 수 있었다. 또한 원그래프와 띠그래프를 직접 그려보는 활동을 통해 비율에 대한 깊은 이해를 갖게 되었고 원의 360도를 각각의 비율로 분할하는 것이 결국은 전체를

부분만큼 백분율로 나타내는 것과 같은 과정이라는 것을 깨달았다. 또한 띠그래프 전체의 길이가 각각의 비율에 따른 부분의 길이도 결정한다는 것을 알게 되었다. 이 과정은 학생들에게 굉장히 새로운 발견이었으며 큰 지적 희열을 느끼게 한 경험이었다. 그리고 자료를 그래프에 어떤 형식으로 나타내는 것이 효과적인지를 고민하는 과정에서 그래프에 대한 깊은 이해가 이루어졌다.

2. 자기 주도적 학습 과정

학생들은 PBL 수업에서 제시한 비 구조화되고 실제적인 문제 상황을 학교에서 학습해야 할 어떤 과정으로 생각하는 것이 아니라 자신들이 현실에서 해결해야 할 실제로 받아들였기 때문에 교사가 강요하지 않아도 스스로 문제해결에 책임감을 가지고 몰입하는 태도를 보였다.

또한 PBL을 통해 체계적으로 계획을 세워 자신들의 힘으로 문제를 해결하는 경험을 할 수 있었다. 또한 그러한 경험이 반복되었을 때 문제해결방법이 질적으로 향상되는 모습을 보여주었다.

3. 수학 학습에 대한 긍정적 사고

학생들은 PBL 학습을 통해 수학 수업을 매우 즐겁게 여기고 수학학습에 대한 긍정적 사고를 갖게 되었다. 학생들은 그동안의 수학수업 경험에 대해 선생님이 모든 문제를 풀어주고 그 내용에 대한 자신의 이해 여부와 관계없이 언제나 반복해서 문제를 풀어야 하는 시간으로 기억하였다. 그래서 PBL 수업을 하는 동안 많은 어려움이 있었음에도 불구하고 스스로 문제를 해결하는 방법을 찾고 그 방법에 따라 문제를 해결한 것에서 크게 만족감을 느낄 수 있었다고 표현하였다.

4. 다양한 의사소통

PBL 수업은 학생들로 하여금 다양한 의사소통을 경험할 수 있는 기회를 제공하였다.

현실경험을 기반으로 한 실제적인 문제는 학생들이 자신의 의사를 표현하는데 자신감을 가질 수 있도록 해주었다. 문제가 요구하고 있는 수학지식에 대해 잘 모르는 학생들도 생활 경험에 관련된 이야기로 토론에 참여함으로써 모둠에서 소외되지 않고 모든 과정을 함께 마칠 수 있었다. 또 교사가 수업의 주도권을 학생

에게 넘겨줌으로서 학생들이 다양한 의사소통의 모습을 보여주었다.

참 고 문 헌

강미애·송상현 (2011). 초등학교 4학년 소수단원에서 의 수학과 PBL모형 적용 수업 분석. 대한수학교육학회지<학교수학>. **13(1)**, 189-206.

Kang, M. A. & Song, S. S. (2011). Application of Mathematics PBL Model Courses in the chapter of a Decimal for the 4th grade of elementary school student. *school Mathematics*, **13(1)**, 189-206.

강인애 (2002). 왜 구성주의인가? 서울: 문음사. Moonum-sa.

Kang, I. A. (2002). What is constructivism? Seoul: 강인애·정준환·정득년 (2007). PBL의 실천적 이해. 서울: 문음사.

Kang, I. A.; Jung, J. H. & Jung, D. N. (2007). Understanding of the practical for PBL. Seoul: Moonum-sa.

김경희 (2007). 문제중심학습의 수업단계별 학습활동의 특성과 교육적 의미 탐색. 이화여자대학교 박사 학위논문.

Kim, K. H. (2007). Study of the characteristic of learning activities during each stage of PBL. unpublished doctoral dissertation Ewha University.

김택희 (2010). 수학 흥미도 증진을 위한 방안 및 고찰. 한국수학교육학회 <수학교육프로시딩>, **44(1)**, 21-28.

Kim, T. H. (2010). Comprehensive strategies to improve student attitudes toward mathematics. Proceeding of mathematical education, **44(1)**, 21-28.

손미·하정문 (2008). 문제중심학습(PBL)의 학습효과에 관한 메타분석. 교육정보미디어연구. **14(3)**, 225-251.

Son, M & Ha, J. M. (2008). A Meta-analysis on

- the Effects of PBL, *14*(3), 225-251.
- 이광호 · 장은하 (2012). 문제중심학습(PBL)에서 초등 예비교사들의 문제해결과정. 한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, **15**(2), 91-106.
- Lee, K. H. & Jang, E. H. (2012). The Research on PBL Application in Mathematics method Course, *Education of primary school mathematics*, **15**(2), 91-106.
- 이미연 · 오영열 (2007). 수학적 과제가 수학적 의사소통에 미치는 영향. 수학교육학연구, **17**(4), 395-418.
- Lee, M. Y. & Oh, Y. O. (2007). The Influence of Mathematical Tasks on Mathematical Communication. *The journal of education research in mathematics*, **17**(4), 395-418.
- 이신득 · 권혁진 (2007). 실생활 중심의 교수-학습 자료 개발과 이를 활용한 수학수업에 대한 학생들의 인식 변화 고찰. 한국학교수학회논문집, **10**(1), 45-69.
- Lee, S. D. & Kyun, H. J. (2007). The Development of Teaching-learning materials based on real life and the investigation of student's cognition change about mathematics class using developed materials. *journal of the korean school mathematics society*, **10**(1), 45-69.
- 장윤영 (2008). 문제중심학습에서의 수학적 문제해결 행동 사례연구. 단국대학교 박사학위논문.
- Jang, Y. Y. (2008). *A Case Study on mathematical behavior through PBL in problem solving*. unpublished doctoral dissertation Dankook university.
- 전평국 · 이진아 (2002). 수학적 문제중심학습에서의 사회적 상호작용 분석. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **13**(1), 409-424.
- Jun, P. K. & Lee, J. A. (2002). Analysis of social interaction in mathematical PBL. *Communications of mathematical education*, **13**(1), 409-424.
- 조성민 · 노선숙 (1999). 수학 교수-학습에서의 구성주의적 관점. 교육과학연구, **30**(1), 105-123
- Jo, S. M. & No, S. S. (1999). A View of the constructivism in mathematics. *Ewha journal of Educational research*, **30**(1), 105-123.
- 조연순 (2006). 문제중심학습의 이론과 실제. 서울: 학지사.
- Jo, Y. S. (2006). Theory and practice of PBL. Seoul: Hakji-sa.
- 조연순 · 구성혜 · 박지윤 · 박혜영 (2005). 문제중심학습의 교수학습과정 연구:초등과학 수업에의 적용사례를 중심으로. 초등교육연구, **18**(1), 61-87.
- JO, Y. S. ; Goo, S. H.; Park, J. Y. & Park, H. Y. (2005). A Study on Teaching and learning process of PBL: *Application in elementary science curriculum*, **18**(1), 61-87.
- 조연순 · 이혜주 · 백은주 · 임현화 (2003). 문제중심학습(PBL)을 위한 문제개발절차 연구. 교육과정연구, **21**(3), 215-242.
- Jo, Y. S.; Lee, H. J.; Baek, E. J. & Lim, H. H. (2003). A Study on the procedure of design for PBL. *The korean society for curriculum studies*, **21**(3), 215-242.
- 최지영 · 이대현 (2004). 소집단 문제해결 학습에서 수학 문제 유형에 따른 의사소통의 패턴 분석. 한국학교수학회논문집, **12**(3), 247-265.
- Choi, J. Y. & Lee, D. H. (2004). An Analysis of the Communication patterns according to the mathematical problem types in Small Group. *Journal of the korean school mathematics society*, **12**(3), 247-265.
- 허난 · 하영화 (2011). 문제중심학습의 실행에 관한 수학교사의 인식조사:카드 활용 면담을 이용한 분류체계 및 성분분석을 중심으로. 한국학교수학회논문집, **14**(2), 143-161.
- Hu, N. & Ha. Y. H. (2011). On Mathematics teachers' Recognition about PBL Implementation : Taxonomic Analysis & Componential Analysis by using cards. *Journal of korean school Mathematics society*, **14**(2), 143-161.
- Duch, B. J. (2001). Writing Problem for deeper understanding. In B.Duch, S. Groh, & D.Allen(ED.), *The Power of Problem-Based Learning : A Practical "How To" for Teaching Undergraduate Course in Any Dicipline*(pp.47-58).

- LLC : Stylus Publishing.
- Hmelo, C. E., & Evensen, D. H. (2000). Problem-based learning: Gaining insights on learning interactions through multiple methods of inquiry. In D. H. Evensen, & C. E. Hmelo (Ed.), *problem-based learning: A research perspective*(pp.1-6). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- Torp, L., & Sage, S. M. (2002). *Problem as possibilities: Problem-Based Learning for K-16 Education*(2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Zumbach, J., Kumpf, D., & Koch, S. C. (2004). Using multimedia to enhanced problem-based learning in elementary school. *Information Technology in Childhood Educational Annual*. 25-37.

Elementary school students' Problem solving process on Problem-Based Learning Approach - Focused on drawing graphs

Jang, Eunha

seouljihyang Elementary School
11 Gil Sinjungro Yangchungu Seoul, 158-798
E.mail: captain249@sen.go.kr

Lee, Kwangho

Korea National University of Education
250 TaeseongTabyeon-ro Gangnaemyon, Cheongwonkun, Chungbuk, 363-791 Korea
E.mail: paransol@knue.ac.kr:

This study was designed to identify how teachers and students solve problems and communicate with each other during the course of study through application of PBL questions that can be utilized in math ratio and graph sections of the 6th-grade elementary school curriculum in class. Therefore we had figure it out that through pbl class student acquired a propound knowledge in math and showed self-directed learning through various communication activities, and that they finally showed positive attitude and confidence in this subject

* ZDM Classification : C72
* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C30
* Key Words : PBL(problem based learning), graphs, mathematical communication, problem-solving.