

교육학석사 학위논문

수학적 힘의 신장을 위한
포트폴리오 평가방법 연구

지도교수 표 용 수

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함



2005년 8월

부경대학교 교육대학원

수 학 교 육 전 공

한 성 표

한성표의 교육학석사 학위논문을 인준함

2005년 6월 17일

주 심 이학박사 박 용 범



위 원 이학박사 조 성 진



위 원 이학박사 표 용 수



목 차

Abstract	1
I. 서 론	2
II. 수학교과 교육환경의 변화	5
2.1 사회의 변화	5
2.2 수학과 교육과정의 변화	7
III. 수학교과 교육과정의 변화	12
3.1 교육과정개정에 따른 수학교과의 변화	12
3.2 현행 수학과 교육과정의 이해	13
IV. 수학적 힘의 신장을 위한 평가 방법	19
4.1 수학교과의 평가	19
4.2 수학과 평가의 내용으로서 수학적 힘	21
4.3 수학적 힘의 평가방법으로서 수행평가	23
4.4 수학적 힘의 구체적인 평가방법으로서 포트폴리오 평가	27
V. 수학적 힘의 신장을 위한 포트폴리오 평가 방안	35
5.1 수학과 학습 및 평가에 대한 인식 조사	35
5.2 본시 학습에서의 포트폴리오 평가 방안	42
VI. 결론 및 제언	56
6.1 결론	56
6.2 제언	59
참고 문헌	60
설 문 지	62

표 목 차

〈표 4-1〉 NCTM 평가 규준집에 제시된 평가의 방향	21
〈표 4-2〉 수학 포트폴리오 총체적 채점규정표	22
〈표 4-3〉 수학과 수행평가 채점 기준표	25
〈표 4-4〉 평가목표와 포트폴리오의 내용	30
〈표 4-5〉 포트폴리오의 분석적 평가 기준	32
〈표 5-1〉 학습장 정리	44
〈표 5-2〉 모둠 학습일지	45
〈표 5-3〉 학습일지의 잠재적 효과	46
〈표 5-4〉 형성평가 기본문제	48
〈표 5-5〉 형성평가 심화문제	49
〈표 5-6〉 형성평가 점검표	50
〈표 5-7〉 수집단별 단위평가지	51
〈표 5-8〉 개인별 단위평가지	52
〈표 5-9〉 정의적 영역 평가 체크리스트	53
〈표 5-10〉 소집단 활동평가지	54

A STUDY OF EVALUATION METHOD OF PORTFOLIO
FOR EXTENSION OF MATHEMATICAL POWER

Sung Pyo Han

Graduate school of Education
Pukyong National University

Abstract

The goal of the current mathematics curriculum is the extension of mathematical power. Accordingly it needs various teaching-learning methods.

In this thesis, we plan note arrangement, task learning, attitude and so on as items of performance evaluation in a portfolio evaluation method, and also suggest an alternative plan evaluating all courses of students' mathematical learning. And then students will make a drill book, understand mathematical conception, learn symbol use, and train basic competence for problem solution as they solve an exercise in person. Also they will use to make basic formative test paper and deepening course classified by learning subject. As students must record learned contents, and the course and result of small group's cooperation learning through a learning diary, they can expand the ability for problem solution and experience the course of solving problem in cooperation with their friends. We constitute summative test paper of an unit classified by a small group. Students can settle descriptive problems presented by a teacher and increase synthetic thinking power. Teacher can describe advices about them, too.

The portfolio evaluation method helps students find problems for themselves, or settling problems classified by a small group. Therefore it can develop their mathematical power and change the method of school instruction.

I. 서 론

평가의 사전적 의미는 ‘어떤 사물의 가치를 판단하는 것’이다. 이 사전적 의미에 따르면 교육평가는 ‘교육적 가치를 판단하는 것’이라 할 수 있다. Taylor는 “평가의 과정이란 본질적으로 교육과정 및 수업 프로그램에 의하여 교육목표가 실제로 어느 정도 실현되었는지를 밝히는 과정”이라고 규정하고 있다([10]).

수학교과 평가방법이 과거에 비하여 많이 개선되었다고는 하지만, 여전히 많은 문제점들을 내포하고 있다. 교수-학습 효과를 높이기 위해서는 수업 전 후에 즉각적인 피드백을 줄 수 있는 진단평가와 형성평가가 필요함에도 불구하고 이러한 평가는 그 목적과 기능에 부합하는 충실한 역할을 수행할 수 있도록 배려되거나 활용되지 못하고 있는 실정이다. 즉, 대개의 교육학자들이 정의하는 평가는 수학교육 학습의 성취도를 알아보기 위하여 실시하는 것임에도 불구하고, 총괄 평가에 치중된 평가 방법에 의해 높은 점수를 취득하는 것이 수학교과 학습의 목적이 되어버린 것이다. 이러한 현상은 학생들이 어느 정도 학습하였는가 보다는 누구보다 얼마나 더 잘하는가에 평가의 관심이 집중되어 있기 때문이다. 수학교과목의 평가 내용이 교과서 범위로 제한하고 있어서 한정된 범위에서 학생들의 능력을 단순 수치로 산출하여 그 순위를 결정해야 하므로, 교육적 의의보다는 의미 없는 까다로운 문항들로 구성되기도 한다. 또한, 교과서를 절대 지식으로 간주하여 맹목적 학습을 강요하는 수업형태는 학생들로 하여금 수학교과에 대한 흥미를 상실하게 할 뿐만 아니라 수학 학습을 더욱 어렵게 만드는 경우도 있다. 단순 지식의 암기나 이해의 정도 등의 정신 능력을 위주로 하는 평가는 분석, 종합, 비판하고 논리적, 합리적으로 사고하는 능력을 길러낼 수 없다. 지식 정보화시대에 가장 필요로 하는 사고력을 신장시킬 수 없는 평가는 교육목적을 충족한다고 볼 수 없을 것이다. 평가방법에서 지필 고사에 의한 평가는 정의적 영역과 심동적 영역에 대한 평가는 거의 불가능하다. 경제적이며 처리가 간편하고 보다 객관적으로 평가하기 쉽다는 이유로 지필 평

가를 대부분 실시하고 있는 실정이나, 이는 지필 평가로서 평가할 수 없는 많은 영역을 간과하는 단편적인 평가가 될 가능성이 높다. 뿐만 아니라 오지선다형의 객관식과 단답형을 주로 사용하고 있는 지필 평가는 단순 지식의 학습과 순응하고 동조하는 인간성을 기르게 되며 과정보다는 결과를 중시하게 되어 교수-학습 방법의 개선에도 도움이 되지 못한다.

교육평가는 교육의 전 과정에 피드백이 이루어지게 하여 교육의 질적 향상에 기여하도록 하는데 본질적인 가치가 있다고 할 수 있다. 그러나 학생들의 성적과 석차를 기록하는 것으로 평가가 이루어지고 있어서 교사의 수업방법과 학생들의 학습방법의 개선 및 교육과정 운영방법 개선 등에 거의 활용되지 못하고 있다. 평가의 결과는 학생의 학습 결손의 사유와 문제해결의 실패 부분에 대한 교정이나 학생에 대한 총체적 이해를 위해 활용되지 못하고 오직 학생들을 서열화하는데 주로 사용되고 있는 실정이다. 지금까지의 평가는 결과의 객관성을 중시하여 오지선다형의 객관식 평가방법과 외부에 의탁한 평가가 신뢰를 얻고 있다. 이와 같이 내용보다는 채점의 신뢰성에 의미를 부여하는 평가에서는 교사의 전문성은 그 힘을 발휘할 수 없을 것이다.

수학교과목의 학업성적과 대학 진학의 결과에 따라 수학 교수-학습의 효율성을 따지는 사회적 풍토에서도 학교 교육의 정상화와 전인교육을 실천하려는 의욕과 지식정보화 사회에 부합하는 인재를 육성하고자 하는 노력으로 수학교육 평가는 개선되고 있다. 수학교육 평가도 학생들의 학습활동과 그 결과에 따른 학습목표에 부합되도록 인지적, 정의적, 심동적 영역을 모두 평가할 수 있어야 하며 다양한 방법이 사용되어야 한다. 한 학급에는 다양한 학력수준과 능력을 가진 학생들이 있으므로, 학생들의 수학적 능력에 대한 많은 정보를 얻을 수 있는 다양한 평가를 실시하여 학생 개개인의 수학적 능력을 고려한 학습지도가 이루어질 수 있도록 하여야 한다. 수학교과 특징의 하나는 위계성과 계통성이다. 과거의 학습내용이 오늘과 내일의 학습에 기초가 되어 새로운 학습을 형성하고, 보다 풍부해진 수학 내용으로 확장될 수 있을 것이다. 어떤 영역의 학습 결손은 전체 학습에 영향을 주며 학습 부진은 수학 학습 진도를 맞출 수 없을 뿐만 아니라 수학에 대한 흥미를 상실하게 하여, 결국 사회가 요구하는 수학적 능력, 수학적 힘을 신장시킬 수 없게 된다.

수학교육의 평가는 점진적이고 다양한 각도에서 이루어지는 여러 가지 여건을 고려하여 상황에 맞게 다양한 방법으로 추진되어야 한다. 평가방법의 개선은 앞에서 기술한 다양한 평가방법의 적용과 학생들의 수학적 능력에 대한 많은 정보 제공이라는 사항을 만족하여야 한다. 포트폴리오 평가방법은 수학교과 학습지도에 적용하는데 큰 어려움이 없고 수학교육 현장에서 적용과 실천이 가능하며, 현재 대부분 학교에서 실시하는 수행평가의 범주에서 시행할 수 있으므로 학생과 학부모의 저항감이 적어 가장 적합한 수학교육 평가방법의 하나로 생각한다.

이명희(2002)는 포트폴리오 평가의 장점을 학습의 과정과 평가가 결합된 형태로 학생의 수행 자료와 학습활동을 공개적으로 수집하여 수집한 자료를 기초로 학생의 학습상태를 폭 넓게 이해할 수 있다고 하였다([20]). 지금까지 포트폴리오 평가는 수행평가의 한 방법으로 간주되어 왔으며 평가 도구로서 세부적인 활용 방안을 찾는데 주력하였으나, 포트폴리오는 학생의 모든 학습활동 과정과 그 결과물을 포함하며, 교수-학습을 통하여 운영되는 교육과정의 질적 평가를 가능하게 하는 평가방법이다.

이 논문의 II장에서는 사회의 변화에 따른 수학관의 변화와 이와 관련된 교육환경의 변화와 교육목표와 교육방법 변화의 필요성에 대해서 알아보고,

III장에서는 수학교과 교육과정의 변화와 현행 교육과정을 통하여 수학교과의 교육목표를 인지하고 교육과정 운영의 구체적인 적용방법에 대해 조사한다.

IV장에서는 수행평가 및 포트폴리오 평가의 성격을 규명함으로써 수학적 힘의 신장이라는 수학과 교육목표에 가장 적합한 평가방법으로 포트폴리오 평가의 의의를 찾아보고,

V장에서는 국민 공통 기본교육과정의 수학 10단계에 포트폴리오 평가를 연구·적용하여, 수학 학습 평가방법의 개선방향으로 포트폴리오 활용방안을 제안하고, VI장에서는 결론 및 제언을 제시한다.

II. 수학교과 교육환경의 변화

2.1. 사회의 변화

가. 지식기반 사회로의 변화

우리가 살아가는 사회는 지식과 정보의 폭발적인 증가와 정보통신기술의 뒷받침으로 지식과 정보를 산업의 밑바탕으로 하는 세계화가 급속하게 진행됨에 따라 지식기반 사회로 급속히 바뀌어 가고 있다. 어떤 학자들은 과거의 사회가 합리성을 기반으로 하는 과거 모더니즘의 시대(정착의 시대)라고 한다면, 현대는 감성과 이성을 동시에 추구하는 포스트 모더니즘의 시대(유목의 시대)라고 하며, 이 시대의 특징은 불확실성, 불안, 예측 불가능성이라고 말한다. 농경사회에서는 육체적으로 힘이 세고, 손재주가 좋은 사람들이 성공한 반면, 산업사회에서는 기술이 있고, 장사를 잘하는 사람들이 성공하였으나, 지식·정보화 사회에서는 절 높은 교육을 받은 사람, 각 분야에 대한 전문적 지식을 소유한 사람, 정보와 경영기술을 가진 사람이 사회를 이끌어 가는 두뇌산업이 사회의 주된 산업을 이루게 되었다.

옛날에는 5~6년간의 도제수업을 통하여 젊었을 때 익힌 기술을 가지고 평생을 살아갈 수 있었으나, 현대에서는 어떤 사람도 새로운 기술을 습득하지 않으면 도태되고 만다. 미래사회에서는 공장에서 제품을 생산하는 능력보다는 새로운 지식과 정보를 생산하고, 이를 활용할 수 있는 토대와 능력이 국가의 앞날을 좌우하게 될 것이며, 창의적이고 획기적인 지식을 발견하고 기존의 지식과 정보를 체계화하고, 신속하게 전달하고, 활용할 수 있는 국가만이 발전해 갈 수 있을 것이다. 과거에는 지식의 축적 정도가 국력을 좌우하였다면, 이제는 창조적 지식을 갖춘 인적자원이 국력을 좌우하는 핵심요소가 되고, 이것이 국민의 삶의 질을 결정하는 시대가 되었다.

나. 지식기반 사회에 필요한 능력

지식과 정보가 부를 생산하는 자원이 됨에 따라 새로운 지식과 정보를 생산할 수 있는 능력과 함께 이미 생산된 지식과 정보를 수용하고, 활용할 수 있는 능력을 겸비한 인재 양성이 필요하게 되었다. 기존의 지식과 정보를 습득하여 알맞은 상황에 적용하는 능력이 필요했던 산업사회에서 새로운 상황에 직면하여 문제를 해결할 수 있는 상황과악능력과 문제해결 능력이 요구되는 사회로 전환하고 있는 것이다. 따라서 대부분의 나라는 의사소통능력, 정보활용능력, 문제해결능력 등을 갖춘 인재 양성에 주력하고 있다.

다. 사회변화에 따른 교육목표 변화의 필요성

지식기반 사회에서는 알고 있는 지식과 기술을 주어진 상황에 적용하는 재생능력이 아닌 새로운 상황에 직면하여 기존의 지식과 정보를 새로운 형태로 활용하는 능력과 새로운 지식과 기술을 창조하는 능력이 필요하다. 따라서 수학교육의 목표는 기존의 정리된 지식과 정보를 전달하는 일에서 새로운 지식과 정보를 생산하고, 다양하고 풍부한 정보를 활용할 수 있는 능력의 신장으로 설정되어야 한다. 지식기반 사회는 정보통신기술에 기반을 둔 사회이며 개인적 성과와 경쟁 못지않게 팀의 협력을 필요로 하는 체제이다. 또한, 세계가 하나로 된 사회이므로 의사소통 능력과 서로 다른 견해와 문화에 대한 이해 능력 향상을 위한 내용이 충실히 반영되어야 한다. 전통적인 교육내용과 방법만으로는 변화하는 사회가 필요로 하는 인력을 공급할 수 없으며 사회변화와 발맞추어 수학교육의 능동적인 변화가 필요하다.

수학교육은 셈하는 기초·기본교육에 더욱 충실해져야 하며, 학생 스스로 자기 주도적 학습능력을 갖추어 컴퓨터나 인터넷 등의 정보통신 기술을 활용하여 필요한 지식과 정보를 습득할 수 있도록 하여야 한다. 이러한 능력의 습득은 다양한 형태의 수업 방식의 도입과 정보통신 기술의 교육적 활용과 새로운 관점의 평가를 필요로 한다([24]). 기존의 수학교육은 산업사회가 요구하는 기초능력을 견지한 다수의 노동자 양성에 치우쳐 있었으나 지식과 정보화사회가 요구하는 창의적인 능력과 자질을 갖춘 인재를 양성하기 위해서는 수학교육의 변화가 필수적인 과제가 되었다.

2.2. 수학과 변화

가. 수학과 변화의 필요성

지금까지의 수학교육은 행동주의를 기반으로 하는 객관주의적 수학과관을 견지하고 있었다. 행동주의의 입장에서 수학은 인간과 현실세계를 초월하여 존재하며, 수학적 진리는 영구성, 절대성, 보편성을 지닌 것으로 간주되고 있으며, 모든 개인은 동일한 인지구조를 가졌으므로 동일한 학습과제나 교수 매체를 통한 교수-학습은 동일한 성과를 산출한다고 가정한다. 학습목표의 진술을 조작적으로 입증할 수 있는 행동용어로 진술하도록 하고 있으며, 성취도를 학습의 증거로 삼고 그에 따라 수업방법에 대한 학습효과를 분석하려고 한다. 그러나 지식기반 사회에서는 학생 스스로 배우려는 의욕을 갖고 자기 주도적인 학습방법을 찾게 하는 것이 교육의 중요한 과제가 되었다. 학습자 스스로 학습목표를 인식하고 수업에 직접 참여하며 의욕적으로 학습할 수 있는 환경을 만들어야 한다.

위와 같은 교육 외적인 환경의 변화에 따라 수학을 바라보는 관점도 서서히 변화하기 시작하였다. Romberg는 ‘수학은 인간의 활동이라는 생각이 새로운 관점으로 자리 잡기 시작하였다’고 하고, 이는 수학은 불변의 절대적인 진리라기 보다는 인간의 노력에 의해서 이루어지는 창조적 활동으로서 받아들여지고 수동적인 학습보다는 능동적인 활동적 학습이 더욱 중요하게 여겨지고 있음을 의미한다고 한다(재인용, [5]).

나. 구성주의적 수학과관

새롭게 모색된 구성주의적 관점에서 “지식은 환경으로부터 수동적으로 받아들여지는 것이 아니라 능동적으로 구성되는 것으로 간주되고, 알게 된다는 것은 학습자가 자신의 경험세계를 스스로 조직화해 가는 조절과정”이라고 Kilpatrick은 설명한다(재인용, [8]). 지식은 학습자의 관념 밖에 독립적으로 이미 존재하는 세계를 발견하는 것이 아니라, 학습자 스스로의 경험을 통해 의미를 찾아내고 지식을 축적해 가는 과정인 것이다. 따라서 수학적 지식은 절대성과 영구성을

갖지 못하며 그 의미를 실용성에 두고 있다. 실용적인 지식이란 실생활이나 다른 학문, 수학의 다른 영역과 관련되고 역동적인 과정을 통해 이해하고 획득된 지식이다. 수학적 지식은 인간의 조작활동에 근원을 두고 있으므로 수학과 수업에서 조작을 강조해야 하며, 수학적 지식 구성의 과정은 반사와 반성으로 이루어지는 반영적 추상화과정이므로, 자신의 조작활동을 사고의 대상으로 삼아 반성하는 활동을 강조하여야 한다.

CPMP(Core-Plus Mathematics Project; Hirsch, 1997)에서는 구성주의에 따른 수학 학습지도의 방법을 다음과 같이 제시하였다.

첫째, 새로운 개념을 도입하기 위한 문제 상황을 제시하고 학급 전체가 문제 상황을 토론함으로써 동기를 부여한다.

둘째, 소집단 탐구학습을 통하여 새로운 수학적 개념을 탐색하고 구성하여 주관적 지식을 형성한다.

셋째, 소집단이 탐구하여 발견한 개념들을 전체 학급에 발표하고 토론함으로써 주관적 지식을 객관적 지식으로 전환한다.

넷째, 소집단 활동을 통하여 획득한 지식을 개별적으로 반성하고 적용하는 학습을 한다.

마지막으로, 다양한 수준의 연습문제를 개인의 능력에 맞게 학습하게 한다.

새로운 수학적 개념을 형성하게 하기 위해서는 개념의 기초가 되는 이미 습득된 지식을 재구조화함으로써 새로운 주관적인 지식을 갖게 하며 다른 학생들에게 발표하고 토론함으로써 사회적으로 객관적인 지식을 구성하게 할 수 있다([6]).

다. Lakatos의 수리철학

수학교육의 근본 문제는 수학교육을 받은 학생들의 기계적인 계산 능력은 뛰어나지만 수학적 안목과 합리적이고 비판적으로 사고하는 능력이 부족하며, 자신의 실수를 겸허하게 인정하는 용기와 지적 인내심, 협동하는 마음이 부족한 경우가 많다는 사실에서 알 수 있듯이 가치 있는 내용을 도덕적으로 온당하지 않은 방법으로 가르치거나 교육적 가치가 적은 내용을 가르치는 데서 비롯된다고 할 수 있다. BC. 300년경 Euclid의 원론을 출발점으로 궁극적이고 절대

적인 기초가 존재한다는 합리주의에 근거하여 공리, 정의, 보조정리에서 시작하여 완벽한 정리와 증명을 갖추어 나가는 연역적 전개 양식이 수학교육의 여러 가지 문제를 만들고 있다.

연역적 전개 방식은 수학의 논리와 형식만을 강조하여 간결성과 추상성을 장점으로 하고 있으나 영원히 변하지 않는 진리의 집합체에 그 누구도 반박하거나 비판할 수 없음으로 합리적, 비판적 요소를 배제하고 있으며 지식이 너무나도 자명함에 따라 그냥 수용하기만 하는 자세를 갖게 한다. 따라서, 인간의 발견 능력과 비판 능력, 대화를 통한 의사소통과 상호협동의 자세, 문제해결 능력과 같은 고등정신능력을 기르는데 적합하지 못하다.

Lakatos는 수학적 지식의 확실성을 부인하고 수학적 지식이란 ‘증명과 반박’에 의해 성장하는 추측이라고 하였다. 수학적 지식은 잠정적으로 참이라고 인정되는 반박 가능한 추측이므로 증명하고 나서도 증명을 분석하고 추측과 증명을 개선하는 끊임없는 과정이 진행되어야 한다. 증명은 정당화의 도구이기보다는 수학의 발달 과정에서 사용되는 발견의 도구로 보아야 하며, 증명된 진리를 진리로, 그리고 반례가 있는 정리를 거짓으로 간주하는 수학적 관행은 비합리적이라고 주장하였다. Lakatos는 추측과 개념 모두 증명과 반박이라는 과정을 거쳐야 하고, 이 과정을 통해 추측은 정리가 되고 개념은 증명 생성 개념, 곧 이론적 개념이 된다고 주장한다.

수학적 지식은 결과가 아닌 과정이며, 수업의 목적은 단순 지식의 전수나 주어진 정리를 증명하게 하는 것에서 정리를 발견하고 비판하고 개선하는 과정을 통해 수학적 지식의 의미 있는 학습과 탐구하는 방법 자체를 학습하는 것이어야 한다. 올바른 수학교육은 수학적 지식이 발생되고 다듬어지고 협의되는 과정을 재현시키는 것이어야 한다. 결과로서의 수학이 아니라 과정으로서 수학을 인식하고 수학을 학습하는 방법과 수학을 발견하는 경험 및 문제해결을 중요시하여야 한다([19]).

라. Freudenthal의 수학화

수학교육의 현대화운동에 의해 기성 지식의 구조만을 강조하는 형식적 교육이 강조되고, 기존의 수학적 지식을 전달하는 교육으로 수학교육의 비인간화 현

상이 나타나게 된 것과 실용주의에 의해서 수학의 올바른 방향이 일탈로 차단게 된 점을 수학교육에 대한 반성으로 여기고 학생들이 수학을 진정으로 이해할 수 있기를 기대하면서 인간 활동으로서의 수학, 과정으로서의 수학을 강조하게 되었다.

Freudenthal에 의하면 수학은 확실성을 추구하는 인간의 정신적 활동이며, 물리적, 사회적, 정신적 세계의 현상들을 조직하는 도구이고, 현실을 매체로 상식에서 출발해서 형식과 내용, 현상과 본질의 교대 작용과 반성적 사고에 의해서 더 높은 수준의 상식화에 이르는 사고 수준의 상승과정이다. 이와 같이 수학을 인간의 정신적 활동으로 보고, 수학적 사고 활동의 가장 본질적인 특성을 잇따른 재조작화로 파악하고 이것을 수학화라고 표현하였다. 수학화란 현상을 수학적 수단에 의해서 조직하는 것을 의미하며, 이 때 현상이라고 하는 것은 현실의 한 영역을 뿐만 아니라 수학 그 자체를 의미하기도 한다. 수학은 현상을 조직하기 위한 수단으로 발생된 것으로, 수학화과정은 한 수준에서의 정리 수단인 본질이 그 다음 수준에서는 현상, 곧 연구의 대상이 되는 과정을 통해서 수준의 상승이 일어나는 불연속적 과정이라는 것이다. 따라서 수학교육은 학생들이 이러한 수학화의 경험을 얻을 수 있도록 하는 것이 필수적인 것이다. 학생들에게 적절한 현실적인 현상을 제공하여 학생 스스로 창조적 활동을 통해서 직접 현실을 수학적으로 조직하는 경험을 제공하고자 하는 것이며, 이런 경험을 통해 수학을 진정으로 이해하게 하고 필요한 상황에서 수학을 응용할 수 있는 발전적 조작 가능성을 갖도록 하는 것이 무엇보다도 중요하게 간주되어야 한다.

위에서 기술한 바와 같이 Freudenthal은 수학의 목표를 단편적인 지식의 전달이 아니라 수학의 본질적인 측면인 수학화 활동을 통해 수학적 태도를 기르는 것으로 삼고, 수학적 지식에 대한 이해를 바탕으로 수학적 태도를 형성하여, 개인의 인격으로 통합함으로써 삶의 과정을 더욱 풍요롭게 하며, 현실 세계를 이해하는 도구로서 수학을 창조하고 활용할 수 있는 수학적 안목을 개발하여 학습자의 인격에 통합되도록 하는 것을 중요시하였다.

수학적 태도는 다음의 다섯 가지 사고 전략을 숙달하는 것으로 간주하고 있다. 첫째, 의사 소통을 위하여 수학적 언어를 사용하는 능력을 발달시켜야 한다.

둘째, 가역성을 특성으로 갖는 관점의 전환이 필요하다.

셋째, 어떤 주어진 문제에 적합한 정확성의 정도를 파악할 수 있어야 한다.

넷째, 문맥 내에서 수학적 구조를 확인할 수 있고, 수학이 적용되지 않는 곳에서는 수학을 사용하지 않아야 한다.

다섯째, 스스로 자신의 활동을 반성하도록 하는 사람으로 다루는 태도가 필요하다.

이러한 수학적 태도는 스스로 발견할 수 있는 많은 수학적 소재들이 얹혀 있는 풍부한 현실 상황을 주어 아동 자신의 수준에 맞게 비형식적인 방법과 직관으로 시작해서 단축과 간소화를 통해 사고의 상승이 일어날 수 있도록 해야 하며, 학습자들 간의 상호작용이 일어날 수 있도록 관찰하고 서로 의사를 교환함으로써 스스로 반성하도록 유도해야함을 의미한다([5]).

수학화 수업은 학생들에게 갈등 상황을 제시하거나, 열린 문제·불완전한 문제를 제시하거나, 문제를 만들어 보게 하는 등 다양한 활동의 기회를 제공하여 반성적 사고를 유발시키고, 학생들 자신의 수준에 맞는 서로 다른 방식으로 문제를 해결하도록 하고 토의를 통해 서로의 의견을 통합하고 비교하도록 안내하여야 한다.

수학화 학습의 평가는 기존의 평가방식을 탈피하여 개개의 학생들이 무엇을 알고 있는지, 무엇을 할 수 있는지에 대한 총체적인 정보를 제공해줄 수 있는 평가여야 한다. 따라서 평가방식도 선다형이나 단답형 등의 지필 평가보다는 관찰법, 프로젝트, 포트폴리오, 구두 발표 등 학습 전 과정을 통하여 학습자에 대한 다양한 정보를 얻을 수 있는 평가가 이루어져야 한다고 생각한다.

Ⅲ. 수학교과 교육과정의 변화

3.1. 교육과정개정에 따른 수학교과 교육과정의 변화

먼저, 고등학교 수학교과 교육과정의 변화를 알아보기 위하여 교육인적자원부에서 문서로 고시한 교육과정의 변화에 대해 살펴보자. 1945년 10월 교수요목 제정으로부터 현행의 제 7차 교육과정에 이르기까지 수학교육과정은 많은 변화를 보여 왔다. 교육과정의 변화에 따른 수학교육의 주요사항을 살펴보면

제 1차 교육과정은 진보주의 교육의 영향으로 실생활에서의 실용성이 강조되는 생활 단원 중심교육으로 사회적, 경제적, 문화적 생활과 관련된 상황과 문제를 수학적으로 해결하려는 목적으로 교육과정을 구성하였다. 수학적 체계보다는 실제적 상황에 따른 생활중심 학습으로 수학과 일상생활의 관련성이 중시되었다.

제 2차 교육과정은 수학 본연의 계통과 이론적 계열성을 강조하는 교과 중심으로 수학의 기본 개념, 원리, 법칙을 이해하여 수리적인 사고방법과 처리기능을 얻도록 하는데 목표를 두었다.

제 3차 교육과정에서는 ‘새수학’의 영향으로 집합 개념 등 현대수학의 발전 결과를 도입하여 수학 내용을 전개하였고, 수학적 구조와 논리적 엄밀성을 강조하였다.

제 4차 교육과정에서는 수학적 구조와 논리적 엄밀성의 무리한 강조를 지양하고 일상생활의 여러 가지 현상을 수리적으로 생각하는 경험을 통하여 문제해결력의 계발에 중점을 두었으나 적극적으로 이루어지지지는 못하였다.

제 5차 교육과정에서 가장 핵심적인 사항은 NCTM(전미수학교사협회)의 학교 수학에 대한 권고 사항에 따른 문제해결력의 신장에 있었다. 더불어 정의적 목표를 강조하고 대다수 학생을 위한 수학교육, 학습자 개인의 경험과 흥미를 중시하게 되었다.

제 6차 교육과정에서는 문제해결력을 여전히 강조하고 있으며, 수학 내용을

정선하고 기초 학습능력의 강화에 특징을 두었다. 컴퓨터를 교실 수업에 적극적으로 도입하고 다양한 교수·학습 및 방법을 활용하도록 하고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 학생의 경험을 중시한 철학적 사조의 영향인 생활단원 학습으로부터 교과중심의 교육과정에 따른 수학의 계통성을 중시하는 수학 교육으로, 나아가 새수학의 영향으로 ‘기본으로 돌아가기’ 운동을 반영하여 학습 부담을 줄여주기 위한 학습 내용 축소로 개정되었으며, 이후 정보·통신 기술의 발전으로 계산기와 컴퓨터를 사용하여 학습자의 흥미와 관심을 유발하는 다양한 학습방법을 적용하여 문제해결 능력을 신장시키는 방향으로 변화하여 왔다 ([18]).

1997년 고시된 제 7차 교육과정에 따라 수학교육은 새로운 변화를 모색하게 되었는데, 이는 지식기반 사회에 부합되는 능력을 견지한 인재육성에 그 목적을 두고 있다. 정보화와 세계화를 특징으로 하는 새로운 사회에서는 단순 기능인의 양성에서 자기 주도적 학습능력을 갖고 자율적이고 창의적이며 경쟁력 있는 인간을 육성해야 한다. 제 7차 교육과정에서 수학은 수학의 기본적인 지식과 기능을 습득하고, 수학의 기본적인 개념, 원리, 법칙을 토대로 탐구하고 예측하여 실생활의 여러 가지 문제를 합리적으로 해결하며, 창의적·논리적·비판적 사고력, 문제 해결력, 추론 능력, 의사소통 능력 및 수학에 대한 자신감, 긍정적인 태도, 인접 학문과의 관련성, 수학의 유용성 인식 등 고등사고 능력과 정의적인 능력을 신장시키는 것을 기본 방향으로 하고 있다([2]).

3.2. 현행 수학과 교육과정의 이해

가. 수학과 교육목표

수학과는 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙을 이해하고, 사물의 현상을 수학적으로 관찰하여 해석하는 능력을 기르며, 실생활의 여러 가지 문제를 논리적으로 사고하고 합리적으로 해결하는 능력과 태도를 기르는 교과로서 수량 관계나 도형에 관한 수학적 개념의 이해, 논리적인 사고력, 합리적인 문제해결

능력과 태도는 과학을 비롯한 대부분 교과들의 성공적인 학습을 위해 필요하다. 즉, 수학은 다른 교과의 효율적인 학습에 기초가 되는 교과이다.

수학과 교수-학습에서는 학생들의 구체적인 경험에 근거하여 사물의 현상을 수학적으로 해석하고 조직하는 활동, 구체적인 사실에서 점진적인 추상화 단계로 나가는 과정, 직관이나 구체적인 조작 활동에 바탕을 둔 통찰 등의 수학적 경험을 통하여 형식이나 관계를 발견하고, 수학적 개념, 원리, 법칙 등을 이해시켜야 한다. 또한, 수학적 문제를 해결할 때에는 먼저 문제를 분명히 이해한 후, 문제해결을 위한 합리적이고 창의적인 계획을 수립하여 실행한 다음, 반성의 과정을 거치도록 하여야 한다. 그리고 수학적 지식과 기능을 활용하여 실생활의 여러 가지 문제를 해결해 봄으로써 수학의 필요성과 실용성 등을 인식하여 수학에 대한 긍정적인 태도를 갖도록 하여야 한다. 다시 말하면, 수학과 학습을 통하여 학생들은 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙을 습득하고 기능을 익혀, 자연과 사회에서 일어나는 현상이나 문제를 수학적인 방법으로 조직하고 해결할 수 있는 문제해결 능력을 높이며, 유연하고 다양한 사고활동을 통하여 수학적 사고력과 창의력을 배양할 수 있도록 지도하여야 할 것이다.

나. 수준별 교육과정

현행 교육과정에서는 학생의 능력(개인차)에 따른 다양한 교육의 기회를 제공하기 위하여 국민 공통 기본교육과정에 ‘단계형 수준별 교육과정’과 ‘심화·보충형 수준별 교육과정’을 도입하였다. 수준별 교육과정은 학생들의 능력, 적성, 필요, 흥미에 대한 개인차를 최대한 고려한 수업을 통해 학생 개인의 성장 잠재력과 교육의 효율성을 극대화하기 위하여 도입하였다. 따라서 수준별 교육과정을 적용하는 교과에서는 능력이 떨어지는 학생에 대한 학업부진의 누적을 예방하여야 할 뿐만 아니라, 능력이 뛰어난 학생에게는 심화학습의 기회를 제공하여야 한다.

(1) 단계형 수준별 교육과정

단계형 수준별 교육과정은 학습의 난이도를 기준으로 비교적 학습내용의 위계가 분명하고, 학습집단 구성원의 능력 차가 심하게 작용하는 교과에서 난이

도나 논리적 위계를 기준으로 학생의 학습 속도에 알맞게 단계별로 세분화하여 운영하는 교육과정으로, 국민 공통 기본교과 중에서 수학교과와 영어교과는 단계형 수준별 교육과정으로 운영하도록 하였다. 수학교과의 단계 설정은 국민 공통 기본교육과정인 1학년부터 10학년까지 10단계를 두고, 학생의 인지 발달 수준을 고려하여 수학의 기본적인 필수 학습내용을 정선하여 내용의 위계와 난이도에 따라 단계별로 구성하였으며, 각 단계별로 기본과정과 심화과정을 두어 학생 개인의 학습능력에 따라 자기 주도적 학습을 촉진하는 창의적인 학습기회를 제공하도록 하였다. 학교에서는 모든 학생이 진급 자격기준에 도달될 수 있도록 충실히 지도하여야 하며, 진급 자격기준은 학습결손 누적을 줄이기 위한 최소한의 장치로써 그 역할을 하여야 한다.

(2) 과목 선택형 교육과정

과목 선택형 교육과정은 11, 12학년에 편성·운영하며, 특별활동을 제외하고 2년간 이수하여야할 교과목 모두를 선택과목으로 운영하도록 하였다. 선택과목은 보통교과와 전문교과로 구성되며, 보통교과는 교양 증진 및 실생활과 관련된 일반 선택과목과 학생의 진로, 적성, 소질 개발에 도움이 되는 심화 선택과목의 2원적으로 편성하였다. 즉, 학생들의 능력과 관심 및 진로 선택의 차이를 반영하는 일반 선택과목으로 실용수학을, 심화 선택과목으로 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 이산수학, 미분과 적분, 확률과 통계를 개설하고 학생들로 하여금 스스로 자신에게 알맞은 교과목을 선택하도록 하였다.

다. 특별보충과정 운영

모든 학생이 국민 공통 기본교육과정 최종 단계의 성취 수준에 도달할 수 있도록 교수·학습방법 개선을 통해 교과 학습이 철저히 이루어지도록 하고, 단계 이수에 어려움이 예상되는 학생들을 위한 특별보충과정을 설치·운영하여 보충학습의 기회를 충분히 제공함으로써 모든 학생들이 국민 공통 기본교육과정을 성공적으로 이수하도록 하여야 한다. 수학과는 학습목표에 도달하지 못한 학생들의 학습 결손을 보충하기 위한 기회를 정규 수업 시간 이외의 시간에 추가로 제공하기 위하여 특별보충과정을 학교가 자율적으로 편성하여 운영하

도록 하였다. 특별보충과정 대상자를 최소화하기 위하여 정규 수업 시간에 충분한 보충 학습의 기회를 제공하여 학습 결손을 방지하는 것이 선행과제이다.

라. 다양한 교수·학습 방법 및 활용

(1) 정보통신기술을 활용한 교수·학습

현행 수학과 교육과정 지침에는 다양한 매체를 수업에 활용하도록 권장하고 있다. 학교 교육과정을 충실히 운영하기 위하여 교과서, 참고자료, 기타 교육자료와 각종 교구, 교육기자재 등의 적절한 선택과 활용이 필요하며, 교과서 중심의 교육에서 탈피하여 교육 정보망, 멀티미디어 등 컴퓨터를 활용한 교육이 활성화되도록 노력하여야 한다.

정보화시대의 교사들의 역할은 다음과 같이 요약해 볼 수 있다.

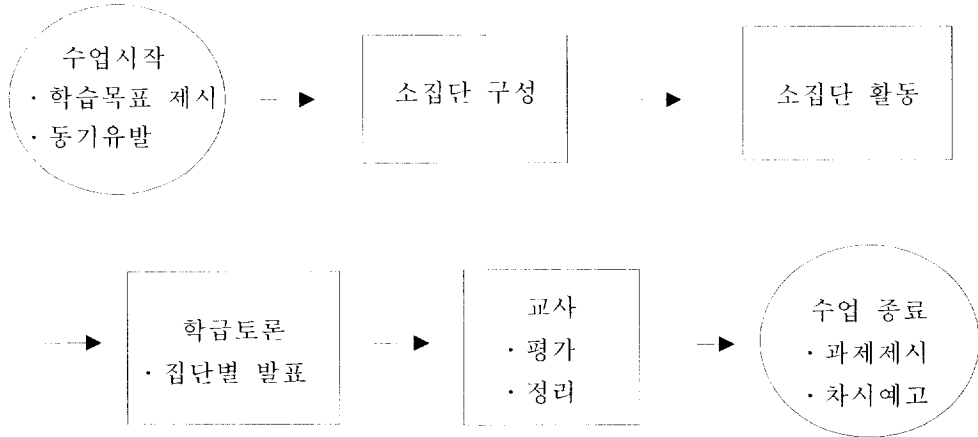
첫째, 학생의 학습 설계를 돕는 안내자의 역할을 해야 한다. 교사는 일방적인 지식 전달자로서의 역할에서 벗어나 학습자들의 능동적인 학습 설계를 도와주고 안내하는 역할을 담당하여야 한다.

둘째, 교사는 학습 환경의 설계자이어야 한다. 교사는 학생들이 지속적인 동기와 흥미를 가지고 스스로 지식을 쌓아갈 수 있는 학습 환경의 설계자로서의 자질을 갖추어야 할 것이다.

셋째, 교사는 평생 학습자이어야 한다. 정보통신의 교육적 활용가치에 대한 안목과 활용방법에 대한 연구, 그에 따른 교수방법의 개발과 수많은 정보를 교육과정에 알맞게 편집하는 능력이 요구된다.

(2) 소집단 협력학습

도입단계에서 교사는 전체 학생들을 상대로 학습목표를 제시하여 학습동기를 유발시키고, 학생들은 소집단을 구성하여 교사가 제공하는 문제를 협력하여 해결하도록 하여야 한다. 각 소집단은 해결한 결과를 전체 학급에서 발표하고 토론하며, 교사는 각 집단의 활동 결과에 대하여 평가·정리하고, 과제를 제시하며 차시 수업내용을 예고해 준다. 이상의 학습활동 과정을 도식화하면 다음과 같다.



협력학습에서 교사가 특히 유의하여야 할 사항은 그룹의 구성원들 모두가 함께 학습활동에 참여하게 하여야 하는 것이다. 과제가 해결되었을 경우 구성원 모두가 다 같이 이해하고 있어야 하며 그룹의 구성원 중에서 한 두 사람이 학습활동을 독점하여 일부 학생들이 수업활동에 소외되는 일이 없도록 하여야 한다. 교사는 각 집단을 순회하면서 각 집단의 활동을 파악하여 모든 학생들의 참여를 독려하고 적절한 힌트를 제공하여야 한다. 개인의 능력차이가 다양한 학생들로 소집단을 구성하여야 협력학습을 보다 더 효율적으로 할 수 있다. 유형으로는 보상중심 협력학습, 과제중심 협력학습, 문제해결 수업, 주제학습 교수·학습 모형 등이 있다.

(3) 보조자료를 이용한 수업

화이트 보드를 활용한 모둠 수업, 투시화 자료의 활용, 우드락의 활용, 신문 활용 교육, 수확사를 활용한 수업 등이 있다.

(4) 프로젝트 수업

조 편성 → 주제 정하기 → 자료수집 또는 실험 → 자료정리 및 분석 → 발표 등의 순서로 프로젝트 수업을 진행한다.

(5) 학생활동 중심의 마인드맵(mind map) 학습법

마인드맵 학습법이란 “마음속의 지도”, “마음의 길”이라 할 수 있다. 마인드

맵은 읽고, 생각하고, 분석하고 기억하는 모든 것을 마음속에 지도로 그리는 방법으로 두뇌의 기능을 최대한 발휘할 수 있는 두뇌개발 프로그램으로 수학에서의 수학구조를 이해하고 사고의 과정을 조직화하고 표현해 맵으로써 창의력 신장, 이해력 증진, 기억력 증대 등 학습자 스스로 학습내용과 학습방법을 조직화하고 구조화해 나가는데 많은 효과를 기대할 수 있는 교수·학습 방법이다.

(6) 학습구조 차트(등산) 학습법

학생들에게 학습내용을 완전하게 이해시키기 위해서는 학습내용을 구조적, 체계적으로 파악하게 하여 확실한 스키마 - 외부에 존재하는 객관적 대상을 전체적으로 묘사하여 기억 속에 재생한 지각의 형태 - 를 형성하게 하는 것이 중요하다. 등산학습법은 개개의 학습요소 뿐만 아니라 학습요소 전후의 연관성을 명확히 하고, 학습요소 전체의 구조적 관련을 확실히 파악하고 이해시켜 구조적 사고를 활성화시키는 것을 목표로 한다.

(7) 탐구와 활동을 통한 수업

탐구와 활동을 통한 수업에서는 학생들 스스로가 생각하고 조작하여 자신들의 경험을 반성하고, 지식을 구성하며, 일반화·합리화·정당화를 시킬 수 있다. 더불어 실세계와 수학의 관련성도 살펴볼 수 있으며 친구들과 토론하고 협력하는 경험을 통해 함께 하는 즐거움도 느낄 수 있다. 또한, 수학적 개념 및 기호를 낱말로 기억하는 것이 아닌 그 관계를 통합하여 생각할 수 있는 기회를 제공하는 큰 장점이 있다. 특히, 재량활동은 교과와 특별활동과의 상호 보완을 통하여 학습하는 방법의 학습, 주제 탐구 학습, 소집단 공동 학습, 체험 학습 등의 통합적인 운영으로 자기 주도적인 학습 능력을 신장시키는 것을 목적으로 하고 있다([23]).

IV. 수학적 힘의 신장을 위한 평가 방법

4.1. 수학교과 평가

가. 평가 목표

평가는 학생 개개인의 전인적인 성장과 수학 학습을 돕고, 교사 자신의 수업 방법을 개선하기 위한 것이어야 하며 학생의 인지발달 수준을 고려하고, 교육과정에 제시된 내용의 수준과 범위를 준수하여 평가함에 그 목적이 있다. 수학교과 평가는 수학의 내용적 지식뿐만 아니라 문제해결 교육, 수학적 사고의 체험, 수학적 사고의 힘이 조화롭게 고려될 수 있는 평가를 지향하고 있다. 따라서 획일적인 방식을 지양하고, 수업 전개에 따라 진단평가, 형성평가, 총괄평가 등의 적절한 평가방식을 택하여 실시하되, 수업목표에 충실한 평가가 될 수 있도록 하여야 한다.

나. 평가 기준

(1) 상

- (가) 최종적으로 도달하여야 할 학습목표에 해당되는 내용
- (나) 습득된 지식을 통합적으로 이용하여 해결하거나 일반화시킬 수 있는 내용
- (다) 다른 영역의 내용과 복합된 내용
- (라) 수학적으로 큰 가치와 유용성을 지니는 내용

(2) 중

- (가) 기본적으로 도달하여야 할 학습목표에 해당되는 내용
- (나) 기본적인 개념, 원리, 법칙, 성질을 이해하는 정도의 내용
- (다) 기본적인 개념, 원리, 법칙, 성질을 이용하여 해결할 수 있는 내용

(3) 하

(가) 최소한으로 도달하여야 할 학습목표에 해당되는 내용

(나) 단순한 수학적 지식(용어, 기호, 알고리즘 등)을 알 수 있는 정도의 내용

(다) 단순한 수학적 지식을 이용할 수 있는 정도의 내용

다. 학습평가의 방향

지식의 양이 폭발적으로 증가함에 따라 지식의 습득과 회상보다는 지식에 접근하는 방법과 실제 상황에서 지식을 적용하는 방법이 평가의 주요 목표로 대두되고 있다. 이해 능력 이외에도 추론 능력, 새로운 지식을 이미 알고 있는 지식과 관련시키는 능력, 다양하고 효율적인 전략을 구사하는 능력, 자신이 이해하지 못하는 것이 있을 때 도움을 구하는 능력 등을 종합적으로 평가하고자 한다. 아울러, 문제에 대한 다양한 접근과 해답을 허용하며, 학생을 자기평가와 동료평가 등을 이용하여 평가자로 참여시키는 것이 요구된다([2]).

성적 부여와 능력에 따른 학생 서열화의 목적에서 벗어나 성취 기준과 비교하여 학생들의 수행 정도를 파악하고 적절한 피드백을 제공하여 기준에 도달하도록 도와주는 평가를 지향한다. 이는 최근의 수학교육의 방향이 학생들에게 수학적인 힘, 즉 논리적으로 탐구하고, 추측하고, 추론하는 능력과 동시에 비정형의 문제를 해결하기 위하여 다양한 수학적 방법을 효과적으로 사용할 수 있는 자신감과 능력을 개발하도록 도와주는 데 있기 때문이다.

다음의 <표 4 1>은 NCTM 평가 규준집에 제시된 평가의 방향을 표로 나타낸 것이다([1]). 이 표에서 우리는 학생의 수학적 힘의 평가가 강조되어야 하고, 학생들의 수학적 힘을 충분히 나타낼 수 있도록 다양한 기회를 제공하여야 한다는 점에 주목하여야 한다. 새로운 평가방법도 학생들이 갖고 있는 수학적 힘을 다양한 방식으로 나타낼 수 있도록 고려되어야 한다.

<표 4-1> NCTM 평가 기준집에 제시된 평가의 방향

강조되어야 할 측면	약화되어야 할 측면
학생의 수학적 힘 평가	학생이 보유하고 있는 특정한 사실이나 고립된 기능의 평가
학생의 수행을 설정해 놓은 수행기준에 비교하기	학생의 수행을 다른 학생들의 수행과 비교하기
교사를 지원하고 그들의 판단 결과를 신뢰하기	어느 교사에게나 맞는 평가 체계를 설계하기
평가의 과정을 공개적, 참여적, 역동적 으로 하기	평가의 과정을 은밀하고, 독점적이고, 고정된 것으로 하기
학생들의 수학적 힘을 충분히 나타낼 수 있도록 다양한 기회를 제공하기	학생의 수학적 힘을 나타낼 수 있는 기회를 한 번만 제공하기
무엇을 어떻게 평가할 지에 대하여 공 유하기	무엇을 어떻게 평가할 지에 대하여 독자적으로 결정하기
평가의 결과를 통해 모든 학생이 자 신의 가능성을 발휘할 수 있는 기회를 갖는다고 확신하게 됨	평가의 결과를 통해 수학 학습의 기 회를 여과하고 선발하기
평가가 교육과정이나 수업과 일관성이 있음	평가가 교육과정이나 수업과 무관함
다양한 자료에 기초하여 추론하기	한 가지 제한된 자료에 기초하여 추 론하기
평가의 과정에서 학생을 능동적인 참 여자로 간주	평가에서 학생을 대상으로 간주
평가를 지속적이고 반복적인 것으로 간주	평가를 간헐적이고 결정적인 것으로 간주
수학 학습과 관련된 모든 것들이 평 가와 관련이 있음	수학 학습과 몇 가지 것들만이 평가와 관련이 있음

4.2. 수학평가의 내용으로서 수학적 힘

수학적 힘을 평가하기 위하여 미국 켄터키주에서 개발하여 사용하는 총체적
채점 규정표를 소개하면 다음과 같다.

<표 4 2> 수학 포트폴리오 총체적 채점규정표

수 학 적 능 력		매우 약함	약함	강함	매우 강함
문제 해결	- 문제의 특성을 이해하고 자기 자신의 언어로 재 진술할 수 있다. - 문제의 구성을 탐색할 수 있다. 즉, 문제를 그림으로 나타내거나 표로 나타낼 수 있으며, 자료를 기록하고 패턴을 찾을 수 있다. - 적절한 문제해결 전략을 선택할 수 있다. 흔히 사용되는 전략으로는 예상과 확인, 표 만들기, 그림 그리기, 단순화하기, 거꾸로 풀기, 식 세우기, 추론하기 등이 있다. - 해결 계획을 실천하여 풀이를 구한다. - 풀이를 반성하고 수정하거나 일반화한다.				
추론	- 자료를 관찰하고 패턴을 인식함으로써 수학적 예측을 한다. 즉, 귀납적 추론을 한다. - 논리적 증명이나 반례를 통하여 수학적 예측을 검증한다. 즉, 연역적 추론을 한다.				
수학적 의사 소통	- 적절한 수학적 기호나 용어를 사용한다. - 주어진 과제에 대한 질적인 설명을 한다. - 개념이나 아이디어를 분명하게 나타내고 들을 수 있다. - 다양한 수학적 표현을 할 수 있다.				
개념의 통합	- 풀이의 결과나 결론 또는 활동 등을 다른 측면에서 평가한다. - 창의적인 유추를 하거나 연결을 한다. - 수학적으로 중요한 개념들 사이의 연결을 인식 하거나 응용한다. - 수학과 다른 과목 및 실생활과의 연결을 인식 하고 응용한다.				

가. 수학적 힘의 정의

강옥기(2000)는 수학적 힘은 '비정형문제나 실생활문제를 해결하기 위해 다양한 수학적 방법들을 효과적으로 사용하는 능력과 수학에 대한 긍정적 성향을 갖춘 것'을 뜻한다고 하였다. 즉, 수학적 힘은 문제해결력, 추론 능력, 수학적 의

사소통 능력, 수학적 개념의 통합 능력, 수학적 성향 등을 포함한다([1]).

나. 수학적 힘의 평가에 포함되어야 할 능력

- (1) 수학과 다른 교과목에 있는 문제들을 해결하기 위한 수학적 지식을 응용하는 능력
- (2) 아이디어를 교환하기 위하여 수학적 아이디어를 사용할 수 있는 능력
- (3) 추론하고 해석할 수 있는 능력
- (4) 개념과 절차에 대한 지식과 이를 이해하는 능력
- (5) 수학에 대한 성향, 수학의 본질에 대한 이해

4.3. 수학적 힘의 평가방법으로서 수행평가

백순근(1998)은 수행평가의 정의를 학생 스스로 지식이나 기술을 나타내는 결과물을 만들거나 답을 작성하도록 요구하고, 실제로 조작활동을 하면서 개념을 이해하고 실생활에서 접하게 되는 문제상황을 해결할 수 있는지를 알아보는 평가라고 하였다([16]). 또한, 최호성(1997)은 수행평가란 전통적 평가와는 달리 사실이나 편파적인 기능에 초점을 맞추기보다는 학교교육에서 가장 소중하게 생각하는 능력, 즉 학생 스스로가 다양한 현실상황 및 장면 속에서 자신의 지식과 기능을 활용할 수 있는 능력이 어느 정도인지를 평가하기 위해서 설계된 평가 방안을 가리킨다고 하였다([26]). 그리고 교육인적자원부(1998)는 평가자가 학습자들의 학습과제 수행과정 및 결과를 직접 관찰하고, 그 관찰 결과를 전문적으로 판단하는 평가 방식이라고 수행평가를 정의하였으며([3]), 교육과정평가원(1996)은 수행평가를 학생 스스로가 자신의 지식이나 기능을 나타낼 수 있도록 산출물을 만들거나, 행동으로 나타내거나, 답을 작성하도록 요구하는 평가 방식이라고 하였다([28]).

전통적으로 사용되어 온 지필 검사와 표준화 검사 등은 지식기반 사회를 대비하는 수학교과목의 목표인 수학적 힘을 신장시키거나 평가하는데 적합하지 못하며 학생들의 정보 분석과 사고 능력에 대한 평가 근거를 제시할 수 있는 수행평가가 필수적인 평가방법으로 인식되고 있으며 다양한 학생활동을 요구하고

있다. 수행평가는 미래 사회가 요구하는 정보를 수집하고 분석하며 종합하는 정보 활용 능력, 예측 불가능한 상황에서 복잡한 문제해결 능력, 자기 주도적 학습 능력, 의사소통 능력 등의 고등정신 능력 신장에 그 유효성과 적절성이 증대되고 있다.

가. 수학과 수행평가의 방향

다음 사항을 수학과 수행평가의 방향으로 설정하여 시행하여야 한다.

- (1) 단순한 지식의 암기나 결과가 아닌 과정 중심의 종합적인 능력을 평가하는데 중점을 두어야 한다.
- (2) 목표의 한 영역이 아니라 여러 영역이 골고루 연관되도록 평가되어야 한다.
- (3) 다양한 방법으로 평가가 이루어져야 한다.
- (4) 평가의 관점을 명시하여 점수에 대한 신뢰도를 높이고, 수학적 능력을 세분화하여 학생의 학습능력을 자세하게 판단할 수 있어야 한다.

나. 수학과 수행평가의 일반적 특징

다음은 수학과 수행평가의 일반적 특징을 기술한 것이다.

- (1) 스스로 정답을 작성하거나 행동으로 나타내도록 하는 평가이며 교육 목표의 달성여부를 실제상황에서 파악하고자 하는 평가방식이다.
- (2) 교수·학습의 결과뿐만 아니라 과정도 중시하는 평가이며 학생 개개인의 변화와 발달과정을 종합적으로 평가하기 위해 전체적이며 지속적으로 이루어지는 것을 강조하는 평가방식이다.
- (3) 집단에 대한 평가도 중시하며 기억, 이해와 같은 낮은 사고능력보다는 창의력, 비판력, 종합력과 같은 고등 사고능력의 측정을 중히 여기는 평가방식이다.
- (4) 고등 사고력과 같은 인지적 영역뿐만 아니라 흥미, 태도 등 정의적인 영역 및 심동적인 영역에 대한 종합적이고 전인적인 평가를 중시하는 평가방식이다.

다. 수행평가 채점기준(한국교육개발원)

한국교육개발원에서는 미국 버몬트주의 수행평가 기준을 참고하여 <표 4-3>의 수학과 수행평가 채점 기준표를 제안하였다.

<표 4-3> 수학과 수행평가 채점 기준표

평가 항목	수 준	채 점 기 준
문제 이해	1 수준	문제의 이해 부족으로 착수하지 못함
	2 수준	문제해결에 필요한 최소 정보만을 이용할 정도로 문제를 이해함
	3 수준	문제해결에 필요한 최소 정보 이외의 요인들을 알고 이용할 만큼 문제를 충분히 이해함
문제 해결 방법	1 수준	해결 방법을 제시하지 않거나 분명하지 않음
	2 수준	해결 방법이 문제의 부분만을 해결함
	3 수준	효율적이고 세련된 해결 방법으로 문제를 해결함
자기 논평	1 수준	문제를 푼 것으로 그치거나 그 풀이와 무관하거나 부적절한 관찰을 함
	2 수준	문제를 풀고 나서 그 풀이의 부분적인 측면에 대하여 의미 있는 논평이나 관찰을 함
	3 수준	문제를 풀고 나서 그 풀이를 일반화하거나 의미 있는 논평이나 관찰을 함
수학 용어	1 수준	문제 진술 이외의 수학 용어를 사용하지 않거나 그 해를 의사소통하는데 부적절하거나 부정확한 수학 용어를 사용함
	2 수준	문제의 부분해(또는 부적절한 해)에 도달할 만큼의 수학 용어를 사용함
	3 수준	문제의 해를 의사소통하는데 적절한 수학 용어를 사용함
수 학 적 표 상	1 수준	부적절한 수학적 표상을 이용하거나 어떠한 수학적 표상을 이용하지 못함
	2 수준	풀이를 의사소통하기 위하여 어느 정도(대부분) 적절한 수학적 표상을 이용함
	3 수준	풀이를 의사소통하기 위하여 세련되고 정확한 수학적 표상을 이용함
풀이 설명	1 수준	풀이의 설명이 불분명하고 체계적이지 않음
	2 수준	풀이를 설명이 부분적으로만 분명하고 체계적으로 되어 있음
	3 수준	풀이의 설명이 전체적으로 불분명하고 상세하게 잘 조직화되어 있음

이 채점 기준표는 문제 이해, 문제해결 방법, 자기 논평, 수학 용어, 수학적 표상, 풀이 설명 등의 6가지 범주를 중심으로 설정하고 있다([30]).

라. 수행평가 시행상의 유의사항

수행평가는 학생들의 다양한 학습능력을 교수-학습 과정과 연계하여 평가할 수 있으며 성취기준 도달을 위한 피드백 제공 등 많은 장점이 있으나 관찰과 판단에 의존하는 평가이기 때문에 발생하는 문제도 있을 수 있으므로 다음의 사항을 유의하여 시행하여야 한다.

(1) 채점의 공정성을 확보하기 위하여 검사 소요시간과 채점시간이 더 필요하다. 평가의 전략과 방법에 따라 소요되는 시간과 필요한 인적 자원이 증가되어 평가의 비용이 증대된다.

(2) 평가의 결과가 목적에 부합되었는지를 파악하는 타당성을 확보하여야 한다. 문제해결 능력이 뛰어난 학생은 이와 관련된 미래의 문제해결을 예견할 수 있어야 한다. 내용 타당도를 높이기 위하여 수행평가를 통해 어떤 능력을 측정할 때, 측정하고자 하는 능력의 신장을 위한 학습의 기회가 모든 학생에게 주어져야 하며 평가의 수행을 통하여 학생들의 능력이 충분히 드러날 수 있어야 한다.

(3) 수행평가의 결과가 타당하여도 신뢰도를 확보하지 못하면 평가는 그 의미가 없다. Fitzpatrick 등(1998)은 “신뢰도는 평가자의 관찰이나 판단에 대한 일관성을 추정하는 것으로 채점자간, 평가자간, 또는 관찰자간의 신뢰도라고 한다. 부분 점수를 부여하거나 관찰 등의 주관적인 판단을 요구하는 평가방법에서는 채점자간의 점수 차이가 발생하는 경우가 있을 수 있다. 따라서 채점하는 다수의 교사를 확보하고, 명확한 채점기준을 제공하여야 하며 채점자 훈련을 강화하여야 한다”고 하였으며, Reckase(1995)는 수행평가의 방법 중 포트폴리오에 의한 평가결과는 신뢰도가 낮아서 훈련된 채점자에게 평가를 의뢰해야 한다고 주장하였다(재인용, [4]).

4.4. 수학적 힘의 구체적 평가방법으로서 포트폴리오 평가

가. 포트폴리오의 의미

최호성(1997)은 폴리오를 개인의 기술, 아이디어, 흥미 및 성과물들을 담아두는 용기인 Folio에서 나온 말이며, 여러 가지 복합적인 매체로 표현하여 모아놓은 것으로 과정 포트폴리오와 결과 포트폴리오로 구분하는데 반성 결과나 어려운 점, 장애 등을 포함시키고 결과 포트폴리오에는 최종적인 완성품에 초점을 맞춘다고 하였다([26]).

교수-학습 방법의 개선과 수행평가방법의 하나로 여겨지고 있는 포트폴리오는 일정기간 동안 풍부한 정보와 학습의 수행을 특정 목적에 따라 증거자료라는 형태로 조직화해 놓은 총괄된 수집물로 의미된다. 전문 영역에서는 활동이나 작품 가운데 가장 우수한 내용을 보여주는 것이 목적이나 학교 교육에서는 학습의 과정에서 학생들의 발전하는 모습을 보여주는 것이 목적이다. 1990년대 이후 수행평가의 주요 평가 기법으로 광범위하게 소개되고 활용되고 있는 포트폴리오 평가는 학생과 교사가 협력하여 정한 목표영역에서 장기간에 걸쳐서 수집된 학생들의 활동과 그 활동에 따른 결과물을 정해진 증거에 따라서 교사와 학생이 협력하여 평가하고 활용하는 방법이라고 할 수 있다([4]).

황해정(2003)은 다수의 연구자가 제안한 수학과에 적절한 수행평가 방법을 정리하였는데, 연구자들이 선호하는 방법을 순서대로 나열하면 프로젝트, 포트폴리오, 관찰 및 면담 순이었다. 프로젝트를 수행하는 과정과 그 결과물, 관찰 및 면담의 결과물도 포트폴리오에 포함시킬 수 있으므로 수행평가를 연구하는 사람들이 가장 선호하는 평가방법은 포트폴리오 평가라고 할 수 있다([29]).

수학과 포트폴리오는 고차적인 사고능력과 적용능력에 대한 총체적 정보를 얻음으로써 균형 있는 평가를 시행하고 이를 통해 수학 수업을 개선하는 것을 목적으로 한다. 교사들은 수학과 포트폴리오를 통해서 문제해결에서 다양한 방법의 사용, 언어, 그림, 도표 및 도해를 사용한 명확한 의사소통, 적절한 추론 능력 및 적절한 도구의 사용 등의 인지적 능력을 평가하는 데 사용할 수 있다. 뿐만 아니라 개별 활동 및 소집단 활동하는 학생들의 능력, 인내심, 호기심, 창의성 등의 정의적 영역 등을 평가하는데 사용할 수도 있다. 일반적으로 포트

폴리오는 수행평가의 모든 방법으로부터 취할 수 있는 평가결과 자료 이상의 것을 포함하고 있으므로, 포트폴리오가 담고 있는 내용으로 볼 때, 수행평가와 동일하게 간주할 수 있다.

나. 포트폴리오의 특징

포트폴리오는 모아놓은 여러 가지 자료를 토대로 학생들의 장단점을 실질적으로 파악하여 학생들의 수학교과 학습과 교사들의 수학지도에 도움을 주며 지필 평가 및 특정한 평가 장면(시간적, 공간적 제약 등)에서 자신의 능력을 충분히 발휘하지 못하는 학생들에게 자신의 능력을 최대한 발휘할 수 있도록 도와준다. 학생들의 수학적 활동결과물을 통해서 개별 학생들의 서로 다른 학습방식을 알게 되고 의사결정 및 학생 학습상답에 도움을 주며 단편적인 영역에 대해 일회적으로 평가하지 않고 학생 개개인의 변화 발달과정을 종합적으로 평가하기 위해 전체적이면서도 지속적으로 평가하는 것을 강조하는 수행평가의 대표적인 방법이다.

포트폴리오 평가의 장점으로

- 첫째, 학생들의 능력을 확인하고자 할 때 여러 가지 증거를 비형식적인 관찰이나 질문 등 다양한 방법으로 평가할 기회를 제공한다.
- 둘째, 역동적인 평가방법으로 학생들의 성장과 변화를 포착하고 있다. 다른 사람과의 상대적인 비교보다는 자기발전을 중요시하며 학생들의 약점보다는 장점을 발견하는데 중점을 둔다.
- 셋째, 포트폴리오는 학생이 주도권을 갖고 있다. 학생들의 발달과정의 부분으로서 자기 평가적인 숙고를 포함하고 완성하기 위한 증거가 무엇인가를 결정하기 때문에 개인의 독특한 능력과 성취를 보여줄 수 있다.
- 넷째, 평가결과를 다양하게 활용할 수 있다. 학생의 발전과 성취도에 대한 정보를 학생, 학부모, 동료교사, 교육기관 등에 구체적이고 명확하게 제시할 수 있으며 학습 곤란 점을 진단하여 개별 피드백을 줄 수 있다는 것이다.

이제, 포트폴리오 평가의 목적을 학생과 교사의 측면을 구분하여 살펴보자.

학생을 위한 목적을 간략히 소개하면 교육과정 내용과 기술에 관한 학습을 평가하고 창의적 과정에 대한 통찰을 증대시키며 학습과정에서 자신의 주체성을

얻을 수 있도록 해준다. 시간이 흐름에 따라 학생 자신의 성장을 인식하게 하고 능동적 학습자로 변화하게 한다. 또한, 자신감을 얻고 성공적 학습자로서의 개인적 이미지를 개선함에 그 목적이 있다.

교사는 포트폴리오 평가를 통하여 학생 개개인의 성장과 진보 상황에 대한 명확한 증거를 제공받으며 교육과정과 수업 전략의 보완, 개선에 도움이 되고 학부모가 학생을 이해하는데 노력하도록 한다.

포트폴리오 제작시 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

- (1) 포트폴리오는 학생들에게 자기 반성에 종사할 수 있는 기회를 제공해야 한다.
- (2) 학생들은 포트폴리오에 포함시킬 내용의 선택에 관여하여야 한다.
- (3) 포트폴리오에는 학생들의 활동과 포트폴리오를 만드는 의도가 나타나야 한다.
- (4) 최종 포트폴리오는 학생이 남에게 보여줄 수 있는 자료를 포함해야 한다.
- (5) 포트폴리오에는 성장을 설명할 수 있는 정보가 담겨져야 한다.
- (6) 검사 점수나 서류철의 내용은 포트폴리오의 맥락에서 새로운 의미를 가질 때에만 포함하여야 한다.
- (7) 학생들은 자신의 포트폴리오를 개발하기 위해 다른 사람들의 모형과 과정에 대한 정보를 제공받아야 한다.
- (8) 포트폴리오는 많은 목적의 역할을 다 하여야 한다.

포트폴리오 평가의 단점으로는

첫째, 평가자간의 신뢰도를 높이기 어렵다. 신뢰도가 낮은 이유는 평가준거가 너무 일반적이어서 평가자에 따라 다르게 해석될 여지가 크거나, 평가자 훈련이 제대로 이루어지지 않았기 때문이라고 생각한다. 학생의 성적에 반영되도록 점수화하는 구체적 방안이 커다란 과제로 대두되고 있다.

둘째, 오랜 시간 학습과정 거치며 학생 개개인의 포트폴리오 완성 과정을 확인해야 하기에 평가에 많은 시간이 필요하며 결과물의 보관 장소와 방법 등의 문제가 있다.

셋째, 포트폴리오 평가결과의 일반화를 위하여 각 학생들이 일반적인 과제에 대하여 자신의 능력 수준을 보여 줄 수 있는 내용이 포함되어야 한다. 제한

적인 방법만을 활용한다면 결론의 타당성이 약해지고 일반화할 수도 없다. 따라서 포트폴리오 평가 방법을 구안함에 있어 전문성을 요구한다. 이러한 단점들을 고려해볼 때 포트폴리오 평가를 담당하는 교사들의 부정적이며 저항적인 입장도 이해될 수 있으리라 생각한다. 포트폴리오 평가 적용이 가장 어려운 교과로서 수학교과를 꼽고 있다. 하지만 포트폴리오 평가는 지식 정보화시대에 필요한 고등 사고력과 학습의 수행과정을 동시에 평가하는 실천 가능한 수행평가 방법임에는 의심의 여지가 없다.

다. 포트폴리오의 내용

포트폴리오는 각 학생에 대한 모든 자료를 모아둔 것으로 저널 쓰기, 문제 만들기, 구성 과제, 서술 과제, 지필 고사, 학생들 자신의 자기 평가, 교사들의 학생에 대한 평가, 시간계획표, 학부모 평가 등을 포함시키고 있다. 지필 고사는 선택형이나 단답형의 문항을 말하며, 수학적 지식과 간단한 기능에 대한 중요한 정보를 제공하는 지필 고사도 포트폴리오의 내용에 포함될 수 있다. 포트폴리오에 포함될 수 있는 내용으로는 작품자료, 날짜, 분류표, 자기평가지, 목표설정지, 조언자들의 코멘트를 위한 평가지, 내용 목차, 활동 수행일지 등이 있다.

다음의 <표 4-4>는 Stenmark(1991)가 제안한 평가목표와 포트폴리오의 내용을 정리한 것이다(재인용, [30]).

<표 4-4> 평가목표와 포트폴리오의 내용

평가목표	포트폴리오 내용
〈긍정적인 수학적 성향〉 동기, 호기심, 인내심 도전감, 유연성, 책임감, 자신감	· 수학에 대한 열의를 나타내는 일지의 내용 · 주기별 학습한 문제해결 자료 · 가정 학습 자료 · 학생이 작성한 학습계획표 · 수학 자서전
〈수학적 이해의 성장〉 개념 발달 문제해결 능력 의사소통능력 수학의 구성 반영적 사고력	· 학기초부터 일정한 기간을 둔 같은 항목에 대한 자료 수집 · 어떤 알고리즘이 타당한 이유 설명 · 문제 상황을 명확히 하는 그림, 표, 식, ... · 수학 프로젝트에 대한 사진 · 전략 사용에 대한 자료, · 문제 풀이한 노트

평가목표	포트폴리오 내용
〈수학적 추론〉 추론의 방법 수와 연산 도형, …	· 탐구활동에 대한 보고서 · 통계처리 계획 및 처리 자료 · 열린 문제에 대한 반응 · 수학적 원리나 법칙에 대한 설명
〈수학적 연결성〉 수학적 개념이나 성질 사이의 연결	· 수학을 과학이나 사회 과목 등 다른 과목에 사용한 근거 자료 · 산술, 대수, 해석, 기하, 통계 사이의 관계성에 대한 보고 자료 · 수학적 예술 프로젝트
〈집단 문제 해결〉 협력하는 능력	· 과제해결 계획 작성 표 · 소집단 활동 자료 · 소집단의 자체 평가 · 그룹 활동에 대한 오디오, 비디오 테이프
〈도구의 사용〉 계산기, 컴퓨터 사용 조작자료 사용	· 컴퓨터를 이용한 통계 처리 · 계산기를 사용한 자료 · 조작자료의 사용을 표현한 그림 또는 결과
〈교사와 학부모의 포함〉 교사와 학부모 협의 학부모 학생 협의 학부모의 교육 이해	· 평가시기마다 사용한 일관성 있는 자료 · 학생 면담 자료 · 교사-학부모 회의자료 · 교사-학부모 회의에 학생이 발표한 포트폴리오

라. 포트폴리오 평가의 절차

성은경(1999)은 포트폴리오 평가의 절차를 다음과 같이 기술하였다([17]).

(1) 계획 단계

계획 단계에서는 포트폴리오의 목적, 구조, 내용 자료, 자기반성과 채점준거가 결정되어야 한다.

㉠ 목적 : 학습목표와 결과의 활용이 포함된 평가의 목적을 분명히 한다.

- 학생의 학습활동의 결과물을 보여주고 발전을 기록하기 위하여
학생들의 능력을 보여주기 위하여
평가하기 위하여
- 학부모 등에게 학생이 성취한 것을 보여주기 위하여
학생의 발전을 돕고 진단적 목적으로 활용하기 위하여

㉑ 형태 : 보관 방법을 고려하여 봉투나 파일, 상자 등에 담아 가까운 곳에 두어 활용한다. 포트폴리오의 배열도 생각하여 시간 순, 단원별, 형태별 등 적절한 선택이 필요하다.

㉒ 내용 자료 : 목적에 맞는 내용을 선택하여야 하며 학생들의 의사를 존중한다.

㉓ 채점 준거 : 포트폴리오를 실행하기 전에 채점준거를 설정하고 설명해 주어야 하며 채점준거 설정에도 학생들이 참여하도록 한다. 전반적인 성장 변화에 대한 점수를 부과하는 것으로 총체적 채점과 여러 가지 특성이나 차원에 따라 각각 점수를 부여하는 분석적 채점 방법이 있다.

박배훈(2000) 등은 포트폴리오의 분석적 평가 기준을 다음의 <표 4-5>와 같이 제시하였다([11]).

<표 4-5> 포트폴리오의 분석적 평가 기준

수준 관점	상	중	하
자료 수집 과정	학생이 결정한 수학 내용 또는 문제에 관한 자료를 지속적으로 꾸준히 수집하는 적극성을 보임	자료 수집을 하기는 하나 지속성과 꾸준함이 다소 부족함	자료를 어떻게 수집해야 하는지도 모르고 자료 수집에 의욕과 관심이 없음
자료의 질	자신이 정한 내용(문제)에 해당하는 자료를 수집하였음	자신이 정한 수학 내용(문제)과 관련 없는 부분이 다소 있음	자신이 정한 수학 내용(문제)을 의식하지 않은 채 되는 대로 수집함
자료 정리	수집된 자료를 한 눈에 알아볼 수 있도록 체계적이고 깔끔하게 정리·조직함	자료를 정리를 위해 노력하였으나 다소 엉성한 부분이 있음	수집한 자료를 체계 없이 되는 대로 정리함

관점 \ 수준	상	중	하
문제해결 능력	수집 자료의 문제를 정확히 이해하고 다양한 방법을 사용하여 효율적으로 해결하고 다른 자료를 해결하거나 분석하는데 응용함	문제를 정확하게 이해하였지만 해결방법이 다양하지 못하고 문제의 일부분만 해결하였음	문제를 바르게 이해하지 못했거나 해결방법이 분명하지 않고 적절히 해결하지 못함
수학적 표현능력	적절한 수학적 표현을 이용하여 수학적 개념·발견·사실·이유를 분명하고 상세하고 이해하기 쉽게 설명함	적절한 수학적 표현을 이용하여 발견한 개념과 사실을 설명하려고 노력하였지만 설명이 단순하고 체계성이 부족함	적절한 수학적 표현을 이용하지 못하고 설명이 명확하지 않아 무슨 뜻인지 이해하기 곤란함
변화 상태	처음에 비해 상당히 진척된 모습을 보임	처음에 비해 어느 정도 진척된 모습을 보임	처음에 비해 거의 진척된 모습이 보이지 않음

(2) 실행 단계

㉠ 사전 준비 : 포트폴리오란 무엇이고, 어떤 내용이 포함될 것이며, 어떤 활동을 하게 될 것인가에 대해서 설명해 주어야 한다. 학습목표를 알려주고, 예시를 보여주며, 질문할 기회를 제공하여 학생들이 충분히 준비할 수 있도록 해주어야 한다.

㉡ 내용 선정 : 교사와 학생이 함께 포함될 내용을 선정하고 내용, 제출 일자, 평가방법 등에 대한 지침이 포함되어야 한다. 표본의 수는 10~15개 정도의 항목이 들어가는 것이 일반적이다.

㉢ 평가 : 학생들의 자기평가와 동료 평가 그리고 교사 평가가 있을 수 있다. 교사 평가에는 구조 평가, 개별 항목에 대한 평가, 전체 내용에 대한 평가가 있다.

(3) 결과보고 및 활용 단계

㉠ 교사-학생 협의회 : 포트폴리오의 내용, 학생의 자기 평가와 반영, 개별 항목에 대한 교사의 평가 등을 되돌아보며, 전체 작품을 조합하여 볼 수 있다.

㉡ 교사-학부모 협의회 : 교사와 학부모가 학생의 성장에 대한 관심과 지원을 위해서 필요하며 부모들과 학생의 발달에 대한 면담을 갖거나 서신의 교환을 통하여 이루어질 수도 있다.

V. 수학적 힘의 신장을 위한 포트폴리오 평가 방안

5.1. 수학 학습 및 평가에 대한 인식 조사

정보화, 세계화시대를 주도하는 신교육체계 수립을 위한 교육개혁방안 수립과 1997년 제 7차 교육과정의 개정발표로 학교현장에서는 수행평가가 반영되기 시작하였으며 1999년부터는 고등학교까지 확대하여 실시하고 있다.

중학교에서 고등학교에 이르는 전 과정의 수학 학습 과정에서 수행평가를 경험한 ○○고등학교 3학년 학생 124명(인문사회과정: 2개 학급 64명, 자연이공과정: 2개 학급 60명)을 대상으로 2004년 3월, 수학 학습 및 포트폴리오 평가 등에 대한 인식도를 조사하였다.

다음은 설문내용과 그 결과를 정리한 것이다. 이 설문결과는 인지적 영역과 정의적 영역을 모두 고려하는 포트폴리오 평가의 내용 구성에 적극적으로 반영하였다.

가. 수학교과 의 필요성

1-1. 수학은 자연과학과 사회과학의 발전에 밑거름이 되고 있으며 사고력을 증진시키고 합리적인 사회정신에 기여한다고 합니다. 이에 동의합니까?

선택 항목	매우 그렇다	그렇다	모르겠다	그렇지 않다	절대 그렇지 않다	무응답
응답자 수 (비율)	6 (4.8%)	62 (50%)	48 (38.7%)	3 (2.4%)	3 (2.4%)	2 (1.6%)

고등학교 3학년으로 12년 동안 학교 수학을 공부해오면서 수학교과에 대한 필요성과 유용성을 인식하지 못하는 경향이 있다. 부정적인 경향보다는 아직 그 필요성 및 유용성을 직접 경험하지 못하여 잘 모르겠다는 대답이 많았다. 따라서 단원을 시작하거나 수학적 개념을 도입할 때에는 수학사 등을 활용하여 실생활에의 필요와 사회적 요구에 의해 발생됨을 인식시키도록 하여야한다. 형성

평가에도 실생활과 관련된 문제 장면과 자연과학 및 사회과학 등 다른 교과와 연관된 문제를 고안해야 하며, 수학을 문제해결을 위한 유용한 도구로써 인식하도록 해야 한다.

1-2. 자신의 진로(대학 희망 학과)와 미래에 갖고 싶은 직업과 관련하여 수학교과가 얼마나 필요하다고 생각합니까?

선택 항목	매우 필요하다	필요하다	보통이다	필요하지 않다	거의 필요 없다
응답자 수 (비율)	13 (10.5%)	40 (32.3%)	43 (34.7%)	14 (11.3%)	14 (11.3%)

자연이공과정의 학생들은 수학교과의 필요성에 답한 반면 인문사회과정 학생들은 필요성을 느끼지 못하는 경향이 있었다. 직업 선택에 직접적인 관련으로 시험 과목만을 고려하는 듯하다. 즉, 수학적 힘인 논리적으로 탐구하고, 추측하고, 추론하는 능력과 동시에 비정형의 문제를 해결하기 위하여 다양한 수학적 방법을 효과적으로 사용할 수 있는 자신감과 능력을 개발하도록 도와주는 수학의 유용성을 인식하지 못하므로 필요성을 느끼지 못하고 있는 것이다. 수학 수업은 학생이 선택한 모든 진로에 대해서 문제해결 능력이 필요하며 그 문제 해결을 위한 수학의 필요성을 경험하는 수업으로 개선되어야 한다.

1-3. 1번과 2번 설문의 ④ 또는 ⑤항에 답하였다면, 현재 수학교과 공부를 하는 이유는 무엇일까요?

선택 항목	응답자 수(비율)
학교 수업시간에 있으므로	20(55.6%)
다른 친구들이 공부하니까	0(0 %)
대학입학시험 교과이므로	13(36.1%)
그냥 아무 생각이 없다	0(0 %)
기 타	3(8.3 %)

수학교과는 사회적으로 유용하지 않으며 자신의 진로에도 필요함을 느끼지 못

하는 대부분의 학생들은 수학교과가 교육과정에 편성되어 있기 때문에 대학입학시험 교과이기에 공부하여야 한다는 생각을 갖고 있다. 학생 스스로 자발적인 의사가 아닌 외부의 요소에 의하여 학습활동이 이루어지고 있으므로, 그 효과 또한 아주 저조할 수밖에 없으며 다소 힘들거나 인내심이 요구되는 영역에서 학습결손이 심하게 발생하게 된다. 따라서 학생의 능력과 흥미를 고려한 수준별, 능력별 학업 수행이 필요하며 학생 개개인의 학습 자세와 경향 등을 총체적으로 분석하고 지속적으로 지도할 수 있는 포트폴리오 평가방법의 적용이 요구된다.

나. 수학교과 학습방법

2-1. 수학 공부(학교 및 학원 수업 모두 포함)는 하루에 몇 시간 정도 하나요?

선택 항목	거의 하지 않는다	1시간	2시간	3시간	4시간 이상
응답자 수 (비율)	16 (12.9%)	16 (12.9%)	33 (26.6%)	32 (25.8%)	27 (21.8%)

적어도 하루에 1시간 이상 수학을 공부하는 학생이 전체 응답자의 84%에 이를 정도로 수학 공부에 많은 시간을 사용하고 있다. 그러나 사용하는 시간에 비하여 학습효과는 좋은 편이 아니다. 수학 공부를 문제를 많이 푸는 것으로만 인식하고 있기 때문에 효율성은 떨어지는 편이다. 학습방법에 대한 적극적인 지도와 과제를 통한 학습교정이 필요하다. 따라서 유사한 유형의 반복적인 문제 풀이 과제보다는 탐구하고 토론하고 협동하는 과제의 개발과 적용이 필요하다.

2-2. 수학 공부는 주로 어떤 방법을 사용하나요?

선택 항목	학원 수강	과외 학습	EBS 청취	인터넷 강의	스스로	무응답
응답자 수 (비율)	33 (26.6%)	11 (8.9%)	3 (2.4%)	9 (7.3%)	59 (47.6%)	9 (7.3%)

대다수 학생들이 학교 수업을 토대로 혼자서 공부하는 방법을 많이 택하고 있는 것으로 조사되었는데, 이는 고등학교 3학년의 경우 학교에서 보내는 시간이 많은 때문인 것으로 판단된다. 흥미로운 사실은 교육매체를 활용한 공부 방법을 선호하지 않는다는 것이며, 혼자서 공부하는 학생들 중에는 수학 공부에 자신감이나 흥미가 없는 학생이 많다는 사실이다.

2-3. 자기 혼자 스스로 수학을 공부하는 시간은 일주일에 몇 시간 정도입니까?

선택 항목	거의 하지 않는다	2시간	3시간	4시간	5시간 이상	무응답
응답자 수 (비율)	24 (19.4%)	17 (13.7%)	10 (8.1%)	18 (14.5%)	52 (41.9%)	3 (2.4%)

설문 2-2와 2-3에 대한 응답 결과에 따르면 대다수 학생들은 스스로 학습하기를 선호하고 많은 시간을 수학 학습에 사용하고 있으므로, 수학교과 지도 방법으로 스스로 해결할 수 있는 학습량과 학습 범위를 제시하여 학생 자신이 주도적으로 학습할 수 있도록 지도하여야 할 것이다.

2-4. 학교의 수학 수업에서 일일과제와 공부한 내용을 매일 점검하여 주는 수학 수업에 대하여 어떻게 생각합니까?

선택 항목	응답자 수(비율)
학습 범위를 맞추어 나가기에 너무 힘들다	26 (21.0%)
학습 방법을 따라가기에 조금 벅차다	32 (25.8%)
수준을 조금만 낮추거나 내용을 줄이면 좋은 방법이다	34 (27.4%)
형식적인 공부가 아니라 내용과 깊이 있는 공부가 가능한 방법이다.	16 (12.9%)
소규모 학생모임(15~20명)에 매우 적합한 방법이다	16 (12.9%)

2주일 동안 매일 3~5문항을 하루의 일과 중에서 쉬는 시간, 점심시간 등을 활용하여 해결할 수 있도록 자투리노트 학습과제를 제시하고 매일 그 결과를 조사하였더니 학생들의 다양한 수준에 알맞은 문제를 제시할 수 없었으며, 매일 과제가 쌓이면서 학습 범위를 맞추어 나가기에 힘들어하였다. 또한, 대상 학생 수가 너무 많아 문제 풀이에 대한 심층적인 구두 질문과 답변을 하지 못함에 따라 실망하는 학생이 늘어났다. 일일과제 검사를 위한 문제 수준 및 문제 수를 학생 개개인의 능력과 수준을 고려하여 제작하여야 하고, 검사 후에는 구두 또는 과제 학습지에 서술하는 방법으로 교사의 관심과 부족한 부분의 학습을 독려해 주어야 한다.

다. 수학교과에 대한 자기 인식

3 1. 나는 수학교과에 관심과 흥미를 갖고 있다.

선택 항목	매우 그렇다	그렇다	모르겠다	그렇지 않다	절대 그렇지 않다
응답자 수 (비율)	8 (6.4%)	52 (41.9%)	45 (36.3%)	12 (9.7%)	7 (5.6%)

인문사회과정의 학생들에게서 수학에 대한 적극적 학습 자세가 결여되고 있음을 확인할 수 있었다. 학생들의 수학교과 관심도를 증진시키고 학습을 위한 노력이 나타날 수 있도록 포트폴리오 평가 항목을 설정하여야 할 것이다.

3-2. 나는 수학교과에서 좋은 성적을 얻을 자신이 있다.

선택 항목	매우 그렇다	그렇다	모르겠다	그렇지 않다	절대 그렇지 않다	무응답
응답자 수 (비율)	5 (4 %)	15 (12.1%)	63 (50.8%)	27 (21.8%)	12 (9.7%)	2 (1.6%)

학생들이 공부하는 시간에 비례하여 자신감을 증대시키지 못함을 보여주고 있으며, 특정 방식의(지필)평가에서 실패함에 따라 자신감을 상실하는 경우가 많다. 다양한 평가방법을 적용하여 학생들이 어떤 평가방법에서는 자신감을 가질 수 있도록 해야 한다.

3-3. 나는 수학선생님으로부터 수학교과에 대한 능력을 인정받고 있다고 생각한다.

선택 항목	매우 그렇다	그렇다	모르겠다	그렇지 않다	절대 그렇지 않다
응답자 수 (비율)	0 (0 %)	6 (4.8%)	35 (28.2%)	48 (38.7%)	35 (28.2%)

학생들의 수학적 능력을 평가하는 장면이 문제풀이와 질문에 대한 답변으로 한정되어 지필 평가의 결과가 문제해결 능력으로 인식되고 있다. 따라서 단순 지필 평가의 결과인 수치적 해석만으로 학생들의 수학 능력을 평가하여서는 아니 되며 학생 개개인의 관심 영역과 그 영역에서의 능력을 인정하는 평가가 절실히 필요하다.

라. 수학과 수행평가

4 1. 수학교과에서 수행평가 반영비율은 어느 정도가 적당하다고 생각합니까?

선택 항목	20%	30%	40%	50%	반영하지 않는다	무응답
응답자 수 (비율)	42 (33.9%)	51 (41.1%)	14 (11.3%)	10 (8.1%)	5 (4%)	2 (1.6%)

수행평가의 공정성 및 신뢰성에 많은 의문을 제기하고 있으며, 해결방법으로는 합리적이며 구성원 모두가 공감하는 평가기준표의 작성과 평가과정 및 결과의 공개가 선행되어야 한다. 앞으로 수학교과 평가에 있어서 신뢰성이 가장 중요한 문제임을 인식하여 수행평가도 학습목표 또는 성취기준에 적합한 평가가 되도록 하여야 하며 그 반영비율은 점차 증가되어야 할 것이다.

4-2. 중·고등학교에서 경험한 수행평가 중 가장 좋았던 형태는 무엇입니까?

선택 항목	응답자 수(비율)
주관식(서술형) 평가	3(2.4%)
주제(수학사, 수학자) 관련 연구조사	26(21%)
포트폴리오(노트정리, 학습결과물 정리) 평가	55(44.3%)
마인드맵(자유 구상 그림 등)	8(6.5%)
소집단 공동 프로젝트	18(14.5%)
기 타	14(11.3%)

노트정리와 주제 관련 연구조사가 지금까지 경험한 수행평가 방법에서 가장 선호하는 것으로 나타났다. 노트정리와 연구조사를 수학적 힘의 신장을 위한 보다 효율적인 방법으로 개선함이 필요하다. 더불어 수학의 학습목표에 부합되는 보다 다양한 방법의 평가가 이루어져 학생들이 적극적으로 활동하는 수학 학습이 되도록 하여야 한다.

4 3. 학습 결과(과제, 지필 평가 등)에 대한 선생님의 조언이나 지도를 받는

다면 어떨까요?

선택 항목	응답자 수(비율)
선생님의 조언과 지도에 따라 수학 공부를 더욱 잘 할 수 있을 것이다	11(8.9%)
선생님의 관심과 정성에 감사할 것이다	24(19.4%)
수학교과에 관심과 애정을 더 가질 수 있을 것이다	11(8.9%)
자신의 부족한 부분을 알게 되어 수학 학습에 도움이 될 것이다	66(53.2%)
선생님의 조언과 지도내용에 관심이 없을 것이다	6(4.8%)
제출하고 다시 받지 않을 것이다	6(4.8%)

과제는 제출하고 확인하는 것으로 끝나서는 안되며 학생들의 부족한 학습 영역과 문제해결의 실패 요인 등을 조언하여야 한다. 특히, 학생들이 잘 알고 있는 것과 모르는 것을 구분하여 주고 보충학습과 심화학습으로 안내하여야 한다. 과제 노트에 적힌 격려의 글이 학생들의 교과에 대한 관심을 증대시키고 수학적 힘의 신장을 위한 능동적인 학습 자세로 변화시키는 동기가 될 수 있다.

4-4. 자신의 수학교과 수행평가에 대한 관심 및 참여도는 어떻습니까?

선택 항목	응답자 수(비율)
관심이 많으며 적극 참여하고 있다	21(16.9%)
관심은 없으나 참여는 잘 하고 있다	35(28.2%)
관심은 있으나 참여가 잘 되지 않는다	38(30.6%)
관심이 없으며 참여하지도 않는다	8(6.4%)
기 타	11(8.9%)

지필 평가보다 다양한 평가방법을 적용하고 일회적인 평가가 아닌 지속적 평가에 대하여 학생들의 관심과 참여는 높은 편이었다. 과제에 대한 확인, 구두 발표와 서술 후 설명, 청취 등 평가에 대한 교사의 의지와 실천이 학생들의 관심과 참여를 높일 수 있는 방법이다.

4 5. 수행평가 방법 중에서 포트폴리오 평가에 대하여

선택 항목	응답자 수(비율)
포트폴리오 평가에 대하여 알지 못한다	33(26.6%)
알고는 있으나 경험한 적이 없다	30(24.2%)
공부한 내용을 모두 보관, 정리할 때, 자신의 노력에 대한 뿌듯함이 느껴진다	32(25.8%)
선생님의 지도와 부족한 학습 내용에 대한 조언으로 수학교과에 관심이 생긴다	13(10.5%)
기타 및 무응답	16(12.9%)

학생들이 현재까지 경험한 수행평가의 결과물들이 포트폴리오 평가이나 수학 수업에서 대부분 포트폴리오 평가를 구분하여 듣지는 못하였다. 수행평가의 한 방법으로 포트폴리오를 인식하는 교사가 대부분이며 노트정리와 과제물 등은 포트폴리오와는 다른 평가 방식으로 알고 있는 실정이다. 특히, 허상기(2004)는 그의 논문에서 고등학교 수학과 수행평가 실태를 분석한 결과 수행평가 반영 비율은 30%로 하는 것이 적절하며 대표적 평가방법으로는 공책정리, 과제물, 관찰, 형성평가의 네 가지 유형을 제시하고 있는데 이는 대부분의 고등학교에서 주로 사용하며 학생들에게도 친숙하기 때문이다([31]). 따라서 포트폴리오 평가의 내용에서도 이 네 가지 수행평가 유형을 적극 활용하는 것이 바람직할 것으로 생각한다.

5.2. 본시 학습에서의 포트폴리오 평가 방안

가. 단원의 도입과정

학생들은 수학의 유용성과 실용성을 느끼며 흥미를 갖고 문제에 대한 도전 의식을 가질 수 있어야 한다. 특히, 생활 속에서 직접 겪게되는 문제 장면이나 과거의 수학자가 개념과 원리 등을 생각하게 된 원인을 떠올리게 하는 방법도 효과적이다.

단원에 많은 영향을 준 수학자의 일생과 단원에 관련된 개념과 원리의 발견 과정을 찾아보는 과제를 설정해 두어야 한다.

(1) 개인별로 단원에 관련된 수학자 또는 수학 이야기를 제시된 분량을 찾아 각자 창의적인 방법으로 정리해 둔다.

(2) 학기 초에 구성된 소집단별로 여러 수학자와 수학 이야기를 발표하는 활동을 한다. 수업 시간을 활용하는 것보다는 소집단별 적절한 시간을 만들어 자율적인 발표가 되도록 유도한다.

(3) 소집단별로 발표 과정까지 자세히 서술하며 개인별로 조사된 자료를 취합하여 전체적인 보고서를 작성하여 제출토록 한다. 정보통신기술을 활용하여 자료를 검색하고 가공하여 정리하는 습관을 형성시키며 자율적인 발표시간과 공간을 확보하고 학생들 간의 의사소통을 활성화할 수 있도록 하여야 한다.

(4) 과제를 제시할 때에는 단원 소개는 물론, 간략히 수학사를 이야기하여 학생들의 관심을 유발하고, 소집단별 원활한 프로젝트 수행이 될 수 있도록 소집단 활동의 관찰에 유의하여야 한다.

(5) 개인별 과제 수행의 결과는 학생 각자의 포트폴리오의 내용에 포함시켜 놓고 소집단별 보고서는 제출하도록 한다.

(6) 점수화할 때에는 개인별 수행 정도와 소집단별 보고서를 함께 평가하여 소집단활동과 개인 점수를 구분하여 부여토록 한다.

나. 수업 전개 과정

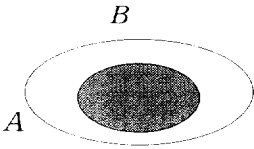
수업을 통하여 인지한 새로운 개념과 원리, 법칙 등을 적절한 예제와 함께 구성한 학습장을 정리하도록 한다. 학생 스스로 자신의 학습 상황을 기록함으로써 수업활동에 적극적인 참여를 유발하고 학습 결손을 예방할 수 있다. 학습장은 사용 중인 교과서를 중심으로 양을 최소화하고 필수학습 요소를 중심으로 A₄ 한 장 정도의 분량으로 제작하였으며(<표 5-1> 참조) 학습 목표를 인지하고 학습 내용과 연계한 예제 문항을 교과서에서 발췌함으로써 수업 시간 중에 교과서 예제와 문제에 관심을 갖고 해결하는 습관을 갖도록 하였다.

학습장은 교과서의 교사용 지도서([15])와 부산광역시교육청(2003)의 고등학교 1학년 심화·보충 학습지도 자료([18])를 활용하였다.

학습장 정리를 위한 자료를 제작을 위해서는 충분한 교재 연구가 이루어져야 하며 수업 시간 학생들이 해결할 수 있는 범위와 내용이 되도록 하여야 한다.

전체 학생을 대상으로 하는 교수-학습 과정에서는 개념, 원리, 법칙 등에 많은 시간을 활용하며 예제는 학생 개인별, 소집단별로 먼저 도전해 보도록 하고 결과를 확인하는 방법으로 발표 및 전체 학습을 진행한다. 학습장 정리는 빠짐 없는 학습내용의 정리와 예제 풀이를 중심으로 평가하며 학생 스스로 만들어 가는 것에 그 의미를 둔다.

<표 5-1> 학습장 정리

단원	I. 집합과 명제 1-1 집합 1. 집합의 포함관계에 대한 성질	학습일자
학습목표	집합의 연산법칙을 안다	200 년 월 일
【학습내용】 ■ 부분집합 두 집합 A, B에 대해 A에 속하는 모든 원소가 B에 속할 때, 집합 A를 집합 B의 부분집합이라 하고 기호 $A \subset B$로 쓴다.  ■ 서로 같다 두 집합 A, B에 대해 $A \subset B$이고 $B \subset A$일 때, 두 집합 A, B는 서로 같다고 하고, 기호 $A = B$로 쓴다. ■ 진부분집합 두 집합 A, B에 대해 $A \subset B$이고 $A \neq B$일 때, 집합 A를 집합 B의 진부분집합이라 한다. ■ 집합의 포함관계 1) $\emptyset \subset A, A \subset A$ 2) $A \subset B$이고 $B \subset A$이면 $A = B$ 3) $A \subset B$이고 $B \subset C$이면 $A \subset C$		【예제 문항】 [예제 1] 다음에서 옳지 않은 것을 모두 고르고, 그 이유를 말하여라. ① $\{a, b\} \subset \{b, c, d\}$ ② $\{a, b, c\} \subset \{a, b, c\}$ ③ $\{1\} \not\subset \{1, \{1\}\}$ ④ $\{1\} \subset \{1, \{1\}\}$ [예제 2] 두 집합 $A = \{2, a\}$, $B = \{x \mid x^2 = b\}$가 $A = B$를 만족할 때, $a + b$의 값을 구하여라. [예제 3] 다음 집합의 부분집합을 모두 구하고, 또 진부분집합을 말하여라. ① $A = \{a, b, c\}$ ② $B = \{x \mid x \text{는 } 8 \text{의 약수}\}$ [예제 4] 네 집합 A, B, C, D에 대하여 $A \subset B$, $B \subset C$이고 $C \subset D$이면, $A \subset D$임을 설명하여라. [예제 5] 집합 $A = \{a, b, c, d\}$의 진부분집합 중에서 원소 a, b를 포함하는 것을 모두 구하여라.

소집단별로는 서로 돌아가며 학습일지를 작성하도록 하여 소집단 협동학습을 활성화하고 학습내용에 대한 전체적인 공감대를 형성하고 서로 도와주도록 한다. 소집단 전체가 참여하여 수업 종료 후 기록될 수 있도록 하며 학생 개개인이 소집단 활동을 평가하도록 한다. 가능한 워드프로세서를 활용하여 기록하고 최종 파일을 제출하도록 한다.

<표 5-2> 모둠 학습일지

모둠 학습일지(예시)						
모둠 이름	수학하는 즐거움과 노력			No.	1	
일 시	2004년 3월 5일	작성자	학 번	10302	이 름	홍길동
학습 단위명	■ 대단원 : 1. 집합 ■ 소단원 : 1-1. 집합 1. 집합의 포함관계의 성질					
학습 목표	집합의 연산법칙을 안다.					
학습 활동	두 집합이 같다는 뜻을 말하고, 기호로 나타내 본다. 부분집합과 진부분집합의 뜻을 알고, 기호로 나타내 본다. 집합의 부분집합의 개수를 구한다.					
학 습 내 용 / 형 성 평 가	【학습 내용】 부분 집합 서로 같다 진부분집합 집합의 포함관계			【형성 평가】 기본문제 풀이 학생: 홍선자: 미해결 문제(2, 3, 5) 오답 문제(1) 심화문제 풀이 학생 : 홍선자: 미해결 문제(1, 3) 오답 문제(5)		
과 제	학습장 정리, 교과서 문제 풀이, 형성평가의 미해결 문제 도전					
질문 또는 미해결 문제	$A=\{0, 1\}$ 에 대하여 $2^A=\{X X\subset A\}$ 로 정의한다. 이 때, 2^A 의 부분집합을 모두 구하여라.					
모둠 활동 평가	모두가 열심히 노력하고 함께 문제를 해결하는 즐거운 시간 이었다.					

다음 <표 5-3>은 Borasi & Rose(1989)의 학습일지 작성의 잠재적인 효과를 정리·요약한 것이다([21]).

<표 5-3> 학습일지의 잠재적 효과

학생들이 일지를 쓸 때	· 학생들이 수학, 학습, 교육과정에 대한 느낌을 표현하고 반성할 때 수학 학습의 감정적 요소들에 대한 치료적 효과가 나타날 수 있다. · 쓰기가 새로운 탐구를 위한 자극을 주어, 학생들은 더 나은 이해를 해야 폭넓은 수학 내용을 배울 수 있다. · 학습한 내용을 명확하게 하고 반성하게 되어 문제 해결 능력이 향상될 수 있다. · 수학의 본질에 대한 신념이 명확해져서 적절한 관점으로 수학을 볼 수 있다.
교사가 학생의 일지를 읽을 때	· 일지를 통해 학생 개개인에 대한 정보를 얻어 적절한 평가와 교정을 할 수 있다. · 학습 과정에 대한 학생의 피드백에 즉각적으로 대처할 수 있다. · 학생, 학습, 교수에 대한 새로운 시각을 갖게 되어 장기적으로는 교수-학습 방법을 향상시킬 수 있다.
학생과 교사가 일지를 통해 대화할 때	· 학생이 일지에 표현한 질문, 제안 등에 교사가 직접 답함으로써 개별적인 교수를 할 수 있다. · 일지를 통해 교사와 학생간의 신뢰가 쌓여 친목적인 학습 분위기가 조성될 수 있다.

다. 형성평가 과정

형성평가는 수업과 학습의 진전 상황에 관한 정보를 수집하고 분석하여 수업 및 학습의 개선에 이바지하려는 데 그 목적이 있으며, 학습 진행의 속도를 조절하고 학습 동기 및 자신감을 갖게 하는데 효과가 있다. 학습과정을 평가하는 형성평가를 통하여 수업목표에 대한 학생들의 학습 진전 상황을 파악하며 수업 방법에 대한 개선 자료를 얻을 수 있다. 아울러, 학생들의 수학적 힘의 신장을 위하여 평가의 결과를 활용할 수도 있을 것이다. 평가의 목적을 위하여 학생들이 경험해야 하는 학습활동과 학습목표를 염두에 두어야 함은 선행되어야 할 일이다. 또한, 학생들이 할 수 있는 것과 생각하는 방법을 평가할 수 있도록 고

안해야 한다.

다음의 <표 5-4>와 <표 5-5>의 형성평가 문항은 학생들이 수업 중에 이루어진 학습 활동을 서술하고 자신의 능력에 알맞는 문제에 도전하도록 제작하였다.

이러한 형성평가 문제지는 10-가의 집합과 명제 외 2개 단원, 10-나의 평면좌표와 직선의 방정식 외 5개 단원을 작성하였다. 형성평가지 작성에는 전라북도교육청(2002)의 고등학교 1학년 수학 수준별 교수·학습 지도자료([22])와 내성고등학교(1999)의 수학과 성취 수준별 학습자료([9]), 부산광역시교육청(2000)의 기초학력 신장을 위한 수학과 교수-학습 지도자료([12]), 고등학교 1학년 수학 수준별 보충학습 지도자료([13], [14])를 참고하여 제작하였다. 소집단별로 문제를 해결하도록 하여 서로 정답을 비교하게 하여 일차적인 피드백이 이루어지도록 하였다. 기본문제는 교육과정에서 제시하고 있는 필수학습 요소를 포함하도록 제작되어야 하며, 각 시·도 교육청 발간자료를 활용하는 것도 한 방법이라고 본다.

학생들의 형성평가 결과를 단원별, 문항별로 기록하여 학생 개개인의 학습 결과를 수학적 힘의 신장을 위한 자료로 활용하여야 한다. 형성평가 문제는 문제해결 과정을 서술과 구술로 모두 확인하여 문제해결 능력뿐만 아니라 의사소통 능력도 향상될 수 있도록 한다. 더불어 많이 실패하는 문제에 대한 오류 원인을 발견하여 치료하도록 하며 학생들은 각자의 포트폴리오의 내용에 형성평가를 포함하여 정리하여 두고 수시로 점검을 받도록 한다. 형성평가의 결과는 학습의 진전 상황과 학과 학습 결손을 예방하는데 활용하도록 하고 점수화하는데 있어서는 어려운 문항의 해결과 문제해결의 양에 중점을 두지 않도록 하여야 한다. 도달 수준을 기본 문제나 심화 문제 중 한 가지로 하되 수준에 맞게 도전정신으로 해결할 수 있도록 격려한다. 형성평가의 결과에 대한 피드백에는 많은 시간이 소요되므로 교과재량활동 등 적절한 시간을 편성하여 이용하여야 하며 오답 및 풀이가 충분하지 못한 경우에는 개별 지도를 하도록 하여야 한다.

<표 5-4> 형성평가 기본문제

○○고등학교	I. 집합과 명제	3. 차집합과 여집합에	학 번	성 명
200 년 월 일	1-1. 집 합	대한 연산법칙		
학 습 활 동	구체적인 예를 사용하여 전체집합과 여집합의 뜻을 이해하고, 부분집합 A의 여집합 A^c, 두 집합 A에 대한 B의 차집합 $A-B$를 구한다. 차집합과 여집합에 관한 연산법칙이 성립함을 벤 다이어그램을 통하여 알아본다.			
【기본문제 1】 벤 다이어그램을 이용하여 다음이 성립함을 보여라. (1) $A-(A-B)=A\cap B$ (2) $(A\cup B)-(A\cap B)=(A-B)\cup(B-A)$ 【기본문제 2】 전체집합 U의 두 부분집합 A, B에 대하여 $[(A\cap B)\cup(A-B)]\cap B=A$가 성립할 때, 집합 A, B사이의 관계 중 옳은 것은? (단, $A\neq\phi, B\neq\phi$) ① $A\subset B$ ② $B\subset A$ ③ $A\cap B=\phi$ ④ $A\cup B=U$ ⑤ $B-A=\phi$ 【기본문제 3】 두 집합 $A=\{1,2,3,4\}$, $B=\{3,4\}$에 대하여 $A\cap X=X$, $(A-B)\cup X=X$를 만족시키는 집합 X의 개수는 몇 개인가? ① 64 ② 32 ③ 16 ④ 8 ⑤ 4 【기본문제 4】 전체집합 U의 두 부분집합 A, B에 대하여 $(A-B)\cup(A\cap B)$를 간단히 하면? ① U ② A ③ B ④ $A\cup B$ ⑤ ϕ 【기본문제 5】 전체집합 $U=\{x\mid 1\leq x\leq 100, x\text{는 정수}\}$의 두 부분집합 A, B가 $A=\{x\mid x\text{는 2의 배수}\}$, $B=\{x\mid x\text{는 3의 배수}\}$일 때, $(A-B)\cup(B-A)$의 원소의 개수는 몇 개인가? ① 51 ② 50 ③ 49 ④ 48 ⑤ 47				

<표 5-5> 형성평가 심화문제

○ ○ 고등학교	I. 집합과 명제	3. 차집합과 여집합에	학 번	성 명
200 년 월 일	1-1. 집 합	대한 연산법칙		
학 습 활 동	구체적인 예를 사용하여 전체집합과 여집합의 뜻을 이해하고, 부분집합 A의 여집합 A^c, 두 집합 A에 대한 B의 차집합 $A-B$를 구한다. 차집합과 여집합에 관한 연산법칙이 성립함을 벤 다이어그램을 통하여 알아본다.			
【심화문제 1】 전체집합 U의 두 부분집합 A, B에 대하여 $A*B=(A\cap B)\cup(A\cup B)^c$이라고 정의할 때, 다음 중에서 항상 성립한다고 할 수 없는 것은? (단, $U\neq\emptyset$) ① $A*U=U$ ② $A*B=B*A$ ③ $A*\emptyset=A^c$ ④ $A*B=A^c*B^c$ ⑤ $A*A^c=\emptyset$				
【심화문제 2】 다음은 전체집합 U의 두 부분집합 A, B에 대하여 $A-B=\emptyset$이면 $A\subset B$임을 증명한 것이다. -----> 다 음 <----- $A=A\cap U=A\cap(B\cup \text{가})=(A\cap B)\cup(A\cap B^c)=(A\cap B)\cup(\text{나})=(\text{다})$ 그런데 $(\text{다})\subset B$이므로 $A\subset B$ ----- 위의 증명과정에서 가, 나, 다에 알맞은 것을 순서대로 넣으면? ① $B^c, \emptyset, A\cap B$ ② $A^c, \emptyset, A\cap B$ ③ $B, \emptyset, A\cup B$ ④ $B^c, U, A\cup B$ ⑤ $A, U, A\cap B$				
【심화문제 3】 정수 a, b의 차가 5의 배수일 때, $a\equiv b$로 나타내기로 하자. 집합 $S=\{0, 2, 4, 6\}$에 대하여 집합 $A=\{x\mid x^2\equiv 1, x\in S\}$로 정의할 때, A의 모든 원소의 합을 구하면 얼마인가? ① 7 ② 8 ③ 9 ④ 10 ⑤ 11				
【심화문제 4】 전체집합 $U=\{x\mid 1\leq x\leq 9, x\text{는 자연수}\}$의 두 부분집합 $A=\{3, 4, 7, 8\}, B=\{1, 2, 3, 4, 5\}$에 대하여 $A\Delta B=(A-B)\cup(B-A)$로 정의할 때, 집합 $A\Delta(A\Delta B)$의 모든 원소의 합을 구하면 얼마인가? ① 5 ② 7 ③ 10 ④ 13 ⑤ 15				
【심화문제 5】 자연수 k에 대하여 $A_k=\{x\mid x\text{는 }k\text{의 배수}\}$라 할 때, 다음 중 옳은 것을 모두 고르면? ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ				

<표 5 6> 형성평가 점검표

I. 집합과 명제 형성평가지 점검표					
200 년 월 일		작성자 :			

라. 단원 정리과정

단원을 정리하는 과정에서는 단원의 학습결과에 대한 총괄평가가 이루어지도록 하며 교사가 제작한 총괄평가 문항에 대한 제한시간 평가를 실시하도록 한다. 예고된 단원 총괄평가가 실시되기 전에 학생들은 스스로 단원 문제를 15문항 정도 직접 제작하도록 하며 더불어 소집단별로 구성원들이 만든 문항을 갖고 토의를 통하여 구성원의 학습 정도와 수준 등을 고려하여 단원평가지를

25문항 정도로 제작하여 제출한다.

단원 평가지 제작에는 특정한 교재나 제한된 수준을 제시하지 않으며 학생들 스스로 구성하며 단원에서 학습한 개념, 원리와 법칙 등을 포함한 문제로 다른 학생들의 문항 제작에 대해서 개방적인 태도를 갖도록 한다. 소단원별로 최소 1문항 이상을 제작하여 특정 부분에 집중되지 않도록 한다. 소집단 단원평가지 제작에 필요한 시간은 교과 재량 활동시간을 활용하도록 하며 평가지를 제출할 때에는 소집단 구성원 모두가 문제를 풀이하여 함께 제출하도록 한다.

다음의 <표 5-7>과 <표 5-8>은 각각 소집단별 단원평가지와 개인별 단원평가지를 예시로 작성한 것이다.

<표 5-7> 소집단별 단원평가지

2004학년도 2004년 월 일	I. 집합과 명제 제 1학년 반	단원 평가 모둠명 :
1. 문제는 아래와 같이 해당 소단원을 적고 문제를 기술한다. 2. 문제는 단답형 또는 오지선택형으로 만든다. 3. 문제는 I 단원의 내용이면 자신이 공부한 어떤 형태의 문제든지 제한 없이 포함될 수 있다. 4. 문항은 20문항 이상으로 구성한다. 5. 모둠은 문제지와 구성원 모두의 풀 이를 함께 제출한다.		
【집합의 포함관계에 대한 성질】 1. 정답 : _____		
【합집합과 교집합에 대한 연산법칙】 2. ① ② ③ ④ ⑤		

<표 5-8> 개인별 단위평가지

2004학년도 I. 집합과 명제 단위 평가(서술형)			
2004년 월 일		제 1학년 반 번호: 이름 :	
선생님이 해주고 싶은 이야기		점 수	
1. 집합 $A = \{x^2 \mid -3 \leq x < 3, x \text{는 정수}\}$ 의 부분집합의 개수와 진부분집합을 구하여라. 2. 두 집합 $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, $B = \{1, 2, 3, 4\}$ 에서 $X \subset A$ 이고, $n(X \cap B) = 3$ 을 만족하는 집합 X 의 개수를 구하여라. (단, $n(A)$ 는 집합 A 의 원소의 개수) 3. 전체집합 U 의 두 부분집합 A , B 에 대하여 $(A \cup B) \cap (B - A)^c = A \cap B$ 일 때, $A - B^c$ 을 간단히 하여라. 4. 자연수 전체의 집합에서 n 의 배수의 집합을 A_n 으로 나타낼 때, $A_k \subset (A_2 \cap A_3)$ 을 만족하는 자연수 k 의 최소값을 구하여라. 5. 다음 명제의 역, 이, 대우를 말하고 참과 거짓을 판별하여라. $x < 1$ 이고 $y < 1$ 이면 $x + y < 2$ 이다.	6. 전체집합 U 의 두 부분집합 A , B 에 대하여 다음 중 $B \subset A$ 이기 위한 필요충분조건이 아닌 것은? (단, $U \neq \emptyset$) ① $A^c \subset B^c$ ② $A \cap B = B$ ③ $A \cup B = A$ ④ $B - A = \emptyset$ ⑤ $A \cup B^c = \emptyset$ 7. 두 명제 $p \rightarrow q$ 와 $q \rightarrow \sim r$ 가 모두 참일 때, 다음 <보기>의 명제 중에서 반드시 참인 것을 모두 고르시오. -----> 보 기 <----- I. $\sim q \rightarrow \sim p$ II. $r \rightarrow \sim q$ III. $p \rightarrow \sim r$ IV. $q \rightarrow p$ V. $q \rightarrow r$ ----- 8. $2x^2 + ax - 1 \neq 0$ 가 $x - 1 \neq 0$ 이기 위한 충분조건일 때, 실수 a 의 값을 구하여라.		

마. 교사용 포트폴리오

수학적 힘의 신장은 수학교과에 대한 성향과 태도 등의 정의적 영역도 중요한 평가 분야이다. 따라서 학생들의 학습상황 및 태도 등을 추가적으로 기록한 자료를 평가의 증거자료로 활용할 수 있다.

다음의 <표 5-9>는 정의적 영역의 평가를 위한 체크리스트를 나타낸 것이다([30]).

<표 5-9> 정의적 영역 평가 체크리스트

체 크 리 슷					
관찰(면담)요목		학생1	학생2	학생3	학생4
흥미와 호기심	수학에 상당한 흥미와 호기심을 가지고 있다 수학 시간에 적극적이다 수학 문제 푸는 것을 좋아 한다				
자신감과 의지	수학 문제를 자신 있게 풀이 한다 어려운 수학문제도 두려워하지 않는다. 문제 풀이 결과에 자신 있어 한다				
과제집착력 과 끈기	시간이 오래 걸려도 주어진 문제를 끝까지 풀이 한다 교사에게 질문하거나 친구에게 물어봄으로써 모르는 문제를 알려고 노력한다				

소집단 협동학습이 보편적인 교수-학습 과정이 되었으며 문제해결에 있어서 협력과 협동 및 의사소통이 변화하는 사회에서 요구하는 중요한 능력이 되었다. 교사는 소집단 활동에 대한 평가방법 및 자료를 수집하여야 한다. 가장 보편적인 방법은 소집단 전체에 대한 평가와 그 구성원 개개에 대한 평가를 병행하는 방식이다.

<표 5-10> 소집단 활동평가지

모둠활동 평가지					
모듬이름	노력하는 수·사·모				
평가항목	수학사, 수학이야기	구성이 적절하며 노력이 돋보임			⑤ ④ ③
	학습일지	꾸준하고 성실하게 기록하였으며 내용이 충실함			⑤ ④ ③
	단원평가지	평가 내용과 문항 수, 문항 수준이 적절하였음			⑤ ④ ③
모듬 구성원	학 번	이 름	개별활동(2)	동료 평가(3점)	최종 점수
			상, 중, 하	적극(), 보통(), 미흡()	
			상, 중, 하	적극(), 보통(), 미흡()	
			상, 중, 하	적극(), 보통(), 미흡()	
			상, 중, 하	적극(), 보통(), 미흡()	

소집단 평가의 경우 평가항목별 서술과 그 정도를 척도 평정을 통하여 점수화하고 개인별 평가에서 개별 활동은 교사가, 동료 평가는 구성원의 모든 학생들이 다른 학생들의 활동에 대하여 해당 항목에 기록하도록 한다. 소집단 활동의 평가지는 평가가 시작되기 전에 공개하여 구성원들이 협동학습 및 공동 프로젝트 등에 적극적으로 참여하도록 한다.

교사용 포트폴리오에는 학생들이 갖추어야 하는 포트폴리오의 내용을 미리 작성하여 구성하도록 하며 평가방법에 대한 계획서를 포함하여야 한다.

(1) 단원별 관련 수학자나 수학이야기를 찾아 정리하도록 하며 소집단별로 제출한 보고서를 포함하게 한다.

(2) 학생들이 정리하게 될 학습장 정리 자료를 작성하여 구비하여야 한다.

(3) 수업과정 중에 실시할 수준별 형성평가를 제작하여 구비한다.

(4) 단원별 총괄평가를 제작하여 포트폴리오에 포함하며 소집단별 제작한 총괄평가지와 구성원 모두가 풀이한 결과물을 보관한다.

(5) 수시로 확인한 모듬 학습일지를 포함한다.

(6) 학생 개개인의 포트폴리오 평가지와 관찰 체크리스트, 모듬별 활동평가지

등 각종 평가결과를 구분하여 포함한다.

위의 6가지 포트폴리오 내용은 구분하여 정리하는 최소 포트폴리오이며, 학생 개개인의 수학적 힘을 파악하고 신장시키는데 필요한 자료는 많으면 많을수록 바람직할 것이다.

바. 포트폴리오의 보관

학생들의 학습 활동 결과물(각종 보고서, 일지 등)의 보관을 위한 공간의 부족과 보존의 한계성을 극복하는 방안으로 홈페이지 활용을 대안으로 생각할 수 있다. 교사는 학생들의 수학 교육 활동의 결과물을 PDF파일 또는 그림파일 등으로 바꾸어 홈페이지의 반별-소집단별 공간에 저장하여 수시로 자신들의 결과물을 열람할 수 있도록 함으로써 보관 및 보존이 용이하고 다른 집단과의 비교도 가능하도록 할 수 있다. 또한, 학생 개개인의 수학 능력을 중, 소단원 별로 기록하여 데이터베이스로 저장하거나 스프레드시트를 활용한 통계 처리를 한다면 학생들의 수학적 힘을 분석적으로 판단하고 신장시키는데 매우 유용할 것이다.

홈페이지에는 학습 활동 게시물(학습장, 형성평가지 등)과 소집단별 조사, 탐구 활동 결과물, 그리고 학생들의 단원별 문제지를 게시하였다. 나아가 학생들이 직접 활동한 학습장과 형성평가지의 문제 풀이도 홈페이지에 공개 하여 문제 해결 과정을 학생들이 서로 비교하여 확인할 수 있도록 하였다.

VI. 결론 및 제언

6.1. 결론

지금까지의 사회 변화가 양적인 측면에서 변화를 가져왔다면 현재의 사회 변화는 질적인 측면에서도 많은 변화를 예고하고 있다. 지식과 정보는 인간이 감당하지 못할 만큼 넘쳐나고 있다. 따라서 단편적인 지식과 기술을 전수하는 교육방식과는 다른 교육 방법이 필요한 시점이다. 학생들은 스스로 지식을 찾고 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 하며 다른 사람들과의 의사소통 능력 또한 한층 더 중요하게 되었다.

최근 수학교육에도 변화가 일어나고 있다. 교사의 도움을 받아 학생 개개인이 가능한 한 스스로 수학 지식을 구성하고, 다양한 수학적 방법을 효과적으로 사용하는 능력을 기르며, 자신감과 성향을 개발하도록 도와주는 것이 수학교육의 관심 영역이 되었다. 미국의 수학 교육과정과 평가의 새로운 방향을 논의한 바 있는 NCTM은 종합적인 수학적 능력에 대한 평가뿐만 아니라, 학습 지도나 내용, 교육과정에까지 반영하는 통합적인 평가의 역할을 강조하고 있다. 단순히 무엇을 모르는가를 평가하고 학생들 간의 석차와 점수에만 근거하는 평가에서 학생들의 성취도, 교육과정, 수업에 관한 정보를 체계적으로 수집하여 평가하는 방향으로 변화하고 있다.

우리나라에서도 제 7차 교육과정의 적용으로 학습내용, 교수-학습 방법의 변화와 평가기준의 변화가 이루어지고 있다. 현행 교육과정에서 표방하고 있는 수학과 목표는 수학적 힘의 신장으로 제 6차 교육과정의 문제해결력의 신장보다 폭넓은 개념이다. 정보화 사회에서는 수학을 사용한 정보를 이해하는 능력, 얻어진 정보가 타당한지를 판단하는 능력, 수학을 사용한 정보를 다른 사람과 직접 또는 정보통신기기를 통해 교환하는 능력, 실생활이나 다른 교과 영역에서 수학적 지식을 사용하여 문제를 구성하고 해결하는 문제해결력 등의 수학적 힘을 필요로 한다. 수학적 힘은 탐구하고 예측하며 논리적으로 추론하는 능력,

수학에 관한 또는 수학을 통한 정보교환 능력, 수학 내에서 또는 수학과 다른 학문적 영역 사이의 아이디어를 연결하는 능력, 문제해결이나 어떤 결정을 내려야 할 때 수량과 공간에 관한 정보를 찾고 평가하고 사용하려는 성향과 자신감을 포함하는 것으로 인지적인 측면과 정의적인 측면을 모두 포괄하는 것이다.

수학적 힘을 기르기 위해서는 수학의 기본 지식을 이해하고, 추론 능력과 문제 해결력을 기르며 과학기술이나 인쇄 매체를 통한 수학적 정보를 교환하는 학습, 사고의 유연함, 인내, 호기심, 창의력을 길러주는 다양한 교수-학습 방법들이 필요로 한다. 이에 따라 평가의 방향도 변하고 있는데 얼마나 많은 개념이나 정보를 가지고 있느냐 뿐만 아니라 정보를 주어진 상황에 얼마나 잘 적용할 수 있으며, 수학적 언어를 사용하여 주어진 상황이나 아이디어를 얼마나 의사소통을 잘 할 수 있는지에 대한 평가가 강조되고 있다. 창의적 사고를 요구하는 상황을 잘 처리할 수 있는지, 정보를 통합하고 의미 있게 만들 수 있는지를 평가하여야 한다. 더불어 수학적 성향과 수학의 가치를 이해하는지를 평가하여야 한다.

수학교과에서 새롭게 제시된 평가내용의 성취도를 파악하기 위한 평가 방법으로 학생들 개개인의 수학적 능력과 특성을 종합적으로 이해하고 평가하는 수행평가가 활용되고 있다. 그러나 고등학교 수행평가의 실태를 분석한 여러 자료를 조사해 본 결과 수행평가가 그 본질적인 의미를 벗어나 교과 성적의 20~40% 정도를 반영하고 있으며, 평가내용도 매우 흡사한 형식적인 평가로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 따라서 이 논문에서는 수행평가 항목으로 널리 사용되고 학생들이 선호하는 평가방법인 노트 정리, 과제 학습, 태도 등을 포트폴리오 평가 방식으로 계획하여 학생들의 수학 학습 전 과정을 통하여 수학적 힘을 평가하는 대안으로 제시하고자 하였다.

수업시간에 학습한 내용에 대하여 학습장을 만들어 수학적 개념을 이해하고 기호 사용을 익히며 예제를 직접 풀어보게 함으로써 문제해결을 위한 기초능력을 기르게 하였으며, 칠판에 가득 적힌 내용을 노트에 받아 적는 방식의 정리방법보다는 교육과정에서 요구하는 학습목표에 따라 학생 스스로 학습장을 꾸며갈 수 있도록 제시하고 필수 학습과제를 예제 형식으로 구성하였다. 아울러, 교실 수업을 통한 수학 학습활동에 학생들이 함께 참여하고 적극적인 활동을 할

수 있는 기초적인 과정으로 삼았다.

학습자의 수준을 고려하여 학습 주제별로 기본, 심화과정의 형성평가지를 4~6문항으로 만들어 활용하고 학습일지를 통하여 학습한 내용과 소집단 협력학습의 과정과 결과를 기록하게 함으로써 문제해결 능력을 신장시키고 협동하여 문제를 해결하는 과정을 경험할 수 있도록 하였다. 더불어 단원에 해당되는 내용을 조사하여 소집단간의 의사소통이 활발히 이루어질 수 있도록 하였다. 소집단별로 단위 총괄평가를 구성하고, 교사가 제시하는 서술형 문제를 해결하면서 종합적인 사고력을 증대시키고자 하였으며, 교사의 학생에 대한 조인도 서술할 수 있도록 하였다. 소집단간의 총괄평가를 서로 교환하여 문제를 해결하는 모습을 보여 주었으며, 이에 따라 문제해결을 위한 적극적인 자세가 형성되었다.

포트폴리오 평가에는 물리적, 시간적 제한이 있으나 홈페이지를 활용한 학습 결과물의 저장으로 평가의 물리적, 시간적 제한을 극복할 수 있으므로 평가의 확산에 큰 도움이 되리라 생각한다.

몇 가지 평가항목만으로 수학적 힘을 평가하기에는 미흡할지도 모르나 교사와 학생 모두가 포트폴리오 평가 방법을 많이 접하고 있으므로 교육목표에 부합되는 평가방법으로 활용할 수 있을 것으로 생각한다. 포트폴리오 평가는 현재의 교수 학습 과정에서 제기되는 문제점들을 해결하기 위해 실천이 뒤따르는 평가이며, 학습지도 계획 단계부터 평가에 이르는 전체 교육과정에 걸쳐 많은 영향을 줄 수 있으리라 생각한다. 학생들의 수학적 힘의 신장을 위한 교수-학습 방법의 개선과 이에 따른 평가 방법의 변화가 절실히 요구됨에도 불구하고, 학습 방법과 평가 방법의 변화가 두드러지게 나타나지 못하고 있음은 수학적 힘이라는 목표가 너무 크게 보이기 때문이라 생각한다. 학생 스스로 문제를 찾고 혼자, 또는 소집단별로 문제를 해결할 수 있도록 도와주는 평가 방법으로의 변화가 학생들의 수학적 힘을 키워줄 수 있으며 학교 수업의 방식도 변화시킬 수 있을 것으로 생각한다.

6.2. 제언

- 포트폴리오 평가를 직접 적용해 본 결과로서 다음의 사항을 제언하고자 한다.
- 첫째, 포트폴리오 평가는 수학적 힘의 신장을 위한 수행평가의 한 방법으로 생각되나 수행평가와 동일하게 활용될 수 있을 것이다. 다양한 수학적 능력을 포괄하는 형태로 구성되어야 하며 단위별, 기간별로 유연하게 구성하여 평가항목 및 방법이 교수-학습 상황에 따라 능동적으로 변할 수 있어야 한다.
- 둘째, 포트폴리오 평가는 절대적으로 학생의 의견과 능력을 반영하여 계획되어야 한다. 학생들이 감당할 수 있는 내용이 되어야 하며 교사중심의 포트폴리오 평가는 과거의 수행평가와 같이 형식과 결과물 위주의 평가로 편중되기 쉽기 때문이다.
- 셋째, 형성평가지, 단위별 서술형 총괄평가지 등의 학습 자료는 각 시·도 교육청의 개발 자료를 적극 활용하여 문항 개발로 인한 시간의 소비를 줄여야 한다. 교육 자료를 개발하는 모든 기관에서는 교수-학습 과정에 적용될 수 있는 최적화된 자료개발을 위해 연구하여야 하며, 교사들은 이를 적절히 가공하거나 그대로 활용하여도 좋을 것이다.
- 다섯째, 학생들은 자신들이 수행한 모든 결과물에 대하여 즉각적인 피드백을 원하므로 학생들의 포트폴리오 결과물에 대한 조언과 격려의 글을 자주 기술하도록 하여야 한다.
- 여섯째, 포트폴리오 평가기준을 교사와 학생이 함께 정하고 자세하게 설명함으로써 평가의 객관성을 최대한 확보하여야 한다. 그러나 지나치게 점수화만을 생각하여 교사와 학생 모두 부담을 갖거나 단편적인 경향의 평가가 되지 않도록 하고 수학적 힘의 신장을 위한 목적에 부합되는 학생개개인의 능력을 신장시키는데 적극 활용하는 자료로써 비중을 두어야 한다.

참고 문헌

- [1] 강옥기(2000), *수학과 학습지도와 평가론*, 서울: 경문사.
- [2] 교육부(1997), *제 7차 수학과 교육과정*, 서울: 교육부.
- [3] 교육부(1998), *수행평가의 이해*, 서울: 교육부.
- [4] 김석우, 김명선, 강태용, 정혜영(2000), *포트폴리오 평가의 이론과 실제*, 서울: 학지사.
- [5] 김연식, 정영옥(1997), *Freudenthal의 수학적 학습-지도론 연구*, 대한수학 교육학회 대한수학교육학회논문집, 제 7권 제 2호, pp. 1~23.
- [6] 김연식, 박영배(1996), *수학 교수·학습의 구성주의적 전개에 관한 연구*, 대한 수학교육학회 대한수학교육학회논문집, 제 6권 제 1호, pp. 91~110.
- [7] 나광균(2000), *수학과 수행평가 실시에 따른 실태 분석과 개선 방안 연구 - 고등학교를 중심으로 -*, 한양대학교 석사학위논문.
- [8] 남승인(2000), *수학교육에 있어서의 구성주의*, 서울: 교육마당21.
- [9] 내성고등학교(1999), *수학과 성취 수준별 학습 자료*, 부산 : 내성고등학교.
- [10] 박도순, 홍후조(2003), *교육과정과 교육평가*, 서울: 문음사.
- [11] 박배훈, 류희찬, 이대현(2000), *수학교육에서 포트폴리오 평가 방법에 관한 연구*, 한국교원대학교 교수논총, 16(1), 85~101.
- [12] 부산광역시교육청(2000), *기초학력 신장을 위한 수학과 교수-학습 지도자료*, 부산: 부산광역시교육청.
- [13] 부산광역시교육청(2004), *고등학교 1학년 수학 수준별 보충학습 지도자료 기본형*, 부산: 부산광역시교육청.
- [14] 부산광역시교육청(2004), *고등학교 1학년 수학 수준별 보충학습 지도자료 심화형*, 부산: 부산광역시교육청.
- [15] 부산광역시교육청(2003), *고등학교 1학년 수학 심화·보충 학습 지도 자료*, 부산: 부산광역시교육청.
- [16] 백순근(1998), *수행평가의 이론과 실제*, 서울: 원미사.
- [17] 성은경(1999), *포트폴리오 평가를 위한 평가절차의 구안*, 부산대학교 석사 학위논문.

- [18] 양승갑 외 8명(2002), *수학10-가,나 교사용 지도서*, 서울: 금성출판사.
- [19] 우정호, 강문봉(1993), *Lacatos 수리철학의 교육적 연구*, 대한수학교육학회 대한수학교육학회논문집, 제 3권 제 2호, pp. 1~16.
- [20] 이명희, 송상현(2002), *초등학교 수학과 수업에서 포트폴리오의 활용 가능성과 그 적용 방안에 관한 연구*, 한국수학교육학회지 학교수학, 제 4권 제 3호, pp. 331~346.
- [21] 이종희, 김선희(2002), *수학적 의사소통*, 서울: 교우사.
- [22] 전라북도교육청(2002), *고등학교 1학년 수학 수준별 교수·학습 지도 자료*, 전북: 전라북도교육정보과학원.
- [23] 전라북도교육청(2003), *교실 수업 개선을 위한 고등학교 수학과 교육과정 운영자료*, 전북: 전라북도교육청.
- [24] 정진곤(2004), *2004학년도 교육 CEO 정보화 직무연수 교재*, 부산: 부산광역시 교육연구정보원.
- [25] 조한무(1998), *수행평가를 위한 포트폴리오 평가*, 서울: 교육과학사.
- [26] 최호성(1997), *수행평가: 닫힌 평가에서 열린 평가로의 전환*, 서울: 교육과학사.
- [27] 최승현, 황혜정, 신향균(2002), *수학과 성취기준과 평가기준 및 예시 평가 도구 개발 연구 - 국민공통교육기간을 중심으로*, 한국수학교육학회지 수학교육학연구, 제 12권 제 1호, pp. 145~162.
- [28] 한국교육평가원(1996), *수행평가의 이론과 실제*, 서울: 한국교육평가원.
- [29] 황혜정(2003), *수학과 수행평가에 관한 이해와 혼돈 - 최근 국내 논문 분석을 중심으로 -*, 한국수학교육학회지 시리즈A 수학교육, 제 42권 제 2호, pp. 159~ 176.
- [30] 황혜정 외 5명(2003), *수학교육학 신론*, 서울: 문음사.
- [31] 허상기(2004), *고등학교 수학과 수행평가 실태 분석과 개선방안에 관한 연구*, 부경대학교 석사학위논문.
- [32] NCTM, 구광조, 오병승, 류희찬 역(1992), *Assessment standards for school mathematics* Reston, VA: NCTM, *수학교육과정과 평가의 새로운 방향*, 서울: 경문사.

[수학 학습 및 평가에 대한 설문지]

■ 수학의 필요성

1-1. 수학은 자연과학과 사회과학의 발전에 밑거름이 되고 있으며 사고력을 증진시키고 합리적인 사회정신에 기여한다고 합니다. 이에 동의합니까?

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 모르겠다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 절대 그렇지 않다

1-2. 자신의 진로(대학 희망학과)와 미래에 갖고 싶은 직업과 관련하여 수학교과가 얼마나 필요하다고 생각합니까?

- ① 매우 필요하다 ② 필요하다 ③ 보통이다
④ 필요하지 않다 ⑤ 거의 필요 없다

1-3. 1번과 2번 설문의 ④ 또는 ⑤항에 답하였다면, 수학교과를 공부하는 이유는 무엇입니까? <④, ⑤ 이외에 답을 한 사람은 기재하지 마세요>

- ① 학교 수업시간에 있는 교과이므로 ② 다른 친구들이 공부하니깐
③ 대학입학시험 교과이므로 ④ 그냥 아무 생각이 없다.
⑤ 기타()

■ 수학교과 학습방법

2-1. 수학 공부(학교 및 학원 수업 모두 포함)는 하루에 몇 시간 정도 하나요?

- ① 거의 하지 않는다. ② 1시간 ③ 2시간 ④ 3시간 ⑤ 4시간 이상

2-2. 수학 공부는 주로 어떤 방법을 사용하나요?

- ① 학원 수강 ② 과외 학습 ③ EBS 청취 ④ 인터넷 강의
⑤ 스스로 ⑥ 기타()

2-3. 자기 혼자 스스로 수학을 공부하는 시간은 일주일에 몇 시간 정도입니까?

- ① 혼자서는 거의 하지 않는다 ② 2시간 ③ 3시간 ④ 4시간
⑤ 5시간 이상

2. 4. 학교의 수학 수업에서 일일과제와 공부한 내용을 매일 점검하여 주는 수학 수업에 대하여 어떻게 생각합니까?

- ① 학습 범위를 맞추어 나가기에 너무 힘들다.
- ② 학습 방법을 따라가기에 조금 벅차다.
- ③ 수준을 조금만 낮추거나 내용을 줄이면 좋은 방법이다.
- ④ 형식적인 공부가 아니라 내용과 깊이 있는 공부가 가능한 방법이다.
- ⑤ 소규모 학생모임(15 ~ 20명)에 매우 적합한 방법이다.

■ 수학에 대한 자기 인식

3 1. 나는 수학교과에 관심과 흥미를 갖고 있다.

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 모르겠다 ④ 그렇지 않다
⑤ 절대 그렇지 않다

3. 2. 나는 수학교과에서 좋은 성적을 얻을 자신이 있다.

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 모르겠다 ④ 그렇지 않다
⑤ 절대 그렇지 않다

3-3. 나는 수학선생님으로부터 수학교과에 대한 능력을 인정받고 있다고 생각한다.

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 모르겠다 ④ 그렇지 않다
⑤ 절대 그렇지 않다

■ 수학과 수행평가

4-1. 수학교과에서 수행평가 반영비율은 어느 정도가 적당하다고 생각합니까?

- ① 20% ② 30% ③ 40% ④ 50% ⑤ 반영하지 않는다

4 2. 중·고등학교에서 경험한 수행평가 중 가장 좋았던 형태는 무엇입니까?

- ① 주관식(서술형) 평가 ② 주제(수학사, 수학자) 관련 연구조사
③ 포트폴리오(노트정리 및 학습 결과물 정리) 평가
④ 마인드맵(자유 구상 그림 등) ⑤ 소집단 공동 프로젝트
⑥ 기타 ()

4-3. 학습 결과(과제, 지필 평가 등)에 대한 선생님의 조언이나 지도를 받는다면
어떨까요?

- ① 선생님의 조언과 지도에 따라 수학 공부를 잘 할 수 있을 것이다.
- ② 선생님의 관심과 정성에 감사할 것이다.
- ③ 수학교과에 관심과 애정을 더 가질 수 있을 것이다.
- ④ 자신의 부족한 부분을 잘 파악하여 수학 학습에 도움이 될 것이다.
- ⑤ 선생님의 조언과 지도내용에 관심이 없을 것이다.
- ⑥ 제출하고 다시 받지 않을 것이다.

4-4. 자신의 수학교과 수행평가에 대한 관심 및 참여도는 어떻습니까?

- ① 관심이 많으며 적극 참여하고 있다.
- ② 관심은 없으나 참여는 잘 하고 있다.
- ③ 관심은 있으나 참여가 잘 되지 않는다.
- ④ 관심이 없으며 참여하지도 않는다.
- ⑤ 기타()

4-5. 수행평가 방법 중 포트폴리오 평가에 대하여

- ① 포트폴리오 평가에 대하여 알지 못한다.
- ② 알고는 있으나 경험한 적이 없다.
- ③ 공부한 내용을 모두 보관, 정리할 때, 자신의 노력에 대한 뿌듯함이 느껴진다.
- ④ 선생님의 지도와 부족한 학습 내용에 대한 조언으로 수학교과에 관심이 생긴다.