대한수학교육학회지 <학교수학> 제 11 권 제 1 호
Journal of Korea Society of Educational Studies in Mathematics
School Mathematics Vol.11, No.1, 165-186. Mar. 2009

수학과 문제중심학습 문제 분석을 위한 기준표 개발 및 적용

허 난* · 강 옥 기**

학습자가 학습에 대한 흥미를 가지고 생활 주변의 문제를 자기 주도적으로 해결하고 그 과정을 통해 학습하게 되는 것은 매우 중요하다. 문제중심학습은 학습자가 수업에 자발적으로 참여하도록하며 협동 학습을 강조하여 이를 통해 학습자의 수학적 사고능력 및 지식의 확장과 창의적 문제 해결능력을 향상시킬 수 있는 교수·학습 방법이다. 본 연구에서는 문제중심학습의 학교수학 적용을 위하여 문제개발의 중요성을 인식하여 문제중심학습의 문제가 갖추어야 할 특징을 파악하고, 이를 바탕으로 수학과 문제중심학습 문제 분석 기준표를 개발하였다. 또한 이를 이용하여 다양한 문제들을 분석해봄으로써 수학과 문제중심학습에 적합한 문제를 선별하고 문제 개발의 방향을 제시하고자 하였다.

Ⅰ. 서 론

우리의 삶은 늘 문제를 직면하고 그 문제를 해결해 나가는 것을 반복한다. 또한 기존의 지식으로 해결할 수 없는 문제를 해결하기 위하여 새로운 지식을 받아들이게 되고 이를 문제 해결에 적용한다. 그래서 현 시대에는 다양한 지식을 보유하고 있을 뿐만 아니라 새로운 지식을 받아들이고 이를 문제 해결에 적용할 수 있으며 집단의 구성원으로서의 역할과 기능을 다 할 수 있는 사람을 유능한 인재라 일컫는다 (Hmelo & Evensen, 2000). 제 역할과 기능을 다하는 사회의 구성원을 기르기 위해서 학습자가 다양하고 창의적인 자기 주도적 학습활동을 진행시켜 나갈 수 있는 교육 환경이 필요하다. 이러한 관점에서 학습자가 학습에 대한 흥미를 가지고 생활 주변의 문제를 자기 주도적으로 해결하고 그 과정을 통해 학습 하게 되는 문제중심학습이 이런 교육적 요구를 충족시켜 줄 가능성을 갖고 있는 것으로 보인다. 문제중심학습은 문제해결 능력과 협동학습능력이 강조되고 있는 오늘날 대부분의 교육 분야에서 그 적용가능성에 대해 활발히 논의되고 있는 교수·학습 방법이다(장정아, 2005).

교육부(1997)는 제 7차 교육과정에서 학습자의 활동을 중시하는 수학교육이 이루어지도록 하여 학습자 스스로 관찰, 조작과 분석, 종합하는 활동을 통하여 수학적 원리나 법칙을 예측하고 추론하게 하고 있다. 또한 수학의 기본적인 개념, 원리, 법칙을 토대로 탐구하고 예측하며, 문제해결력, 창의력, 수학적으로 사고하는 능력 등의 수학적 힘을 기르게 하고자 하는데 수학과의 역할을 두고 있다. 실생활과 관련이 깊은 여러 문제를 해결해봄으로써 수학에 관한 긍정적인 태도를 가질 수 있도록 편성하여 수학을 실

* 성균관대학교 대학원(huhnan@dreamwiz.com)
** 성균관대학교(okkang@skku.edu)

생활에 적용하는 것을 중요시 하였다. 우정호(1999)는 학습자 주체의 학습, 집단 활동과 상황적인 과제의 강조, 안내자 및 조력자로서의 교사 등 수학교육에 있어서의 교수·학습의 변화를 제시하였다. NCTM(National Council of Teachers of Mathematics)의 Standards(2000)에서도 일상생활이나 직업 생활에서 수학적 지식을 자신 있게 사용할 수 있도록 하는 수학적 문제해결력, 증명과 추론 능력, 의사소통 능력, 수학적 연결성과 표현력의 신장을 위한 다양한 교수·학습 방법을 강조하고 있다. 이처럼 수학교과에서 학습자의 활동적 참여를 조장하는 학습자 중심의 교수·학습 방법에 대한 새로운 변화가 일어나고 있으며 문제 해결을 통해서 학습자가 새로운 지식이나 기능을 획득하고 사고 능력을 기를 수 있도록 하는 다양한 교수·학습 방법의 개발과 적용에 대한 요구가 증가하고 있다. 따라서 학습자 중심의 교수 학습 방법 중의 하나이며 학습자가 주체가 되어 활동적 참여를 하며 수학의 유용성을 학습자 스스로 느낄 수 있도록 하는 방법인 '문제중심학습(PBL: Problem-Based Learning)'이 수학교과에 대두되는 것은 최근의 이러한 수학교과의 변화에 부응하기 위한 것이라 할 수 있다.

문제중심학습은 단순한 공식을 암기하여 문제를 해결 하는 것과는 달리 학습자가 가지고 있는 수학적 지식을 모두 활용하여 문제를 해결해 나가는 과정 중에 수학적 개념과 원리를 발견해 나가며 수학적 사고능력을 신장하는 또 하나의 교수·학습 모형으로 최근 관심이 높아지고 있다. 그러나 문제중심학습에 대한 관심은 높지만 실제 학교 현장에서 문제중심학습을 실행하는 데는 많은 어려움이 존재한다. 우리나라 학교의 교육과정과 교육환경 등 여러 가지 원인이 있지만 주요한 원인 중의 하나는 문제중심학습 개념에 대한 명확한 구분이 되어있지 않다는 것이며 또 다른 하나는 문제중심학습에 적절한 문제를 개발하는 것이 어렵고 또한 개발된 문제가 문제중심학습에 적합한 문제인지 판단할 수 있는 기준이 마련되지 않았기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 수학교과에서 문제중심학습의 교육 현장 적용을 위하여 문제 개발의 중요성을 인식하여 문제중심학습의 문제의 특징을 파악하고, 문제중심학습에 적합한 문제를 개발하기위한 기준을 개발하여 이를 이용하여 다양한 문제를 분석해보고자 한다. 문제중심학습에서 요구되는 문제들의 특성을 고려하여 문제중심학습에 이용할 수 있는 가능성을 지닌 문제들을 분석해 봄으로써 문제 중심학습에 적합한 문제를 선별하고 문제 개발의 방향을 제시 하는데 참고가 되고자 하였다.

II. 이론적 배경

1. 문제중심학습의 개념과 특징

현 시대의 교육에 있어서 주요 패러다임의 골자는 '학습자 중심의 학습'이다. 즉, 학습자가 스스로 주어진 학습상황을 최대한 활용하여 자신이 원하는 지식을 얻고 다양한 정보나 기술을 획득하고, 인성개발을 이루어가는 것이 우리시대가 지향하는 교육이다. 문제중심학습은 단편적인 교과지식에 국한하지 않고 보다 실제적(authentic)인 문제와 관련된 지식을 조직할 수 있는 교육전략이다. 또한 문제를 해결해 가는 과정에 있어서 교수자의 수업이나 지시를 최소화 하고 학습자의 사고를 중심으로 학습자 스스로 해결방법을 구성해 나가도록 이끌어 줄 수 있는 방법이다(Barrows & Tamblyn, 1980). 학습자 스스로 학습을 이끌어 나가는 자기 주도적 학습의 주요한 요소이자 장점은 학습자가

가능한 한 자신이 경험하는 학습에 대한 주도권을 갖고, 주어진 학습상황에서 최선의 노력으로 최고의 결과를 얻고자 자기 스스로에게 도전하고, 자기 자신을 경영할 수 있게 되며, 자기 스스로의 동기화와 평가를 겸하게 되는 것이다. 문제 중심학습은 이와 같은 자기 주도적 학습을 실현하기 위한 다양한 학습방법들 가운데 중요한 한 가지 방법이다.

문제중심학습은 1970년대 중반 캐나다의 McMaster University 의과대학에서 기존의 교수·학습 방법에 대한 반성으로부터 출발한 수업 방법이다. 문제중심학습은 새로운 교육패러다임을 주도할 교수전략으로 주목받고 있으며, 현재는 전 세계 의과대학 뿐만 아니라 초등, 중등, 고등교육의 모든 수준에서 지속적으로 확대, 발전하고 있다(강인애, 1998).

문제중심학습은 학습자가 수업에 자발적으로 참여하도록 하며 협동학습을 강조하여 이를 통해 학습자의 사고능력 및 지식의 확장과 창의적 문제해결능력을 향상시킬 수 있는 방법이다. 문제중심학습을 통하여 학습자가 습득하게 되는 교육적 효과는 주어진 문제에 대한 인식에서부터 그 해결책을 마련하는 과정에서 터득하게 되는 주요 내용을 규정하고 명료화하는 방법, 문제 해결을 위한 가설 설정 능력, 문제 해결에 필요한 관련 지식과 정보의 수집 및 분석 능력, 이에 기초한 대안 또는 해결방안의 구상력 등이다. 이런 효과들은 진정한 의미의 교육이 추구하는 목표이기도 하다.

문제중심학습이 일반적인 협동학습(cooperative learning)이나 여타의 유사한 교수·학습 방법[1]과 구별되는 특징을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 문제중심학습은 문제로부터 시작한다. 문제중심학습에서 가장 핵심적인 특징이라고 할 수 있는 것은 새로운 지식획득을 위한 출발점으로서 '문제(problem)'를 사용하는 것이다. 문제중심학습에서의 문제는 우리의 실생활에서 직면하게 되는 실제적(authentic)이며, 총체적 영역의 문제를 기반으로 최신의 내용이 포함된 전문적 활동을 반영할 뿐만 아니라 비구조화된(ill-structured) 특징을 갖는다(Barrows, 1994). 학습자가 자신이 학습의 주체가 된다는 의식을 가질 수 있도록 현실과 밀접한 관련이 있는 문제가 제시되어, 학습자 스스로 무엇이 중요한지에 대한 판단을 할 수 있는 순간부터 학습이 시작된다. 학습자는 자신과 관련이 있다고 생각되어지는 문제이며 도전할만하다는 느낌을 가지도록 해주는 문제가 제시되었을 때 흥미를 느끼고 문제 해결에 열중하게 된다. 수학교육에서도 문제로부터 시작하여 실제적인 문제를 해결 해 나가는 과정과 결과를 통해 자기 주도적으로 학습하는 학습 모형인 문제중심학습은 권장할만한 교수·학습 방법이다.

둘째, 문제중심학습은 학습자 중심이다. 학습자는 자주적이고 능동적으로 학습의 주체가 되어 스스로 문제를 통해 배워야 할 학습 주제와 목표를 정한다. 문제를 해결하기 위해 그룹 내에서의 각자의 역할을 분담하여 자료를 수집하며 이를 통해 학습 주제를 재분석하면서 학습자 중심의 학습을 구현하게 된다. 학습자는 문제중심학습의 전반적인 과정을 통하여 알고 있는 것과 알아야 할 것, 어떠한 방법으로 학습을 진행시켜야 할지에 대한 지식을 습득하고 비판적인 사고능력을 기름과 동시에 자기 주도적 학습 능력을 향상시킬 수 있게 된다(Delisle, 1997; Sage & Torp, 2001).

셋째, 문제중심학습은 교수자의 역할을 '지식의 전달자'에서 '조력자'로 전환시킨다. 문제

1) 김선희(2005)는 문제 지향 학습, 문제 보조 학습, 문제 초점 학습, 문제 주도 학습, 문제 집중 학습 등이 있다고 하였으며, 장정아(2005)는 문제 해결 학습, 목표 기반 시나리오, Action Learning, 상황학습, 프로젝트 학습 등이 있다고 하였다.

중심학습에 있어서 교수자는 전통적으로 교육의 주체로서 지식을 전달하는 단순한 '지식의 전달자'가 아니라 학습자의 학습의 조력자(scaffolder)이자 공동학습자(co-learner)로서의 역할을 수행한다(강인애, 1998). 때로는 문제를 직접 개발하여 제공하는 문제 제공자이면서 동시에 학습자의 문제 해결에 도움을 주는 촉진자(facilitator)의 역할을 하기도 한다. 문제중심학습이 학습자 중심의 교수·학습 방법인 만큼 교수자는 학습자가 논리적으로 사고하는 기술과 자기 주도적으로 학습을 할 수 있는 기술을 습득하고 문제에서 내용지식을 획득할 수 있도록 지원하기 위해 존재한다고 할 수 있다. 따라서 교수자는 지식의 구성을 주입하기 보다는 오히려 학습자의 사고를 존중하고 지원하는 역할을 수행한다.

넷째, 협력학습과 자기 주도적 학습을 강조한다. 문제중심학습은 구성주의의 학습 모형의 하나이다. 구성주의의 특징은 상대주의적 인식론을 근거로 학습자 중심의 학습 환경을 강조하며, 개인의 인지적 작용에 의해 지식이 형성되는 것이 아니라 사회 구성원간의 상호작용에 의해 지식이 습득되고 형성된다. 지식의 구성이 인지적 작용과 사회적 상호작용에 의해 구성되어지는 구성주의적 맥락을 문제중심학습은 충실하게 반영한다(Duffy & Savery, 1994). 따라서 협력학습을 통하여 학습자는 자신의 결론과 견해에 대하여 객관적으로 평가를 받을 수 있으며, 다른 구성원과의 상호 작용에 의해 자신의 지식과 사고 영역을 확장시킬 수 있다. 또한 문제중심학습에서의 자기 주도적인 학습은 문제 해결을 위해 자신의 인지 작용을 스스로 성찰하고, 문제를 해결하는 방법과 자신이 속한 그룹에서 이루어지고 있는 학습활동에 대해 끊임없이 사고하는 과정을 의미하는 것으로 단순한 개별 학습과는 구별이 된다.

다섯째, 평가는 학습자 중심으로, 다양한 방법으로 이루어진다. 문제중심학습에서의 문제 해결 방법 역시 비구조화 된 것이므로 객관화 된 평가 기준이 있을 수 없다. 그러므로 문제중심학습에서의 평가는 결과중심의 평가가 아니라 문제 해결 전반적인 과정에 대한 지속적인 평가가 이루어진다. 또한 학습자 스스로 평가에 참여할 수 있게 된다. 평가 자료는 최종 보고서, 성찰 저널, 조원간 평가, 조별간 평가 등이 종합적으로 활용된다.

2. 문제중심학습의 기본과정

문제중심학습은 학습자가 자신의 견해를 이끌어내고, 제시, 전개, 설명, 조직하기 위해서 일단 문제와 관련된 충분한 지식과 함께 자신의 견해를 이끌어 내기까지의 문제해결을 위한 과정적 지식이 필수적으로 요구된다(Barrows & Myers, 1993). 문제중심학습은 학습자가 제시된 문제에 대해 자신이 이미 획득한 사전 지식이나 경험을 기반으로 스스로 의미를 구성해가는 과정을 통해 문제해결을 하게 된다. 이 과정 중에 학습자는 스스로 선호하는 방법으로 학습을 주도하게 되며 교수자와 그룹의 구성원과의 협력적 활동으로 학습의 효과를 높일 수 있다.

문제중심학습 과정은 일반적으로 문제중심학습의 창시자인 Barrows가 적용·발달시킨 모형을 근거로 하여 문제중심학습이 사용되어지는 맥락에 따라서 적절하게 수정 보완하여 사용되고 있다. 문제중심학습이 전개되는 기본과정은 주로 의과대학에서 사용되었으나 점차 대학을 비롯하여 초·중등학교에서 적절하게 수정 보완하여 활용되고 있다(Delisle, 1997; Sage & Torp, 2001). 그러나 잘 설정된 문제로부터 시작하여 그 문제를 해결하기 위해 자신이 알고 있는 지식과 더 알아야 할 것들을 찾아내어 학

습자 스스로 학습 목표를 세우고 문제를 해결해나가는 과정은 문제중심학습의 기본적인 학습과정이다. 문제중심학습의 이러한 특징적 수업과정은 다음 인용문에 잘 나타나있다(최정임, 2004; 재인용).

> 처음에 학생들은 다섯 개의 그룹으로 나뉘고, 각 그룹에는 한명의 촉진자가 배정된다. 그 다음 학생들에게 어떤 증상을 가지고 있는 환자의 문제가 제시된다. 학생들의 과제는 그 환자를 진단하고, 그 진단과 그에 따른 치료법을 정당화 하는 것이다. 그들은 문제를 토론하고, 그들이 기지고 있는 지식과 경험에 비추어 가설을 세우고, 관련된 사실을 확인하고, 학습해야 할 문제를 확인한다. 학습 문제는 이 문제와 잠재적으로 관련된 모든 종류의 주제들이고 학생들은 알지 못하는 것들을 확인하게 된다. 학생들은 자신들의 분석에 근거해서 학습 목표를 생성해 낸다.
> 한 과정이 끝난 후 학생들은 모두 자기주도학습에 참여한다.
> 자기주도학습이 끝난 후에는 학생들은 다시 모인다, 그들은 어떤 자료가 가장 유용하고 어떤 자료가 유용하지 않은지 자료를 평가하기 시작한다. 그 다음에 새로운 수준의 이해도로 그 문제를 학습하기 시작한다. 그들은 단순히 서로 무엇을 배웠는가를 이야기 하지 않는 대신에 학습한 지식을 문제를 재 진단하는데 사용한다. 이 과정은 새로운 학습 문제가 발생할 때까지 계속 반복된다.
> 문제 해결 과정의 끝에 실행되는 평가는 동료나 자기 자신에 의한 평가만으로 이루어진다. 학생들은 자기주도적 학습, 문제해결, 그룹 구성원으로서의 기능의 세 가지 영역에서 자신과 동료들을 평가한다.

Barrows의 모형은 자기 주도적 학습 과정과 협력학습이 반복적으로 이루어지는 전반적인 문제중심학습의 전개 방식을 제시하고 있으며 대상에 따라 이 모형을 적절하게 수정하고 보완하여 사용하고 있다(Tang et al., 1997). 수학교과에도 이와 같은 기본적인 문제중심학습의 모형을 적용하여 주어진 학습 단계를 밟아 학습을 진행시킨다는 것에는 많은 한계가 있을 수 있다. 그러나 소그룹 활동을 통해 그리고 문제해결을 통해 수학을 학습하는 과정이 중요하다고 생각 되는 바 수학교과에 맞는 문제중심학습의 과정에 대한 연구 또한 필요할 것이다. 이에 대한 연구는 다음 단계의 연구에서 다룰 계획이다. 문제중심학습의 절차를 충실히 밟아가며 지속적으로 사고하고 주도적으로 학습한 결과로 얻은 사실은 충분히 반영적 사고의 결과로 인식되어질 것이다. 문제중심학습의 과정을 통한 학습자는 전통적인 학습 방법에서 습득하였던 지식과 비교하여 확실한 지식을 습득하였다는 확신이 적을 수도 있다. 그러나 문제중심학습을 경험한 학습자는 문제해결에 접근하는 방법을 알게 될 뿐만 아니라 자기주도적으로 학습하는 방법과 동료들과 협동하여 학습하는 방법 등을 알게 된다는 점에 의의가 있다.

3. 문제중심학습에 있어서의 문제의 특징

본 연구에서는 문제중심학습에 사용되는 문제의 특징을 살펴봄으로써 수학과 문제중심학습 문제 설계를 위한 지침이 될 뿐만 아니라 개발된 문제가 문제중심학습의 문제로서 적합한지를 판단할 수 있는 분석기준을 마련해 보고자 한다. 따라서 이번 장에서는 문제중심학습 문제의 특징을 보다 구체적으로 정리하였다.

가. 학습의 시작으로서의 문제

문제중심학습은 문제를 이용하여 학습을 하는 것이 핵심이라고 할 수 있다. 그래서 대부분의 수학교사들과 학생들은 이미 수학교과는 문제중심학습을 하고 있다고 생각하고 있다.

이들은 수학학습의 대부분을 문제풀이에 할애하고 있고 그러한 이유로 많은 경우, 문제를 풀이하며 진행하는 이러한 수업을 문제중심학습이라고 생각한다. 그러나 문제중심학습은 문제를 이용하여 학습을 하는 것이지만 이러한 전통적 개념의 문제해결학습과는 차이가 있다. 새로운 지식획득을 위한 출발점으로서 '문제(problem)'를 사용하는 것이다(조연순, 2006). 실제로 문제를 제시하고 이를 해결하는 학습은 단지 문제중심학습 뿐만 아니라 발견학습, 문제해결 학습 등 다양하다. 그러나 문제중심학습이 이러한 다른 교수 접근들과 구별되는 것은 단지 문제를 중심으로 학습이 이루어진다는 것뿐만 아니라, 구조화되지 않은 문제의 제시로부터 학습이 시작된다는 것이다. 즉 전통적 수업처럼 정형화된 정답을 찾도록 요구되는 활동으로 문제가 제시되는 것이 아니라 학습자가 기본적인 개념을 학습하기 전에 문제가 먼저 제시된다는 점이다(Albanese & Mitchell, 1993).

문제중심학습의 문제를 전통적인 문제해결학습에서 제시되는 문제와 비교해 보면 차이를 분명하게 알 수 있다. 문제해결학습 문제는 구체적 주제나 원리를 포함하는 것으로 작성된다. 이 때 문제는 적절하게 구조화 된 문제이며 교과의 학습내용을 학습 활동으로 개발하기 위한 하나의 전략으로 제시되어진다. 일부의 교육과정에서는 학습자에게 문제해결능력을 기를 수 있는 훈련을 제공하기도하지만, 대부분의 경우는 그렇지 않다. 문제해결학습의 초점이 문제해결능력을 기르는 것 보다는 교수자에 의해 기대되는 대답을 획득하는 것이며, 대답은 어떠한 방식으로든 학습자에게 제공된 정보 안에 뿌리를 둔다(박홍준, 2004). 다시 말하면 제공되는 문제는 학습자가 얼마나 학습 내용을 이해했는지를 파악하기 위해서, 혹은 연습의 기회로 제공 되어 진다. 따라서 해결안들은 항상 특정한 교육과정 내용과 연결되어 있으며, 교수자에 의해 제공된 내용에 의해 한정되며, 해결안을 찾기 위해 제시된 것보다 더 많은 자료를 탐색할 것이 요구되지는 않는다.

반면에 문제중심학습에서의 문제는 교과에서 강조하는 내용을 학습하는 것과 함께 문제해결능력을 기르는 주요한 교육목표를 포함하며 비구조적인 문제로 제시된다. 즉, 정의되지 않은 문제를 가진 하나의 실제적 상황으로 문제가 제시되어진다. 문제는 학습자에게 미리 결정된 옳은 대답을 찾도록 요구되지는 않는다. 대신에 학습자가 문제에서 제시된 복잡한 상황을 다루고, 그들이 학습할 필요가 있는 정보와 기술을 결정하고 획득할 수 있도록 주어진다.

문제중심학습의 가장 큰 특징이라 할 수 있는 것은 문제로부터 학습이 시작된다는 것이다. 즉 학습자는 문제를 접한 후에 학습을 시작한다. 학습의 시작으로 문제가 제시되기 때문에 문제는 학습을 해야 하는 이유와 학습목표, 그리고 학습동기를 유발하는 역할을 지니고 있다. 또한 제시되는 문제는 학습자로 하여금 무엇이 필요하며, 어떤 정보가 관련되어 있으며, 문제를 해결하기 위해 어떤 단계를 거쳐야 하는지를 학습자 스스로 결정하도록 요구되어지는 실제적 활동을 위한 자극으로서의 문제이다(Duch, 2001). 따라서 학습자에게 흥미를 주고 학습을 촉진하기 위해 이해하기 쉽고도 실제적인 상황과 연결되어진 문제가 학습의 시작으로 사용되어진다. 우리의 일상생활은 항상 문제를 먼저 접하게 된다. 그 문제를 해결하기 위해 다양한 문제해결 방법을 모색하게 되는데 이러한 과정이 문제중심학습 환경과 같은 맥락에 있는 것이다.

나. 실제적인 문제

문제중심학습에서는 실제적인 문제를 사용할 것을 강조한다(강인애, 1998). 문제중심학습에

사용되어지는 실제적인 문제는 실생활을 바탕으로 하는 문제, 즉 현실세계에서 일어날 가능성이 높은 상황이 존재하고, 이 상황 안에는 문제를 둘러싼 구체적이고 실질적인 데이터와 문제의 배경을 설명해주는 정보를 포함하고 있는 문제이다. 현실에서 발생하는 문제들은 대부분 단 한 번에 문제가 해결되는 경우보다는 여러 번의 해결 단계를 거쳐 문제가 해결되는 경우가 많다. 이러한 현실의 문제는 본질적으로 혼란스럽고, 복잡하다(IMSA, 2006).

문제중심학습 환경은 실제적인 복잡하면서도 비구조적인 문제들을 해결 해나간다. 여기에서의 문제는 학교에서만 통용되는 비실용적이고 구조적인 문제가 아니라 모든 상황에서 현실에 바탕을 둔 문제이며, 학습자에게 실질적으로 도움을 줄 수 있는 문제로 학습자의 역할과 기대되어지는 학습결과가 분명하게 제시되어진다. 문제는 다루려는 주제가 실제 세계와 관련되어야 하고 특히 문제가 학습자에게 친근한 맥락의 것일 때, 학습자는 문제 해결의 이해당사자가 된 것으로 느낄 것이다(Duch, 2001). 이러한 실제적인 문제의 제시는 학습자에게 학습의 이유와 학교에서 배우는 것들이 실생활과 무관하지 않다는 것을 알게 해준다.

수학교육에서도 문제중심학습에서의 문제와 같이 실제적인 문제를 해결하는 과정을 통해 학습자는 수학이 실생활과 분리된 학문이 아니며 이러한 문제를 해결함으로써 사고 능력을 기르게 되며 실생활 적용능력을 기를 수 있다는 것을 알게 될 것이다.

다. 비구조적인 문제

Delisle(1997)은 진정한 문제중심학습의 중심에는 잘 정의되지 않은 문제, 즉 비구조화된 문제가 존재한다고 하였다. 이는 비구조적인 문제의 사용이 문제중심학습의 핵심적인 요소임을 알게 해 준다. Barrows(1994)는 비구조적인 문제란 해결안과 결과가 접근하는 방식에 따라 여러 가지 결과를 얻을 수 있으며, 학습자 수준과 노력 여부에 따라 도출되는 결론이나 해결안의 수준, 질 등이 결정될 수 있는 문제라고 보았다.

학교 현장에서 주로 사용되는 구조적인 문제는 개념이나 원리 적용을 요구하는 문제로 목표가 명확한 문제이다. 대부분의 수학 교과서에서 나오는 문제들은 학습자에게 문제의 모든 요소들을 제시하고, 제한된 숫자나 전형적인 규칙이나 원리를 적용하도록 요구하며, 정답이 정해져 있어서 제한된 양의 정보나 지식을 요구한다(최정임, 2004). 비구조적인 문제는 처음 문제를 접했을 때, 복잡하면서 완전히 이해되지 않을 수 있으며, 단순한 규칙이나 원리에 의한 해결을 요하지 않는다. 또한 문제를 해결하기 위하여 주의 깊은 사고를 요하며 정답이 하나로 정해지지 않을 수 있다. 즉, 비구조적인 문제는 문제 상황이나 진술에 문제 해결에 필요한 충분한 정보가 포함되어 있지 않으며 다양한 해결책과 해결 경로를 갖고 있는 문제이다.

비구조적인 문제 해결을 위한 전략의 가장 큰 특징은 대안적 해결책을 찾고, 자신의 가설을 설정하고, 자신의 신념과 가설을 지지하기 위한 논의를 구성하는 과정이다(Jonassen, 1997).

Forgarty(1997)는 열린 문제를 비구조적인 문제라고 하였다. 수학교과에서 주로 다루어지는 문제는 구조적인 문제이다. 특정한 수학적 개념과 원리를 적용시켜 문제를 해결하도록 하는 문제가 주로 다루어졌지만 최근에는 열린 문제(open-ended problem)와 같은 다양한 문제가 다루어지기도 한다.

이와 같은 비구조적인 문제 상황은 우리가 일상생활을 하면서 직면하게 되는 문제 상황과 같은 종류이며, 일상생활과 연결되어있기 때문

에 앞서 언급한 실제성과도 밀접한 관련을 갖고 있다. 따라서 비구조적인 문제는 우리의 일상생활에서 접하게 되는 복잡한 문제 상황에 전이될 수 있고 학습자에게도 흥미롭고 유의미하다.

라. 교육과정에 기초한 문제

Sage & Torp (2001)은 문제중심학습이란 학생들을 문제 상황 속에 참여 시키고, 주어진 전체적(holistic)문제 속에서 교육과정을 구성하며, 교수자가 학습자의 사고와 이해를 이끌어 주는 특성을 포함한 교수 전략이면서 문제의 해결 과정 자체가 교육과정의 조직이라는 두 가지 의미를 갖는다고 하였다. Sage & Torp(1998)는 문제중심학습 문제는 교육과정을 포괄할 수 있는 비구조화된 문제라고 하였으며, Delisle(1997)은 좋은 문제중심학습 문제란 교육과정의 목표와 주요 내용과 관련성을 갖는 문제라고 하였다. Duch(2001)도 좋은 문제중심학습 문제의 특징으로 과정의 내용 목표는 새로운 개념에 사전 지식이 연결되고, 다른 과정에서 학습한 개념에 새로운 지식이 연결되어 문제에 통합되어야 한다고 하였다. 교육과정은 학년 단계에 맞추어 합의된 적절한 내용이므로 문제중심학습에 사용할 문제를 설계하는데 있어서 교육과정상의 목표와 주요 내용이 고려되어야한다.

문제중심학습에 대한 주요 비판중의 하나는 학습자가 문제를 해결하고 난 뒤 무엇을 학습하였는가에 대한 것이다. 교육과정상의 중요한 내용을 놓치지 않았는가에 대한 것 또한 지적되고 있다(조연순 외, 2003). 수학 학습은 학습자로 하여금 문제 해결력 신장과 개념 이해를 강조하는 개념적 지도를 강조하고 있다(강옥기, 2001). 따라서 수학교과에 문제중심학습을 적용하고자 할 때, 가장 중요하게 고려되어야 할 점이 수학적 개념의 학습이 어떻게 이루어지도록 하는가이다. 선수지식을 이용할 수 있고 문제중심학습으로 획득한 지식을 후속 학습에 유용하게 적용할 수 있는지에 대한 것 또한 간과될 수 없는 중요한 사항이라 할 수 있다. 이러한 점이 고려되지 않는다면 문제중심학습의 실행이 단순한 흥미를 위한 일회성 학습으로밖에 여겨지지 않을 것이기 때문이다. 따라서 학교현장에서 문제중심학습을 적용한다는 것은 학습자가 문제를 해결하면서 교육과정에서 추구하는 개념, 태도, 기능을 달성하도록 고려하는 것이 문제중심학습에서는 중요하다.

지금까지 살펴본 문제중심학습 문제가 갖는 특징들을 정리하면 문제중심학습의 문제는 새로운 개념을 학습하기 위한 출발점으로서 학습자에게 학습목표와 동기를 유발할 수 있도록 사용되어지는 '학습의 시작으로서의 문제'의 특징을 지니고 있다. 문제중심학습 문제는 실생활과 연결된 문제이며 일상생활에서 접할 수 있는 친근한 맥락의 것으로 이루어져있으며 일상에서 직면할 수 있는 문제 상황과 같은 비구조적인 특징을 갖고 있다. 즉, 우리의 일상의 삶에서 해결해야 할 문제가 간단한 원리나 규칙만으로 해결되지 않고 다양한 해결방법과 복잡한 해결과정을 거치게 되는 것과 같은 '실제적이며 비구조적인 문제'의 특징이 있다. 또한 문제를 통하여 사전지식에 새로운 개념이 연결될 수 있도록 교육과정상의 목표와 주요 학습내용이 고려되어지는 '교육과정에 기초한 문제'의 특징을 지니고 있다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 문제 분석 기준표 개발 절차와 분석 방법

본 연구에서는 문제중심학습에 적합한 문제

개발과 개발된 문제가 수학과 문제중심학습에 적합한 문제인지를 판단하기 위한 근거를 마련하기 위한 분석 기준표를 만들어 문제중심학습을 실제적으로 활용하는 데 도움을 주고자 한다.

이러한 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 절차로 연구를 진행하였다. 먼저, 문제 분석 기준을 마련하기 위해 1차 문제 분석 기준표를 작성하였다. 1차 작성된 문제 분석 기준표는 앞서 살펴본 문제중심학습 문제의 네 가지 특징을 바탕으로 '학습의 시작으로서의 문제', '실제적인 문제', '비구조적인 문제', '교육과정에 기초한 문제'의 4개의 영역으로 나누어 작성하였다. '학습의 시작으로서의 문제'라는 영역의 특징을 평가하기 위한 항목 3개, '실제적인 문제'라는 영역의 특징을 평가하기 위한 항목 5개, '비구조적인 문제'라는 영역의 특징을 평가하기 위한 항목 3개, 그리고 '교육과정에 기초한 문제'라는 영역의 특징을 평가하기 위한 항목 4개를 작성하였다. 문제 분석 기준표는 각 질문의 특성을 반영하고 있는지 '그렇다', '아니다'로 응답할 수 있도록 구성하였다.

1차 작성된 문제 분석 기준표에 대하여 수학교육과 교수 1인, 수학교육을 전공한 교육학 박사 2인과 수학교사 2인을 대상으로 내용타당도[2] 검사를 실시하였다. 타당도 검사를 위해 전문가들에게 본 연구의 이론적 배경과 함께 1차 작성한 문제 분석 기준표를 제시하여 기준표의 각 항목에 대한 내용을 검사 받았다. 각 항목에 대하여 문제중심학습의 이론적 배경의 내용을 잘 반영하였는지, 이해하기 쉬운 표현을 썼는지, 문제중심학습의 특성을 잘 반영하였는지에 대하여 각각 매우 그렇다(5점), 그렇다(4점), 보통이다(3점), 아니다(2점), 전혀 아니다(1점)로 평가하도록 요구하였다. 또한 문항에 대한 중복성이나 편리성과 같은 다양한 의견을 제시하도록 요구하였다. 1차 작성된 기준표에 대하여 평가자들의 평가결과 3점 이하로 표시된 항목은 삭제하였으며 각 평가자들의 공통된 의견을 수렴하여 다른 영역과 중복된 내용이나 상충된 내용이라는 의견이 제시된 항목은 의견을 반영하여 삭제 또는 수정하였다. 또한 '그렇다', '아니다'의 응답을 '그렇다', '보통이다', '아니다'로 세분화 하여 이분법적인 의견보다 다양한 의견을 제시할 수 있도록 하였으며 평가자들이 제시한 의견을 수렴하여 2차 문제 분석 기준표를 작성하였다.

2차 작성된 기준표에 대하여 같은 대상에게 동일한 방법으로 다시 한 번 타당도 검사를 실시하였으며 그 결과를 이용하여 최종적으로 문제 분석 기준표를 작성하였다. '학습의 시작으로서의 문제'의 특징을 평가할 수 있는 항목, '실제적인 문제'의 특징을 평가할 수 있는 항목, '비구조적인 문제'의 특징을 평가할 수 있는 항목, '교육과정에 기초한 문제'의 특징을 평가할 수 있는 항목이 각각 2 개씩 작성되었으며 최종적으로 수정된 문제 분석 기준표에 대한 최종 검토를 다시 한 번 받아 문제 분석 기준표를 완성하였다. 문제 분석 기준표는 <표 Ⅳ-1>에 제시하였다.

또한 기준표의 신뢰도를 측정하기 위하여 검사자간 신뢰도 측정법을 사용하였다. 교사 2인에게 문제중심학습의 문제 분석 기준표의 개발 배경, 이론적 배경, 문제 분석 기준표, 그리고 분석대상의 문제와 각 문제가 해당하는 단원과 차시 주제를 제공하였으며 학습목표도 함께 제시하고, 기준표를 이용하여 분석대상 문제를 평가하도록 요구하였다. 또한 분석한 문제를

2) 내용타당도는 검사의 문항, 질문, 목적이 측정을 위하여 규정된 내용 영역이나 혹은 전체를 얼마나 잘 대표하느냐의 정도를 나타낸다고 할 수 있다. 그러므로 내용 타당도를 검정하는 방법은 전문가의 판단에 의존한다(성태제, 2000).

문제중심학습에 활용할 수 있을지에 대한 의견을 제시하도록 요구하였으며 평가한 내용에 대한 심층면담을 추가적으로 실시하였다. 평가와 면담에 참여한 2명의 교사는 모두 문제중심학습을 실시한 경험이 있는 중등학교 교사이다. 문제 분석에 참여한 교사의 현황은 <표 Ⅲ-1>에 제시하였다.

평가한 문제 분석 기준표의 결과를 이용하여 검사자간의 의견 일치도를 알아보기 위해 상관계수를 측정하였으며, 검사자간 신뢰도 점수를 얻기 위한 상관계수[3] 측정은 SPSS 12.0K를 이용하였다.

2. 분석 대상

본 연구에서는 문제 분석 기준표를 활용하여 수학교과에 활용되어진 문제중심학습 문제를 분석해 봄으로써 문제중심학습에 적합한 문제를 선별하고, 수학과 문제중심학습의 문제를 개발하는 데에도 도움을 주고자 한다.

문제중심학습의 핵심은 문제개발에 있다. 학교 현장에서 문제중심학습을 적용하고자 할 때 발생하는 가장 큰 장애요인중의 한 가지는 문제 개발에 있다(진선이, 2008). 그러므로 교사가 문제 개발에 어려움을 느끼고 이를 극복하지 못한다면 문제중심학습을 학교 현장에 적용하는 데는 어려움이 따를 수밖에 없다.

따라서 보다 용이하게 문제중심학습 문제의 개발에 대한 접근을 하고자 교과서에 실린 문제들을 활용할 수 있는 가능성을 살펴보려고 하였으며 문제중심학습 문제의 형태나 특징을 살펴보려 하였다. 이를 위하여 수학교과서에 실린 탐구활동문제[4]와 발전문제[5], 탐구활동과 발전문제를 변형하여 문제중심학습 문제화한 문제 각 하나씩 그리고 박사학위 논문에 실린 문제중심학습 문제를 위하여 개발된 문제 1개에 국한하여 분석을 실시하였다.

Ⅳ. 연구 결과

이 장에서는 문제중심학습 문제 분석 기준표 개발의 결과와 개발된 기준표를 이용하여 몇 개의 수학과 문제를 분석한 결과를 제시하고자 한다.

1. 문제 분석 기준표

문제 분석 기준표는 앞서 살펴본 문제중심학습 문제의 네 가지 특징을 바탕으로 '학습의 시작으로서의 문제', '실제적인 문제', '비구조적인 문제', '교육과정에 기초한 문제'의 4개 영역으로 나누어 개발하였다. 문제 분석 기준표는 각 질문의 특성을 반영하고 있는지 '그렇

<표 Ⅲ-1> 문제 분석에 참여한 교사

문제 평가자	학력	경력	성별
A 교사	수학교육학전공 박사과정	중학교 14년	남
B 교사	사범대 수학교육과 졸업	중학교 8년, 고등학교 1년	남

3) 문제 분석 기준표의 각 문항은 그렇다(3점), 보통이다(2점), 아니다(1점)의 3점 척도로 구성되었으며 비연속적인 명목형 척도이므로 비모수상관의 상관계수(Spearman의 rho)를 측정하였다.

4) 각 단원의 도입부분에 탐구활동, 토론학습, 활동하기문제, 생각하기, 생각열기 등으로 주어지는 문제

5) 각 단원의 마지막 부분에 발전문제, 심화과정문제, 실생활 응용문제 등으로 주어지는 문제

다(3점)', '보통이다(2점)', '아니다(1점)'로 응답할 수 있도록 구성되었다(<표 Ⅳ-1>).

분석한 문제가 문제중심학습에 적합한 문제인지 아닌지에 대한 판단 기준은 모든 영역에서 '그렇다'는 평가를 받았을 때 가장 이상적인 문제중심학습 문제라고 할 수 있다. 상대적으로 한 영역에서 평균 2점 이하의 평가를 받은 문제는 문제중심학습에 적합한 문제라고 할 수 없다. 이러한 판단은 '아니다'라는 평가에 대하여서는 문제중심학습의 문제에 해당되어지는 기준을 충족하지 못하기 때문이고, 한 영역에서 두 개의 '보통이다'의 평가를 받은 문제에 대하여서는 '보통이다'란 응답의 의미에 대한 해석의 문제로 '그렇다'와 '아니다'의 중간적인 의미에 '아니다'라는 부정적 의미에 대한 위험성을 내재하고 있다고 보아 해당 영역의 요소를 충분히 갖추고 있지 않다고 보았기 때문이다. 따라서 영역별로 평균 2점 이하의 평가를 받은 영역이 없는 전체 평균 2.5점 이상의 평가를 받은 문제를 문제중심학습 문제에 적합하다고 판단하였다. 그러나 평균 2.5점 이상의 평가를 받은 문제라 할지라도 그 자체로 문제중심학습에 적용하는 것 보다 '보통이다'의 평가를 받은 문항에 해당되어지는 요소를 수정하여 적용하는 것이 바람직할 것이다.

일반적으로 문제중심학습의 문제는 문제상황인 배경이 제시 되고 인물 또는 역할 그리고 복잡하고 비구조화된 해결해야 할 사항이 제시된다. 즉, 무엇을 해결해야 할지 그리고 어떤 역할에서 해결해야 할지가 분명히 제시되어진다. 이는 문제중심학습 문제가 지니는 하나의 형태에 관련된 것으로 분석 기준표의 항목으로 포함시키지 않았다.

문제중심학습에 대한 선행연구들을 살펴본 결과 초기 연구가 실제적 문제의 해결에 초점을 맞추었다면 후기 연구는 학교교육에 적용하기 위해 교육과정에 초점을 두고 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서도 문제중심학습 문제의 검토 기준을 제시한 선행연구(강인애 외, 2007; 최정임, 2004)와 비교하였을 때 문제중심학습의 학교 현장 적용을 위해 문제중심학습 문제의 특징 중 교육과정에 기초한 문제의 영역을 강조하였으며 수학교과의 특성을 고려하여 문제 분석 기준표를 완성하였다.

문제 분석 기준표는 문제중심학습 문제를 개발할 때도 기준으로 사용할 수 있고, 기존의 여러 문제 중에서 문제중심학습에 적용할 수 있는 문제를 선별할 때도 활용할 수 있으며 개

<표 Ⅳ-1> 수학과 문제중심학습 문제 분석 기준표

영 역	내 용	응 답		
		그렇다	보통이다	아니다
학습의 시작으로서의 문제	학습자 스스로 문제 상황을 이해할 수 있다			
	학습에 대한 흥미와 목표를 유발할 수 있다			
실제적인 문제	다루려는 주제가 실생활과 관련이 있다			
	학습자에게 친근한 맥락으로 구성되어 있다			
비구조적인 문제	단순한 규칙이나 원리만으로 쉽게 문제해결이 되지 않는다			
	문제해결에 필요한 정보가 충분히 포함되어 있지 않다			
교육과정에 기초한 문제	문제 해결을 위해 교육과정의 개념도입을 필요로 한다			
	도입할 개념은 선수학습 요소를 바탕으로 하고 있다			

발된 문제의 적합성을 평가하는 데에도 활용할 수 있을 것이다.

2. 문제분석

가. 중학교 8-가 일차부등식 단원의 발전문제(두산, 2001)

우리는 단체로 여행 중이다. 어느 공원의 입장료는 오른쪽 표와 같다. 이 공원에 30명 미만의 학생들이 입장하려고 할 때, 몇 명부터 30명 단체권을 사는 것이 가격 면에서 유리한지 다음의 순서로 구하여 보자.

30명 단체권의 가격을 말하여라.

29명이 800원씩 내고 입장하는 것과 30명으로 하여 단체권을 사는 것 중 어느 것이 가격 면에서 유리한가?

x명이 800원씩 내고 입장하는 것보다 30명으로 하여 단체권을 사는 것이 유리하다고 할 때, x값을 모두 구하여라.

구분	요금(원)	비고
어른(19세 이상)	1200	단체는 30명 이상 20%할인
학생(8-18세)	800	
어린이(7세 이하)	500	

[그림 Ⅳ-1] 8-가 단계 일차부등식 단원의 일차부등식의 활용 문제

위 [그림 Ⅳ-1] 문제는 중학교 8-가 교과서의 일차부등식 단원의 일차 부등식의 활용에 실린 발전문제이다. 발전문제는 한 단원의 개념을 익힌 다음 학습한 내용을 바탕으로 새로운 문제에 도전할 수 있도록 주어지는 문제이다. 발전문제 중에서도 실생활 상황이 주어진 문제를 문제중심학습에 활용할 수 있을지에 대한 가능성을 보기 위해 위 문제를 문제 분석 기준표를 사용하여 문제를 평가, 분석 해보았다(이 문제에 대한 평가자의 평가 결과는 A, B 교사 각각 평균 2.5점과 2.25점 이었으며 평가자간 상관계수는 0.78로 상관 유의수준 0.05(양쪽)에서 유의하다). 분석한 결과 [그림 Ⅳ-1] 문제는 학습자 스스로 문제 상황을 이해할 수 있고 다루려는 주제가 실생활과 관련이 있으며 도입할 개념은 선수학습 요소를 바탕으로 하고 있다. 그러나 '비구조적인 문제'의 영역에 대하여 A 교사는 평균 1.5점, B 교사는 평균 2점의 평가를 하였다. '비구조적인 문제'의 영역에 대한 부정적 평가의 이유에 대하여 두 교사는 다음과 같이 말하였다.

A 교사: 부등식 풀이만 할 수 있다면 문제해결이 가능하다는 생각이에요. 지금 주어진 조건 만으로도 충분히 문제 해결이 가능합니다.

B 교사: 다른 조건을 찾아 볼 필요 없어요. 조건이 다 주어졌는데요? 문제에서 풀이 순서를 다 주었으니까 그냥 하라는 순서대로 풀기만 하면 되죠.

두 교사는 [그림 Ⅳ-1] 문제의 문제해결에 필요한 충분한 정보가 제공되어져 있으며 단순한 규칙으로도 문제해결을 쉽게 할 수 있는 문제로 '비구조적인 문제'의 특징을 가진 문제가 아닌 것으로 평가하였다. [그림 Ⅳ-1] 문제는 교육과정이 충분히 고려된 발전문제이고, 실생활에서 단원의 내용을 적용할 수 있는 상황을 문제화 하였으므로 충분히 문제중심학습 문제로 활용할 가능성을 지니고 있는 것으로 보인다. 그러나 문제를 해결할 수 있는 문제해결에 대한 정보가 충분히 제공되고 있고 문제해결의 실마리가 될 수 있는 문제해결과정을 제시하고 있으므로 학습자로 하여금 문제를 해결하기 위해 자기주도적으로 탐구하고 학습할 수 있는 기회를 주고 있지는 않다. 따라서 문제중심학습에 적합한 문제라고 할 수 없다. 그러나 주어진 문제 상황에서 구체적으로 주어진 문제해결과정을 학습자 스스로 찾아낼 수 있도록 변형하고 문제를 비구조화 시킨다면 문제중심학

습 문제로 활용할 수 있을 것이다.

나. 8-가 일차함수 단원의 심화과정문제 (두레교육, 2001)를 변형한 문제

여러분은 통신업체 대리점에서 휴대폰을 판매하고 있는 직원입니다. 어느날 한 여학생이 휴대폰을 구입하기 위해 여러분의 대리점을 방문하였습니다. 그 여학생은 오랫동안 새 휴대폰을 갖고 싶었는데 엄마가 새 휴대폰을 사주시는 조건으로 자신에게 가장 유리한 요금제를 선택해오라고 하셨답니다. 우리 통신업체에는 다음과 같은 서비스요금 체계가 있습니다. 이 여학생이 엄마와의 약속을 지킬 수 있도록 여러분이 도와주세요.

요금제	기본료 (원/월)	평상 (원/분)	할인 (원/분)	심야 (원/분)	비고
A	16000	120	78	72	평상 월~토 08:00~21:00 할인 월~토 21:00~24:00, 06:00~08:00 공휴일 06:00~24:00 심야 24:00~06:00
B	22000	78	66	54	
C	12900	210	156	108	
D	45000 (300분 무료)	120	84	60	

[그림 Ⅳ-2] 8-가 단계 일차함수 단원의 일차함수의 활용 문제

위 [그림 Ⅳ-2] 문제는 8-가 단계의 교과서 일차함수 단원에 실린 심화과정 문제를 변형하여 문제중심학습 문제화 시킨 것이다. 교과서에 실린 문제는 위의 요금제가 주어지고 휴대폰을 한 달 동안 사용한 시간을 x, 사용한 사용료를 y라 할 때, 각 요금제도에 대하여 x, y 사이의 관계를 일차함수로 나타내고 그래프로 그려보게 한 다음 정해진 시간동안 사용할 때, 어떤 요금제를 선택하는 것이 가장 유리한지, 두 개의 요금제도를 비교하였을 때 유리한 요금제가 되는지를 그래프를 보고 말하도록 제시되었다. 교과서의 일반적인 심화과정 문제가 갖추고 있는 특성을 그대로 지닌 구조화된 문제였다. 따라서 문제상황을 비구조화 시키고 학습자 개개인의 상황에 따른 조건들에 맞추어 다양한 해결안이 나올 수 있도록 변형하였다.

[그림 Ⅳ-2] 문제가 문제중심학습에 적절한 문제인지에 대하여 문제 분석 기준표를 사용하여 문제를 평가, 분석하였다(이 문제에 대한 평가자의 평가 결과는 A, B 교사 각각 평균 2.75점과 2.875점 이었으며 평가자간 상관계수는 0.66이다). 분석한 결과 [그림 Ⅳ-2] 문제는 학습자에게 친근한 맥락의 실생활과 관련이 있는 실제적인 문제이며, 단순한 규칙이나 원리만으로는 쉽게 문제해결이 되지 않고 문제해결에 필요한 정보가 충분히 포함되지 않은 비구조적인 문제라는 평가를 받았다.

B 교사: 핸드폰 없는 애들이 없으니까 한번쯤 생각해볼 수 있는 문제 같아요. 자기가 뭔 요금제를 쓰는지도 모르고 있을텐데 사실 관심도 없죠. 엄마가 돈 다 내주는데. 이 기회에 한 번 알아보면 좋겠죠. 복잡하긴 하겠지만 지네들 쓰는 거에 따라서 여러 가지 답이 나올 것 같은데요.

두 평가자 모두 학습에 대한 흥미와 목표를 유발할 수 있다는 항목에 '보통이다'라고 평가하였는데 주어진 요금체계가 너무 복잡하기 때문이라고 하였다. 또한 두 평가자 모두 주어진 문제 상황의 난이도가 꽤 높다는 의견과 주어진 요금체제를 단순화 하는 것이 좋을 것 같다는 의견을 제시하였다.

A 교사: 이 문제 상황은 난이도가 꽤 높은 편이에요. 요금 체계를 단순화 하는 것이 좋을 것 같아요. 문제 난이도에 따라서 학생들이 느끼는 체감은 클텐데 학생들이 PBL 문제상황을 통해 학습을 일

으키고 학습을 해 나가는 것이라면 좀 더 많은 학생들이 참여할 수 있도록 난이도를 조절하는 것이 좋을 것 같아요. 아무튼 이 문제 상황은 PBL을 진행시키는 문제 상황으로 적절해 보입니다.

B 교사: 선생님이 생각하는 것보다 훨씬 어려워할 것 같아요. 요금 조건을 단순화시키는게 낫지 않나요? 그럼 충분히 쓸 수 있을 것 같은데요.

그러나 두 평가자 모두 주어진 문제가 문제중심학습 문제로 적절하다라는 평가를 하였다. 따라서 심화과정 문제를 변형한 [그림 Ⅳ-2] 문제는 문제중심학습에 적합한 문제라고 할 수 있다.

다. 수열 단원에 사용되어진 문제(최정숙, 2008)로서 탐구활동 문제.

> 두 사람이 하는 다음과 같은 규칙의 숫자 게임이 있다.
> (1) 두 사람이 교대로 1부터 50 까지의 수를 순서대로 말한다.
> (2) 한 번에 말할 수 있는 수는 1개 또는 2개이다.
> (3) 50을 말하는 사람이 진다.
> 친구와 함께 이 게임을 해보고, 이기기 위한 방법을 제시 해보자.

[그림 Ⅳ-3] 수학 I 수열 단원의 등차수열 문제

위 [그림 Ⅳ-3] 문제는 수학 I 의 수열 단원의 등차수열 내용과 관련된 것으로 등차수열을 찾아 그 규칙을 식으로 나타낼 수 있다는 학습목표를 지닌 실제 문제중심학습에 사용되어진 탐구활동 문제이다. [그림 Ⅳ-3] 문제는 두 평가자 모두에게 '보통이다'의 평가를 받아 교육과정에 기초한 문제가 아니라는 평가를 받아 문제중심학습에 적합한 문제라고 할 수 없다(이 문제에 대한 평가자의 평가 결과는 A, B 교사 각각 평균 2.5점과 2.375점 이었으며 평가자간 상관계수는 0.78로 상관 유의수준 0.05(양쪽에서 유의하다). 이미 많이 알려진 '베스킨라빈스 게임'과 비슷한 문제로 두 평가자 모두 학습자에게 친근한 맥락으로 구성이 되어있지만 실생활과 관련이 있다는 문항에 대하여서는 '보통이다'라는 평가를 하였다.

A 교사: 문제 상황이 도입으로서는 적절한 것 같아요. 그런데 이것을 통해 문제를 해결해 가면서 학습을 유발하고 그 학습이 다시 문제 상황을 해결하는데 크게 도움이 되는 것 같지 않을 것 같은데요.

B 교사: 이런 종류의 게임 수학이 많은데...꼭 수열이 아니더라도 아이들이 이런 거 많이 하잖아요. 학생들이 등차수열과 쉽게 연결시키기는 힘들 것 같아요.

문제중심학습의 문제는 교과서의 탐구활동 문제와는 다르다. 탐구활동의 문제는 각 단원의 도입 부분에서 수업의 주제를 이끌어 내기 위하여 주로 학습자에게 동기유발 또는 학습에 대한 주의를 환기시킨다는 측면에서는 문제중심학습 문제와 동일하다. 그러나 단원의 학습내용을 학습하지 않고도 단편적인 지식으로 문제로 문제를 해결할 수 있으며 학습자에 따라 다양한 문제해결을 유도하지 않는다는 측면에서 문제중심학습 문제와는 차별화 될 수 있다. 현 교과서는 문제중심학습을 전제로 구성 된 것이 아니다. 따라서 탐구활동 문제가 쓰여진 의도와 문제중심학습에서 다루고자 하는 문제의 의도가 다르므로 탐구활동 문제 자체를 문제중심학습에 이용하기에는 적합하지 않을 수 있다. 그러나 이러한 이유로 탐구활동 문제를 문제중심학습 문제로 활용할 수 없는 것은 아니다.

연구자: 문제개발의 어려움을 덜고자 탐구활동 문제와 발전 심화 문제 중에서 문제중심학습의 특징을 일부 갖고 있는 문제들은 그대로 사용할 수도, 혹은 약간 변형하여 사용할 수 있다면 좋지 않을

까요? 문제개발에 대한 부담감을 줄여 줄 수 있을 것 같은데.....

교사 A: 제 생각에도 새로운 문제 상황을 개발한다기 보다는 기존 자료 중에서 문제중심학습 요소가 있는 것을 약간 변형하여 사용 하는 것이 좋을 것 같아요. 선생님의 생각에 전적으로 동의합니다.

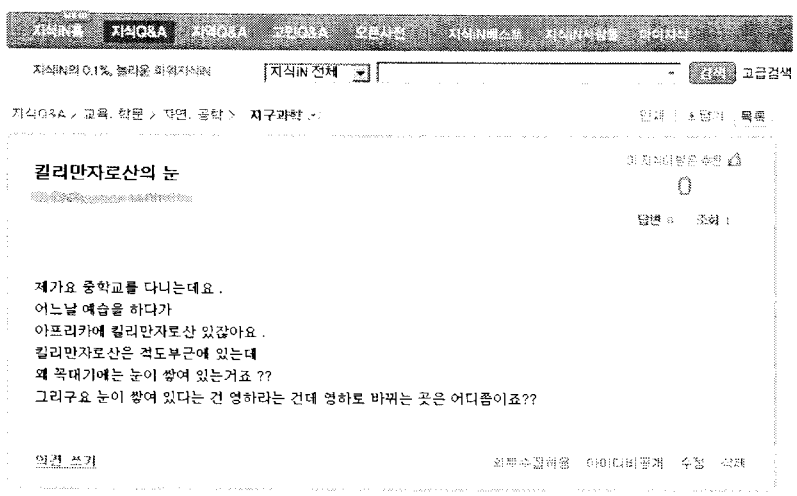
대부분의 탐구활동 문제는 교과서가 집필 될 때 충분히 단원의 수학적 개념을 포함하고 있거나 적용할 수 있는 실생활 상황을 가져와 학습에 대한 동기 유발을 하도록 쓰여 졌기 때문에 문제중심학습 문제의 특징을 어느 정도 포함하고 있다. 따라서 탐구활동 문제를 활용하여 부족한 특징을 보완하여 문제중심학습 문제화 한다면 학교현장에서 문제중심학습을 적용하려할 때 보다 쉽게 문제개발에 접근할 수 있을 것이다.

라. 중학교 8-가 일차함수 단원의 탐구활동(교학연구사, 2001)을 변형한 문제

[그림 Ⅳ-4] 문제는 중학교 8-가 일차함수 단원의 탐구활동 문제로 활동하기라는 이름으로 제시된 문제를 변형하여 일차함수의 그래프와 절편에 관한 문제로 문제중심학습 문제화한 것이다. 교과서에 실린 문제는 규칙성을 찾아보고 일차함수의 뜻을 이해한다는 학습목표 아래 1km씩 올라갈 때 마다 6℃씩 내려간다는 조건과 지면의 기온이 주어지고 주어진 표를 이용하여 높이와 기온과의 관계를 식으로 나타내도록 하는 문제였다. 교과서의 일반적인 탐구활동 문제가 갖고 있는 특성을 지닌 학습의 시작으로서의 문제이며, 문제해결의 과정과 정보가 충분히 제공된 구조화된 문제였다. 따라서 탐구활동 문제의 문제상황을 비구조화 시키고

킬리만자로산의 눈(雪)

오늘 아침 컴퓨터를 하다가 한 사이트에 다음과 같은 질문이 올라와 있는 것을 보았습니다.



마침 어제 우리는 과학시간에 '지상에서 12Km까지의 기온변화는 해발 100m에서 10℃이면 해발 200m에서는 9.4℃가 되는 비율로 변한다'는 사실을 배웠습니다.

이 질문을 올린 중학생에게 어떻게 답변을 주면 좋을까요? 답변이 채택될 수 있도록 명쾌한 답변을 올려주세요.

[그림 Ⅳ-4] 8-가 단계 일차함수단원의 일차함수의 그래프와 절편 문제

학습자가 조사한 자료에 따라 다양한 해결안이 나올 수 있도록 변형하였다. 또한 탐구활동 문제이기는 하지만 학습자들에게 친근한 맥락의 문제로 인식되지 않아 학습자에게 친근한 맥락으로 인식될 수 있도록 문제를 인터넷 사이트를 이용한 문제로 변형하였다.

이렇게 탐구활동 문제를 변형한 문제가 문제중심학습에 적절한 문제인지에 대하여 문제 분석 기준표를 사용하여 문제를 평가, 분석하였다. 이 문제에 대한 평가자간 상관계수는 B 교사가 모두 '그렇다'에 응답을 하고 A 교사는 두 개의 문항에 '보통이다'는 응답을 하였다. 따라서 하나이상의 변수가 상수이므로 상관계수를 계산할 수 없다는 결과가 나왔다. 그러나 두 평가자들의 평가표에 의해 분석한 결과(각 평가자의 평균은 3점, 2.75점이다) 탐구활동 문제를 변형한 위 문제는 문제중심학습 문제에 적용 가능한 문제라고 할 수 있다.

B 교사: 애들이 네이버 많이 하죠. 숙제 내주면 네이버에 물어 본다니까요. 저도 몇 년 간 했는데 하기 시작하면 재밌어요. 이거 애들한테 직접 올리고 하라고 하면 더 재미있어할 것 같은데요?

[그림 Ⅳ-4] 문제는 학습자에게 친근한 맥락의 실생활과 관련이 있는 실제적인 문제이며, 단순한 규칙이나 원리만으로는 쉽게 문제해결이 되지 않고 문제해결에 필요한 정보가 충분히 포함되지 않은 비구조적인 문제라고 할 수 있다. 또한 두 평가자 모두 문제중심학습 문제로 적절하다는 평가를 하였다.

아나바다 시장을 열어라

6학년의 마지막 겨울방학이 다가오면서 반에서 개최하는 아나바다 시장을 열려고 합니다. 우리 반은 모두 4명씩 8모둠이 있습니다. 모둠마다 다양하고 특징적인 시장을 열고 그 수익금의 일부를 불우이웃돕기에 내려고 합니다. 우리 모둠이 아나바다 시장을 열고 얻은 수익금을 어떻게 비례배분해야 할지 방법과 금액을 발표하는 시간을 가질 수 있도록 하겠습니다.

봉사단체http://happylog.naver.com/lovehouse2002/H0000000004675
소년소녀가장에게 희망의 빛이 되어주세요.

[그림 Ⅳ-5] 6-나 단계 연비단원의 비례배분 문제

마. 초등학교 6-나 단계 연비 단원에 사용된 문제 (장윤영, 2008)

위 [그림 Ⅳ-5] 문제는 초등학교 6-나 단계의 연비단원의 문제중심학습을 위하여 개발되고 사용되어진 문제이다. 연비와 비례배분의 뜻을 알고 이를 활용할 수 있다는 단원의 학습목표를 지닌 문제로 교사는 해당 홈페이지를 소개하고 문제를 해결할 수 있도록 학습자의 토의를 유도한다.

실제 수업에 사용된 [그림 Ⅳ-5] 문제를 문제분석 기준표를 사용하여 분석해 본 결과(이 문제에 대한 평가자의 평가 결과는 두 평가자 A, B 모두 평균 2.875점 이었으며 평가자간 상관계수는 1.00로 상관 유의수준 0.01(양쪽)에서 유의하다) 문제중심학습에 적합한 문제로 평가되었다. 학습자 중심의 학습 활동을 유도하고 친근한 맥락의 실생활과 관련 있으며 비구조적인 문제이며 교육과정에 기초한 문제이다. [그림 Ⅳ-5] 문제는 문제해결에 필요한 모든 정보가 포함되어있지 않는 비구조적인 열린문제로 학습자가 문제를 해결하기 위해서 어떤 시장을 열 것인지 부터 결정하고 수익금이 얼마냐에 관계없이 수익금을 어떻게 비례배분 할 것인지를 모두 토의를 거쳐 계획하고 결정하는 과정이 필요하며 해결안이 모둠별로 다양하게 나타날 수 있다고 평가되었다.

A 교사: 이 문제 상황은 어떤 시장을 열 것인지도 결정해야 하는 거에요? 수익금이 얼마냐에 관계없이 수익금에 비례하여 배분 한다는 게 결론인가요? 우리 모둠이라는 하나의 모둠만으로 비례배분을 얘기하는 건가요? 전체 여덟 모둠의 비례배분이 아니라요? 아무튼 처음에는 조금 많이 열려있어 다소 당황스러울 수 있는데 조금만 생각을 좁혀주면 좋은 활동 거리가 될 것 같네요. 조건들이 충분치 않아 학생들이 스스로 정해야할 요소들이 많아 보여요. 그런 면에서 이 문제는 좀 더 문제중심학습 다운 문제가 아닐까하는 생각이 들었어요.

B 교사: 정말 해결방법이 다양하게 나오겠는데요? ... 초등학교니까 수학시간에만 하지 말고 다른 과목, 실과? 실과인가 하는 과목하고 같이 연계해서 해도 되겠네요.

'학습자 스스로 문제상황을 이해할 수 있다'의 항목에 대하여 '보통이다'는 평가가 있었지만 실제 수업을 실행한 교사의 문제에 대한 설명으로 수업이 진행되어져 문제상황에 대한 이해를 도와주었다. 문제해결을 위해 어떤 시장을 열 것인지, 어떤 재료를 사용할 것인가와 관련된 내용에서는 운영방법에 따라 실과 같은 교과 과정과 연계하여 통합적으로 운영될 수도 있을 것이라는 의견도 제시되었다.

Ⅴ. 결론 및 제언

문제중심학습은 실생활의 문제 상황을 중심으로 교육과정과 수업을 구조화한 교육적 접근으로서, 학습자로 하여금 문제를 해결해 가는 과정을 통해 비판적 사고 능력, 협동학습 능력, 자기 주도적 학습 능력을 신장하도록 하는 학습 형태를 말한다. 문제중심학습이 갖는 특징은 문제로부터 학습이 시작되어지고, 학습자는 자주적이고 능동적으로 학습의 주체가 되어 스스로 학습 주제와 목표를 정하여 학습자 중심의 학습을 구현하며 교수자의 역할을 지식의 전달자에서 조력자나 공동 학습자의 역할로 전환시키는 것이다. 문제중심학습은 학습자가 수업에 자발적으로 참여하도록하며 협동 학습을 강조하여 이를 통해 학습자의 수학적 사고능력 및 지식의 확장과 창의적 문제 해결능력을 향

상시킬 수 있는 교수·학습 방법이다.

이러한 문제중심학습의 특성은 문제중심학습에 적합한 문제로부터 시작될 때 구현될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 수학교과에서 문제중심학습의 교육 현장 적용을 위하여 문제 개발의 중요성을 인식하여 문제중심학습의 문제의 특징을 파악하고, 문제중심학습에 적합한 문제를 개발하기위한 기준을 개발하여 이를 이용하여 다양한 문제를 분석해보았다. 문제중심학습에서 요구되는 문제들의 특성을 고려하여 문제중심학습에 이용하거나 개발된 문제들을 분석해 봄으로써 문제 중심학습에 적합한 문제 개발의 방향을 제시 하는데 참고가 되고자 하였다.

문제중심학습에 적합한 문제를 개발하는 과정에서 체크리스트로 활용할 수 있으며 적합한 문제를 선별할 수 있는 문제 분석 기준표를 개발하기 위하여 문제중심학습 문제의 특성을 정리해 본 결과 학습의 시작으로서의 문제, 실제적인 문제, 비구조적인 문제, 그리고 교육과정에 기초한 문제라는 네 개 영역의 특징으로 구분할 수 있었다. 각 영역에 해당하는 내용을 바탕으로 영역의 특징을 대표할 수 있는 문항으로 영역마다 각각 2개의 문항으로 구성된 문제 분석 기준표를 개발하였다.

학습자 중심의 수준별, 능력별로 개발된 수학과의 제 7차 교육과정에서도 학습자의 활동을 중시하는 수학교육에 대하여 강조하고 있다. 교수·학습 측면에서 많은 변화가 요구되고 있으며 실생활과 관련이 있는 여러 문제를 해결해봄으로써 수학에 대한 긍정적인 태도를 가질 수 있도록 하여 수학을 실생활에 적용하는 것을 중요시 하였다. 또한 실생활 적용 문제를 통하여 학습자에게 수학적 접근을 용이하게 하고 스스로 문제를 해결할 수 있는 능력을 키울 수 있도록 하기 위하여 단원의 도입부에 실생활에서 학습 내용과 연관된 탐구활동 문제를 제시하고 있으며 단원의 마지막 부분에서는 발전문제나 실생활 응용문제가 제시된다. 이는 수학교육에 문제중심학습의 적용 가능성을 나타내주는 것이라 할 수 있다.

이에 학교현장에 문제중심학습을 적용하고자 하는데 있어서 장애요인이 되어지는 문제개발에 보다 용이한 접근을 하기 위한 방법을 모색하고자 교과서에 실린 탐구활동문제와 발전문제를 활용할 수 있는 가능성을 보고 문제중심학습 문제가 지닌 형태나 특성을 보기 위하여 개발한 문제 분석 기준표를 이용하여 문제의 적합성 여부를 평가해 보았다.

분석 결과 분석 대상의 탐구활동 문제와 발전문제는 분문 내용과 소재는 실생활과 관련된 소재를 이용하여 제시하고 있으나 학습자 스스로 학습해야 할 내용을 구성할 수 있도록 제시되지 않고 문제를 해결하는 과정을 차례로 제시하며 학습 목표에 이르는 길을 안내 해 주는 구조적인 문제였다. 따라서 문제중심학습에 그대로 적용시키기에는 무리가 있으며 문제중심학습의 문제로서 부족한 영역의 요소를 추가한다면 충분히 문제중심학습에 활용할 수 있을 것으로 보였다. 그러나 현 교과서의 모든 탐구활동 문제와 발전문제가 그 자체로는 문제중심학습에 적합하지 않은 문제라고 단언할 수는 없다. 문제중심학습 문제로서 갖추어야 할 요소를 충분히 포함하고 있는 문제라면 그 자체로도 문제중심학습 문제로 활용이 될 수 있을 것이다. 또한 탐구활동 문제와 발전문제에 문제중심학습의 문제로서 부족한 영역의 요소를 추가하여 변형한 문제는 문제중심학습에 적합한 문제라는 평가를 받았다. 이는 현 교과서에 실린 탐구활동 문제와 발전문제 또는 실생활 응용문제는 이미 교과서가 집필 될 때 충분히 단원의 수학적 개념을 포함하고 있거나 적용할

수 있는 실생활 상황을 가져와 쓰여 졌기 때문에 이를 활용한다면 학교 현장에서 문제중심학습을 적용하려할 때 보다 쉽게 문제개발에 접근할 수 있음을 시사한다.

본 연구에서 개발된 문제 분석 기준표는 문제중심학습을 위한 문제의 개발에 유용하게 사용될 수 있는 지침이 될 것으로 기대한다. 또한 문제가 문제중심학습에 적합한 문제인지를 확인할 때 사용될 수 있을 것이다.

그러나 몇 개의 문제에 대하여 문제 분석 기준표를 이용한 평가는 2명의 교사에 의해 이루어졌다. 이는 하나의 기준을 마련하는 연구의 과정에서 제한적으로 이루어졌기 때문이다.

앞으로 보다 많은 교육현장에서 문제중심학습을 적용하기 위한 구체적인 지침들을 마련하기위해 많은 노력이 필요하다고 생각한다.

먼저 문제에 대한 타당도를 높이기 위하여 보다 많은 교사들의 평가가 이루어지고 그것을 바탕으로 문제중심학습에 적합한 문제의 개발이 이루어질 필요가 있다.

또한 문제중심학습에서 문제는 중요한 요소이므로 문제의 타당성을 객관적으로 검토하기 위하여 문제에 대한 평가를 문제 분석 기준표에 의해서만 이루어지는 것 보다 의도한 학습목표와 내용이 잘 반영되었는지를 문제중심학습이 진행되는 과정상에 나타나는 과제수행계획서를 활용하여 평가할 수 있는 방법도 개발되어야 할 필요가 있다.

문제중심학습은 문제로부터 시작되어지므로 문제개발이 매우 중요하다. 문제중심학습에 적합한 문제가 개발되면 그 문제를 적용하여 문제중심학습을 진행하게 되는데 어떤 규모로 진행이 되어지는지, 어떤 범위와 깊이에서 다루어지는지에 대한 고려도 이루어질 필요가 있으며 그에 따른 진행 과정에 대한 설계도 이루어져야 할 것이다. 의과대학에서부터 시작된 문제중심학습의 전개과정이 수학교과에 그대로 적용되기에는 수반되는 문제점들이 있으므로 수학교과에 맞는 문제중심학습 전개과정에 대한 연구 또한 후속적으로 이루어져야 할 것이다.

그리고 수학교과에서 문제중심학습을 적용하고자 할 때 모든 단원에 적절한지? 아니면 보다 효과적인 단원이 있는지? 모든 내용을 문제중심학습으로 다룰 수 있는지? 이러한 질문에 대한 구체적인 시사점을 줄 수 있는 연구가 이루어질 필요가 있다.

참고문헌

강옥기(2001). **수학과 학습지도와 평가론**. 서울: 경문사.

강옥기 외(2001). **중학교 수학 8-가**. 서울: (주)두산.

강인애(1998). **문제중심학습(Problem-Based Learning): 또 하나의 구성주의적 교수-학습 모형**. 서울 :교육과학사.

강인애, 정준환, 정득년(2007). **PBL의 실천적 이해**. 서울: 문음사.

교육부(1997). **수학과 교육과정**.

김선희(2005). **문제중심학습의 방법으로서 수학적 모델링에 대한 고찰**. 학교수학, 7(3), 303-318.

박규홍 외(2001). **중학교 수학 8-가**. 서울: 두레교육(주).

박홍준(2004). **기술교과 건설기술단원의 문제중심학습이 학업성취와 정의적 특성에 미치는 효과**. 서울대학교 박사학위논문.

성태제(2000). **타당도와 신뢰도**. 서울: 양서원.

우정호(1999). **학교수학의 교육적 기초**. 서울: 서울대학교 출판부.

장정아(2005). **온라인 문제기반학습 설계모형**

개발 연구. 서울대학교 박사학위 논문.

장윤영(2008). **문제중심학습(PBL)에서의 수학적 문제 해결 행동 사례 연구 : Schoenfeld의 수학적 행동 분석 틀을 중심으로**. 단국대학교 박사학위논문.

전평국 외(2001). **중학교 수학 8-가**. 서울: 교학연구사.

조연순(2006). **문제중심학습의 이론과 실제**. 서울: 학지사.

조연순 외(2003). **문제중심학습(PBL)을 위한 문제개발 절차 연구: 초등과학 교과를 중심으로**. 교육과정연구, 21(3), 215-242.

진선이(2008). **문제중심학습(Problem-Based Learning)에 대한 중학교 수학교사들의 인식 고찰**. 성균관대학교 교육대학원 석사학위 논문.

최정숙(2008). **구성주의에 기초한 고등학교 수학교육에서의 문제중심학습에 대한 연구**. 경상대학교 박사학위 논문.

최정임(2004). **사례분석을 통한 PBL의 문제설계 원리에 대한 연구**. 교육공학연구, 20(1), 37-61.

Albanese, M. A., & Mitchell, S.(1993). Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine, 68*(1), 52-81.

Barrows, H., & Tamblyn, A.(1980). *Problem Based Learning. An Approach to Medical Education.* New York: Springer Pub.

Barrows, H., & Myers, A.(1993). *Problem-based learning in secondary schools. Unpublished monograph.* Springfield, IL: Problem Based Learning Institute Lanphier School, and Southern Illinois University Medical School.

Barrows, H. S.(1994). *Practice-based learning : Problem-based Learning applied to medical education.* Springfield, IL : Southern Illinois University School of Medicine.

Delisle, R.(1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom.* Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum.

Duch B.(2001). Models for problem -based instruction in undergraduate courses. In B. Duch, S. Groh & D. Allen(Eds), *The power of problem-based learning* (pp.39-47). Sterling, VI: Stylus Publishing. LLC.

Duffy, T., & Savery, J.(1994) Problem-Based Learning : An Instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology. 34*(7), 1-16.

Fogarty, R.(1997). *Problem-based learning and other Curriculum Models for the Multiple Intelligent classroom.* IL : IRI/SKYLight Training and Publishing.

Hmelo, C. E. & Evensen, D. H.(2000). Problem-based Learning: Gaining Insights on Learning Interactions Through Multiple Methods of Inquiry. In Evensen, D. H., & Hmelo, C. E. (Eds.), *Problem-based Learning : a research perspective on learning interactions.* Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

IMSA(2006). What Is The Relationship Between Problem-Based Learning And Other Instructional Approaches? (internet 자료 : https://www.imsa.edu/programs/pbl/whatis/

matrix/matrix2.html).

Jonassen, D. H.(1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development. 45*(1), 65-94.

National Council of Teachers of Mathematics(2000). *Principles and standards for school mathematics.* Reston, VA: The Author.

Sage & Trop(1998). *Problem as Possibilities : Problem- Based Learning K-12 Education 1st Edition.* Alexandria, Virginia USA: Association for Supervision and Curriculum Development.

_____(2001). *Problem as Possibilities : Problem- Based Learning K-16 Education 2nd Edition.* Alexandria, Virginia USA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Tang, C., Lai, P., Tang, W., Davies, H., Frankland, S., Oldfield, K., Walters, M., Ng, M. L., Tse, P., Taylor,G., Tiwari, A., Yim, M. & Yuen, E.(1997). Developing a context-based PBL model. In J. Conway, R. Fisher, L. Sheridan-Burns and G. Ryan(Eds.) *Research and Development in Problem Based Learning: Integrity, innovation, integration,* 4, 579-595. Australia: Australian Problem Based Learning Network(PROBLARC).

A Development and Application of Standard Criterion for Analyzing Problem-Based Learning Problems in Mathamatics

Huh, Nan (Sungkyunkwan University Graduate School)
Kang, Ok Ki (Sungkyunkwan University)

Problem-Based Learning has many implications on teaching and learning. Through the Problem-Based Learning, students device their plans to solve the given problems and discuss with workers to find and share some ideas or mathematical contents needed to solve those problems.

In this paper we studied characteristics of Problem-Based Learning problem and tried to find out the standard criterion of problem analysis that were appropriate to Problem-Based Learning. We applied them to analyze problems in textbooks and problems that were developed for Problem-Based Learning . Using the result, the further research questions and implications were suggested.

* key words : Problem-Based Learning(문제중심학습), standard criterion for analyzing problem(문제 분석 기준표)

논문접수 : 2009. 1. 30
논문수정 : 2009. 3. 6
심사완료 : 2009. 3. 16