

## 초등학교 수학 교실에서의 열린 교육 실천을 위한 포트폴리오 평가와 사례

김 수 환<sup>1)</sup>

포트폴리오 평가란 하나 이상의 주제나 문제에 대한 해결 과정을 모두 기록함과 아울러, 이들에 대한 반성적 자기 평가 결과들을 모아둔 것으로, 이를 통해 학생들은 자기 자신의 변화 과정을 알 수 있고 자신의 장점이나 약점, 성실성 여부, 잠재 가능성 등을 스스로 인식할 수 있다. 그리고, 교사들은 학생들의 과거와 현재의 상태를 쉽게 파악할 수 있을 뿐 아니라 앞으로의 발전 방향에 대한 조언을 할 수 있다. 포트폴리오 평가는 결과만을 중시하는 평가 방법이 아니라 과정 중심 평가 또는 과정과 결과의 통합 평가의 한 대안적인 방법으로 학습자의 자아실현을 위한 발달의 잠재적 가능성을 키워주는 중요한 도구로 이용될 수 있다.

### I. 서 론

현재 초·중·고등학교의 진학률은 90%를 넘어, 양적인 측면만으로 본다면 공교육의 대국민 서비스가 많이 개선되었다고 볼 수 있다. 이제 그 질적인 측면을 고려하지 않을 수 없다. 이러한 노력의 일환으로 학습자의 개인차와 능력을 고려한 수준별 교육과정의 마련을 위한 노력이 진행되고 있을 뿐 아니라, 현재의 상황하에서라도 열린교육의 실천이 중요하다는 주장들이 대두되고 있다. 그러나 수학 교과와 그 위계성이 문제가 되어 열린 교육은 어떻게 수행하여야 할 지에 대한 방향을 제대로 제시해주지 못한 것도 사실이다. 또한 프로젝트 수업 등의 열린 교육을 수행하였다 할지라도 그 평가 방법에 대한 구체적인 방향을 제시한 사례가 많지 않다. 따라서 본고에서는 포트폴리오 평가를 이용한 프로젝트 수업의 평가에 대한 검토와 아울러 그 구체적인 적용의 사례를 제시함으로써 열린 교육의 실현 가능성을 모색해볼 것이다.

학생 평가를 전제로 할 때, 평가의 유형을 정리해보면, 결과 중심 평가, 과정 중심 평가, 과정과 결과의 통합평가 등으로 분류할 수 있으며, 그 동안 지나치게 결과 중심 평가에 의존해왔다고 볼 때, 과정 중심 평가와 과정과 결과의 통합 평가로의 그 새로운 방향의 전환이 요망된다. 초등학교에서 석차나 '수, 우, 미, 양, 가' 와 같이 상대평가에 의한 등급화 방식은 이미 사라졌다. 대신에 평가에 의해 학습자의 자아실현을 위한 발달의 잠재 가능성을 찾아서 키워주는 노력은 아끼지 말아야 한다. 이는 복잡하고 다변하는 고도의 정보화 사회인 현실과 미래사회에서 누구나 가치있는 삶을 영위하도록 하기 위한 창의적 문제해결력을 신장시키는 중요한 방책이기 때문이다.

1) 청주 교육 대학교 ([361-150] 충북 청주시 흥덕구 수곡동 135)

## II. 포트폴리오 평가

### 1. 정의 및 특성

배종수와 서혜애(1995)는 여러 학자들의 정의를 고찰한 후 교육 현장에서의 포트폴리오를 '학습자가 학습한 내용에 대한 학습자 스스로의 반성, 학습 내용에 있어서의 향상에 대한 증거, 학습자의 학습 성향의 장단점을 보여주는 학습자 개인의 학습 자료의 총괄된 수집물'로 정의하고 있다. 하나 이상의 주제나 문제에 대한 해결 과정을 모두 기록하고 반성적 자기 평가 결과들을 모아둔 포트폴리오 평가에 의해 학생들은 자기 자신의 변화 과정을 알 수 있고 자신의 장점이나 약점, 성실성 여부, 잠재 가능성 등을 스스로 인식할 수 있으며, 교사들은 학생들의 과거와 현재의 상태를 쉽게 파악할 수 있을 뿐 아니라 앞으로의 발전 방향에 대한 조언을 할 수 있다.

한편, 학생의 수학 포트폴리오에 대한 철학은 미국의 켄터키주 교육부(1992) 문서에 잘 나타나 있다 (Lambdin & Walker, 1994).

- (1) 학생들의 약점보다 강점을 입증해 보일 수 있는 평가 방법이어야 한다.
- (2) 다양한 학습 방식의 가치를 인정한다.
- (3) 신중하고 사려깊은 탐구를 요하는 교과로서의 수학의 가치를 인정한다.
- (4) 학생들의 자기 평가와 수학에 대한 자신감을 촉진시킨다.
- (5) 학생들이 높은 수준의 유창성을 가지고 그들이 이해한 수학 내용을 의사소통하도록 고무시킨다.
- (6) 정답을 초월한 수학에 대한 식견을 증진시킨다.
- (7) 활동적인 수학자로서의 학생의 역할과 안내자로서의 교사의 역할을 강조한다.

이러한 학생 포트폴리오 평가의 정의와 철학을 토대로 할 때, 아동들의 수학 학습의 어려움은 개념적 결핍 보다는 의사소통의 결핍에서 기인하는 것으로 볼 수 있다. Sinclair(1983)는 수학 학습의 어려움을 개념 발달의 부족으로만 설명하려고 하는 경향에 대하여 경고하고 있다. 그는 수학의 학습에 있어서의 아동들이 겪는 어려움은 개념의 부족보다는 의사소통 문제에서 기인될 수 있다고 하면서, 아동들과 학교들 간의 수학적 지식을 표현하는 방법상의 모순들을 고려해야 할 중요성을 주장하였다 (Mellin-Olsen, 1991).

또, Vygotsky(1978)는 그가 말하는 소위 아동에 대한 인접 발달 영역(the zone of proximal developments)이라는 교수학적 구조를 도입하였다. 이것은 "...독립적인 문제해결에 의해 결정되는 실제의 발달 수준과 성인의 안내나 보다 유능한 동료들과의 협동을 통한 문제해결에 의해 결정되는 잠재적 발달 수준과의 거리(Vygotsky, 1978, p.86)"를 말한다.

이와 같이 Vygotsky는 아동이 성인의 도움없이 숙달할 수 있는 일련의 문제들과 도움을 받아 숙달할 수 있는 일련의 문제들을 구별한다. 후자의 문제들은 학습에 대한 잠재력을 정의해 준다. 결과적으로, Vygotsky는 이와 같이 문제해결 실제 수준과 잠재적인 수준을 구별하였으며, 학생이 숙달할 수 있는 잠재력을 평가해줄 필요성의 근거를 제시한 것으로 볼 수 있다.

Lambdin과 Walker(1994)는 포트폴리오 평가의 목적을 다음 세 가지로 요약하고 있다. 첫째, 포트폴리오는 시험 점수에만 의존하기 보다는 평가의 다양한 원천을 토대로 아동을 총체적으로 평가하기 위한 방법으로 기존의 평가에 비해 진일보한 평가 방법이 될 수 있다. 둘째, 포트폴리오 평가는 학생들의 자기 평가 기능을 발전시켜줌으로써 교사가 그들이 학습한 결과에 부과하는 학점을 맹신하지 않도록

록 해줄 수 있다. 셋째, 포오프폴리오 평가는 교실에서 발생하는 다양한 수학 학습에 관하여 학생, 학부모, 교사간의 훌륭한 의사소통 수단이 될 수 있다.

결국, 포오프폴리오 평가는 하나 이상의 주제나 문제에 대한 해결 과정을 모두 기록함과 아울러, 이들에 대한 반성적 자기 평가 결과들을 모아둔 것으로, 이를 통해 학생들은 자기 자신의 변화 과정을 알 수 있고 자신의 장점이나 약점, 성실성 여부, 잠재 가능성 등을 스스로 인식할 수 있다. 그리고, 교사들은 학생들의 과거와 현재의 상태를 쉽게 파악할 수 있을 뿐 아니라 앞으로의 발전 방향에 대한 조언을 할 수 있다. 즉, 포오프폴리오 평가에 의해, Vygotsky가 말하는 아동의 인접 발달 영역을 확인함으로써 아동의 잠재적 발달 수준을 평가해주기 위한 것으로 요약할 수 있다.

## 2. 포오프폴리오의 구성 요소

포오프폴리오의 체계적 구성과 조직을 위해서는, 사전 설계 및 준비, 포오프폴리오 회의, 포오프폴리오 평가 준거 및 기준의 설정, 학생의 반성적 자기 평가(회고적 소견) 등이 필수적으로 요구된다. 이러한 맥락에서 포오프폴리오를 조직하는 구체적인 방법은 주제에 의한 방법, 목적에 의한 방법, 제작 순서에 의한 방법, 결과의 형태에 의한 방법, 제작된 포오프폴리오에 대한 학생의 만족 수준에 의한 방법 등이 있다(Birenbaum, 1996; 배호순, 1997).

포오프폴리오 평가의 목적 달성을 위하여 교사가 관심을 기울여야 할 것은 포오프폴리오를 '어떤 내용으로', '어떻게 구성하여', '어떻게 활용할 것인가'에 관한 것이라고 요약할 수 있다. 먼저, 포오프폴리오의 내용을 구성하고 있는 것이 무엇이나에 따라서 포오프폴리오의 특성이나 개념이 달라질 수 있고 그 활용 목적이 크게 달라질 수 있다(배호순, 1997). 학생의 개별 포오프폴리오란

'학습자가 학습한 내용에 대한 학습자 스스로의 반성, 학습 내용에 있어서의 향상에 대한 증거, 학습자의 학습 성향의 장단점을 보여주는 학습자 개개인의 학습 자료의 총괄된 수집물'

이란 점에서, 학생들에 의해 보고된 평가 자료들을 이용하기 위한 하나의 방법이다. 따라서, 그것은 단순한 작업 목록 이상으로 수학에의 일련의 흥미나 능력에 대한 학생의 폭넓은 관점을 제공하기 위하여 학생들에 의해 신중히 선택된 문서들을 수집한 것이다.

Baron & Boschee(1995)에 의하면, 포오프폴리오의 구성물은 특정 과제나 프로젝트 수행에 초점을 두고 투입한 학생의 누적적인 노력을 표현하며, 장기간의 프로그램에서의 성취와 최종적인 산출을 향한 학생의 진보에 관한 기록, 성취의 근거 기록을 포함하는 것이다. 보다 구체적으로 포오프폴리오를 구성하고 있는 것들로는 전통적인 시험 성적, 직접 기록하거나 작성한 검사지, 수필, 편지, 프로젝트, 자기 평가적 소견, 잡지의 쪽수와 제목(내용), 스케치, 그림, 관찰 기록, 일화 노트, 내용 영역 숙달 수준의 근거, 프로그램 산출과 학생의 최종 산출을 향한 진보의 기록 등이 있다(배호순, 1997).

또한, 포오프폴리오의 기능면에서 중요시되는 구성 요소로는 학생의 반성적 자기평가문을 작성하도록 하는 일이다. 평가 목적으로 활용되는 포오프폴리오에서 큰 비중을 두고 있는 자기 평가적 소견에서는 목표를 설정하고, 그것을 중심으로 질문 문항을 작성하고 그에 대하여 학생 자신의 반성적, 회고적 입장에서 답변하도록 함으로써 수행 과정을 통하여 학습하고 경험한 내용과 함께, 습득, 성장, 발달의 과정을 진솔하게 기술하도록 하는 데 중점을 두고 있다. 학생으로 하여금, 반성적 자기 평가 문항에 대하여 진솔하게 응답하도록 함으로써, 학생은 자신의 입장에서의 학습 경험을 스스로 정리하고 확인하는 동시에 교사는 자신의 의도, 목표 등의 달성 정도를 확인하고 점검할 수 있다. 그러므로 학생의 반성적 자기 평가 결과는 포오프폴리오 평가의 핵심적인 정보의 출처로서 그 역할을 수행하는 것으로 인정할 수 있다

(배호순, 1997). 수학 교과의 경우에 반성적 자기 평가 문항으로 사용하고 있는 것들은 다음과 같다(Hill & Reptic, 1994; 배호순, 1997).

수학을 좋아하는가, 그 이유는? (또는 그렇지 않은 이유), 무엇이 수학을 잘 할 수 있게 하는가?; 실생활에서 수학을 활용하는 방법을 소개해 보아라; 수학에서 가장 좋아하는 주제나 활동은 무엇인가? 학교 밖에서 수학을 어떻게 사용하였는가? 수학에 관하여 언급하고 싶은 것은... . 또한, 수학 포트폴리오를 실험적으로 접근한 The EQUALS Project (Arter, 1990)에서 반성적 자기 평가 문항으로 사용한 것들은, 자신이 수행한 과제를 기술하라; 자신이 학습한 수학은 무엇인가; 그것이 예전에 학습한 내용과 어떻게 관련되는가; 최근에 학습한 수학 중에서 가장 자신있는 내용은 \_\_\_\_\_이다; 여전히 잘 이해하지 못하는 내용은 \_\_\_\_\_ 등이다.

이처럼, 포트폴리오에서의 항목들은 시험지에서 자율 반성 기록에 이르기까지, 숙제의 견본에서부터 원래 학생이 작성한 문제들에 이르기까지 광범위하다. 그러나, 다인수 학급과 담임 교사의 과중한 업무 등의 교육 현장의 현실 여건과 아울러 시도 차원의 연구라는 점 등을 고려하고 학생들이 그들의 작업 사례들에 관한 반성을 반드시 포함시키도록 하기 위하여 포트폴리오에 포함될 항목들의 수를 제한하는 것이 중요하다. 따라서, 본고에서는 그 구성 요소를, 수업 활동에 대한 학생 자율 평가 기록, 과제수행 등 두 가지 항목으로 제한하고자 한다.

### 3. 평가 기준 및 관리

포트폴리오 평가는 학생과 교사간의 상호작용과 의사소통의 장으로서의 역할과 기능을 훌륭하게 수행할 수 있는 도구이다. 즉, 포트폴리오 평가를 실시함으로써, 우리는 학습자들의 문제해결과 의사소통 기능의 향상을 기대할 수 있을 것이다. 포트폴리오는 학습자가 수학의 주관적인 지식을 발표하거나 객관적인 지식을 나름대로의 방식으로 표상하는 도구로서의 역할을 할 수 있기 때문이다. 포트폴리오의 작성 과정에서는 수학적 기호의 사용을 지나치게 요구할 것이 아니라, 학생의 능력과 수준에 맞는 각각의 쓰기 유형들이 권장되어야 한다. 의사소통의 방법은 말하기, 듣기, 읽기, 쓰기 등이 있겠지만, 포트폴리오 평가의 과정에서는 특히 쓰기 의사소통에 초점을 두는 것으로 볼 수 있다.

포트폴리오 평가 방법으로는 3단계, 4단계, 5단계 등의 평정 척도가 많이 이용된다. 따라서, 여기에서도 4단계의 평정 척도를 갖는 수학에 대한 Vermont Portfolio Program (<http://plainfield.bypass.com/bypass/users/union/skills.html>, 1997)의 문제해결과 의사소통 기능의 평가 기준을 다음 <표 1>과 같이 정리하여 이용하기로 한다. 이 기준은 교사가 문제해결과 의사소통 기능 평가를 원활하게 수행하는 것을 돕기 위한 것이다. 이것은 꼭 이용해야 할 기준은 아니지만, 교사가 수업 활동에 대한 학생 자율 평가 기록이나 과제 수행 결과 기록 등을 할 때 이 기준을 참고로 논평할 수 있도록 하기 위한 것이다.

#### 가. 문제해결과 의사소통 평가 기준

학습자가 주어진 문제 상황을 해결하는 과정을 문제 이해하기(PS 1), 문제해결 방법(PS 2), 문제해결 활동의 결과(PS 3) 등 세 가지로 나눈 다음 그 각각을 네 가지의 수준, 즉 1수준, 2수준, 3수준, 4수준의 4단계 평정 척도로 평가한다. 또한 의사소통 기능을 수학 문장이나 방정식 등의 수학 용어(C 1), 도표, 그래프, 표, 다이어그램, 모델 등의 수학적 표상(C 2), 과제의 조직화에 해당하는 설명(C 3) 등으로 나눈 다음 각각을 4단계의 평정 척도로 평가한다.

<표 1> 문제해결과 의사소통 기능 평가 기준

	1수준	2수준	3수준	4수준
문제 이해하기 (PS 1)	문제의 이해 부족으로 착수하지 못함	문제의 부분적 이해, 부분해 도달	문제를 이해하였으나, 문제해결에 필요한 최소한의 정보를 알고 이용함	문제해결에 필요한 최소한의 정보를 초월한 특수한 요인들을 알고 이들을 지속적으로 옮겨 적용 해결방법으로 그 문제를 해결하였을 뿐 아니라 그 방법이 효율적이며 세련됨
문제 해결 방법 (PS 2)	해결 방법이 작동되지 않거나 분명하지 않음	해결 방법이 문제의 부분만을 해결하거나 부분해에 도달함.	해결 방법으로 그 문제를 해결함.	문제를 풀고나서 그 풀이의 일반화를 하거나 그 풀이를 보다 복잡한 상황으로 확장함
활동의 결과 (PS 3)	문제를 푼 것으로 그만이거나, 그 풀이와 무관하거나 부적절한 관찰을 함	문제를 풀고나서 그 풀이의 어떤 측면에 대하여 수학적으로 의미있는 논평이나 관찰을 함.	문제를 풀고나서 그 풀이와 다른 수학 또는 "실세계"와의 수학적 관련성을 지음	그 문제의 해결에 필요한 최소한의 정보를 초월하여 특수한 요인들을 확인하여, 이들을 일관되고 옮겨 적용함
수학 용어 (수학 문장이나 방정식) (C 1)	문제 진술 이외의 수학 용어를 사용하지 않거나, 그 해를 의사소통하는 데 부적절하거나 부정확한 수학 용어를 사용함	문제의 부분해에 도달할 만큼만 이해함	문제를 이해하였지만, 그 문제의 해결에 필요한 최소한의 정보만 확인하고 이용함	풀이를 의사소통하기 위하여 적절한 수학적 표상을 정확하게 이용함
수학적 표상 (도표, 그래프, 표, 다이어그램, 모델) (C 2)	부적절한 수학적 표상을 이용하거나, 풀이를 의사소통하기 위하여 어떠한 수학적 표상도 이용하지 못함	풀이를 의사소통하기 위하여 적절한 수학적 표상을 이용하려고 함	풀이를 의사소통하기 위하여 적절한 수학적 표상을 정확하게 이용함	풀이를 의사소통하기 위하여 세련된 수학적 표상을 이용하려고 함
설명 (과제의 조직화) (C 3)	풀이의 설명이 분명하지 못함	풀이의 설명에 어떤 분명한 부분들이 포함됨	풀이의 설명이 분명하지만, 독자가 그 풀이를 이해하기 위하여 어떤 요소들을 채워넣어야 함	풀이의 설명이 전체적으로 분명하고, 상세하게 잘 조직화됨

나. 학생 포오트폴리오의 분류와 관리

Birenbaum & Dochy(1996)는 포오트폴리오를 세 가지 형태로 분류하고 있는데 이 분류에는 본보기 폴리오, 과정 폴리오, 결합 폴리오 등이 포함된다.

본보기 폴리오란 학생의 대표적인 작품이나 가장 우수한 작품, 수행 등을 나타내는 장기적으로 수집한 견본 같은 포오트폴리오를 말한다. 과정 폴리오는 학생의 학습에서의 발달 과정을 나타내기 위한 것으로, 이는 특정 학습 과제에 대하여 진행된 학습 활동 과정에 관한 완성 또는 미완성 작품, 보다 능률적이거나 비능률적인 작품, 초벌 작품이나 기타 관련 근거들로 구성되어 있다.

그리고, 결합 폴리오란 전술한 두 가지 작품이 결합된 형태를 말하는 바, 본보기 작품과 과정적 작품들로부터 선택된 작품을 말한다(D'Aoust, 1992; 배호순, 1997). 또한, 포오트폴리오 성장의 수준에 따라,

수준 미달의 포오트폴리오, 초보적 포오트폴리오, 정상적 포오트폴리오, 원숙한 포오트폴리오 등으로 분류할 수 있다(Leon & Paulson, 1994; 배호순, 1997). 한편, Kingore (Arter, 1990; 배호순, 1997)는 학생의 성취 수행 결과에 따라 포오트폴리오를 자연 발생적 산물, 정기적 산물, 계획된 경험 등으로 분류하고 있다.

학생 포오트폴리오를 수집하여 상자에 넣어 두었다가 학기말에 평가하기 위하여 몇 개의 표본만 이용한다면, 원래의 취지인 반성적 자기 평가가 소홀해질 수 있다. 따라서, 관리 측면을 신중히 고려해야 한다.

우선, 작업중인 포오트폴리오와 영구 포오트폴리오를 구분하여 관리할 필요가 있으며, 작업중인 포오트폴리오는 다음 <그림 1>와 같은 내용의 목차를 마련하여 정리하도록 한다.

<그림 1> 학생 포오트폴리오 내용 목차 견본

초등학교	학년	반	번	이름:
<내용 차례>				
제목	완성한 날짜			쪽
1. 분수의 나눗셈	1997. 3. 5			1
2. 방정식	1997. 3. 13			3
3. 비례식	1997. 3. 20			6
4. 걸리버 여행기를 읽고 나서	1997. 4. 1			8
5. 소피의 60세 회갑	1997. 4. 7			11

둘째, 작업중인 포오트폴리오는 접근하기 쉬운 곳에 비치해 두어야 한다. 즉, 교실 뒤의 사물함 등에 비치하여, 언제나 열람하고, 기록할 수 있도록 한다.

셋째, 포오트폴리오의 내용 선정과 운영에 관한 안내 자료, '생각해볼 문제', '동료의 포오트폴리오 평가 자료' 등을 게시판에 붙여둬으로써 학생들이 참고할 수 있도록 한다.

넷째, 평가까지 완성된 포오트폴리오는 영구 포오트폴리오로 정리하여 학생이 보관하게 한다. 즉, 몇 개월, 한 학기, 또는 한 학년 등의 일정 기간 동안 이러한 작업의 마무리가 된 영구 포오트폴리오는 학습자가 보관하면서 필요할 때 이용한다.

### III. 프로젝트 수업과 포오트폴리오 평가

프로젝트의 사전적 의미는 '실행 계획서, 계획'이지만, 수학 교육에서의 프로젝트의 의미는 보다 넓은 의미로 무엇을 할 것인가 뿐 아니라 그것을 실제로 수행하여 자료를 제시하고 그 결과를 평가하는 것을 포함한다(Krulik & Rudnick, 1995). 프로젝트는 교사가 독단적으로 정하기보다는 교사는 안내자로서의 역할을 수행하고 학생의 노력에 의존하는 것이 바람직하다. 프로젝트는 협동학습의 기회를 제공한다. 협동학습은 학생들이 자기 집단의 다른 구성원들과 이야기할 뿐 아니라 그들의 결과를 학급 전체에 말하기와 쓰기의 형태로 의사소통하므로 그들의 의사소통 능력을 길러준다. 또한 협동적인 프로젝트를 함께 작업함으로써 학생들의 생활에 필요한 협동심을 길러준다. 프로젝트는 집단 토의와 사고 뿐 아니라 개인적으로는 창의적인 사고의 기회를 제공해 준다(Krulik & Rudnick, 1995).

이러한 프로젝트 교수법의 장점은 다음과 같다. 첫째, 프로젝트는 어떤 특수한 상황에서 개인이 원하는 바의 깊이 있는 탐구를 할 수 있게 하므로, 보통의 수학 교육과정에서 결여된 부분을 개별화하여 구성에 맞게 가르칠 수 있다. 둘째, 실체를 해석하고 설명하는 데 있어서 수학적 접근 방법의 중요성에 관한 생각을 불러 일으키는 다양한 자료를 이용할 수 있게 한다. 즉, 많은 서적, 영화, 비디오 자료들을 이용함으로써 수학적 생각과 가치들이 학교 교육과정의 다른 측면들과 연결될 수 있게 해준다. 셋째, 프로젝트에 관여함으로써 반영적 수준에서의 활동을 하게 된다. 사회적 상황을 연구·조사하고 수학적 생각과 특수한 상황과의 관계를 분석하도록 교사가 권장함으로써, 만약 수학이 사회에 제공하는 가치들이 그저 당연한 것으로 받아들여지는 것이 아니라고 한다면, 학습자는 꼭 필요한 비판적 분석의 과정을 시작할 수 있다.

프로젝트 교수법은 중요한 방법임이 이미 알려져 있으며, 어떤 의미로는 1920년대 미국에서의 듀이의 생각과 결부되어 있다는 점에서 전혀 새로운 것은 아니다. 그러나, 오늘날의 수학 교육에서는 이 방법이 널리 이용되지 못하고 있다. 그것은 순수한 수학 교육에서 제공할 것이 너무 많다는 이유로 프로젝트 교수법을 소홀히 하고 있는 것이라 보여진다.

사회에서 수학의 가치를 중요한 것으로 인식시키기 위하여, 과거, 현재, 미래 사회를 통한 수학의 이용을 깊이 생각할 수 있게 해야 한다. 이를 위해서는 중요한 개념적 요소를 '취급'하는 정도로는 부족하고, 지식 발달의 역사와 미래에 관한 전형적인 예제를 '구현'하는 프로젝트가 필요하다. 그것은 학생 개인이나 소집단 활동에 의해 1-2 주일에 걸쳐 실시해도 무방하나, 학습자의 관심과 능력에 따라 그 강조점은 다를 수 있으며 교사의 지도하에 수행하도록 할 수 있다.

### 1. 프로젝트의 예

#### 가. 걸리버 여행기를 읽고 나서

<문제 상황> 가령, 걸리버 여행기에 나오는 소인국의 중학교 1학년 학생의 평균 키는 18 cm이고 거인국의 1학년 학생의 평균키는 540 cm이라고 하자. 이 때, 걸리버 여행기를 읽은 1학년 학생들이 소인국이나 대인국의 교실을 어떻게 설명할 수 있을까? 학생들은 소인국과 거인국 학생들의 교실, 학생용 책상, 교사용 탁자, 교과서, 공책, 연필 등의 크기를 어떻게 설명할 수 있을까?

(도움말) 학생들이 제일 먼저 해야 할 일은 1학년 학생의 평균키에 대한 소인국과 거인국 학생들의 평균키의 비를 정하는 일이다. 이를 위한 세 가지의 방법이 있다. 하나는, 전체 학급의 평균키를 구하는 것이다. 다른 하나는 그 학급의 남학생의 평균키와 여학생의 평균키를 각각 구하여 그들의 평균을 구한다. 마지막으로, 각 소집단의 평균키를 구하고 이를 1학년 전체의 평균키로 보고 이용한다. 이러한 시도들의 결과를 비교하고 토론하게 한다. (두 번째의 방법은 남학생과 여학생의 숫자가 같을 때만 유효성을 주목해야 한다.) 통계청 자료에 의하면, 1학년 학생의 평균키는 150 cm이라 한다.

<발전적인 문제 제기의 가능성> 현재의 우리 나라 학생들이 이용하고 있는 교실의 책걸상이 학생들의 신체 지수에 비하여 터무니없이 부적합한 경우가 있을 경우 학생들 스스로 문제를 제기하여 이를 해결하도록 하는 요구를 할 수도 있을 것이다.

#### 나. 교통 신호등

<문제 상황> 교통 신호등은 각 방향으로 진행하는 차량의 수에 따라 일정한 시간 동안 빨간 불과 파

란 불이 들어와야 한다(Krulik & Rudnick, 1995). 학교 근처의 신호등은 그 시간 조절이 정확한가? 교통 공학자들은 많은 시간과 노력과 돈을 들여 교통의 흐름을 조절하려고 한다. 신호등의 시간 안배를 옮겨 하는 것이 이 과정에서 기본적인 것이다.

(도움말) 학급의 학생들을 5명씩의 소집단으로 나눈다. 각 집단에서 2명은 신호등이 파란 불로 켜져 있는 시간을 조사하고, 또 다른 2명은 양 방향으로 교차로를 지나가는 차량의 대수를 조사한다. 나머지 한 명은 그 결과를 적는다. 이 조사는 하루 중 여러 번 실시되어야 한다. 소집단들의 조사 결과를 수합하여 구한 비를 이용하여 교통 신호등의 상대적인 시간 안배에 대한 교차로에서의 상대적인 교통 흐름을 결정하게 하여라. 비(比)가 같은가? 비(比)가 하루 종일 일정한가?

<과학 교과와의 관련성> 자동차는 요즘 대기 오염의 주요한 원천이다. 빨간 불에 안배된 시간이 지나치게 많으면 자동차의 정체로 인하여 학교 근방의 대기 오염을 증가시킨다.

<국어 교과와의 관련성> 교통 흐름에 대한 교통 통제의 비가 적절하지 못하면, 학생들은 시의 교통 당국에 그들의 결과를 알리는 편지를 쓰게 한다.

<사회 교과와의 관련성> 학생들이 시청을 방문하게 하여 신호등의 시간 안배가 설정되기 전에 어떤 조사들이 수행되어야 하는가에 대해서 교통 공학자들과 이야기를 나누게 하여라. 학생들은 자기들의 자료들을 그들에게 제시해도 좋다.

#### 다. 소띠의 60세 회갑(回甲)

<문제 상황> 올해는 소의 해이므로 올해에 태어나는 아기들은 소띠라고 한다. 그런데, 올해의 신생아 이외에도 소띠는 많다. 그 이유는 무엇일까? 이러한 민속적인 관행에 스며들어 있는 민속수학을 탐구하기 위하여 이 학급 학생들은 이미 각자의 가족의 나이와 함께 띠를 조사해왔다. 소위 띠에는 쥐띠, 소띠, 호랑이띠, 토끼띠, 용띠, 뱀띠, 말띠, 양띠, 원숭이띠, 닭띠, 개띠, 돼지띠 등이 있다.

(환경) 고유한 민속문화의 개념적·탐구적·프로젝트적 환경  
 (목적) 수학적 문화 형성  
 - 조사하기, 셈하기, 설계하기, 설명하기  
 - 자료의 조사 및 정리에 의한 설명  
     (표 만들기, 막대그래프와 그림그래프 그리기)  
 - 탐구에 의한 배수와 최소공배수의 개념 형성 및 문제해결  
 (방법) 소집단별 조사 및 탐구 활동에 의한 상호작용과 의사소통

#### <문제 1> 열두 띠의 그림그래프

소집단별로 학생들 각자의 가족의 나이와 함께 조사해온 띠에 대하여 쥐띠, 소띠, 호랑이띠, 토끼띠, 용띠, 뱀띠, 말띠, 양띠, 원숭이띠, 닭띠, 개띠, 돼지띠 등에 해당하는 사람의 수를 표로 만들고, 이를 막대그래프와 그림그래프로 나타내어라.

#### <문제 2> 소띠의 나이 분포

각 띠에 속한 사람들의 나이의 분포를 조사해보고 어떤 일정한 현상이 나타난다면 그 이유는 무엇일까?



<문제 3> 소띠의 회갑

우리는 태어나서 만 60세가 되는 해의 생일을 회갑이라 하여 특별한 생일 잔치, 즉 회갑 잔치를 벌이며 많은 일가 친지들이 모여 축하하고 즐기는 풍속을 가지고 있다. 왜 하필 60세가 되는 해의 생일을 회갑이라 하였을까?

2. 프로젝트 수업과 포오프폴리오 평가 사례

「걸리버 여행기를 읽고 나서」는 닭음비의 개념을 이용하여 문제를 해결하는 간단한 프로젝트이다. 프로젝트 수업이라 하면 그 실행 기간이 길고 보고서가 여러 장 쓰여져야 하는 것도 있지만 한 시간내에 가능한 것도 있음을 보이기 위하여 일부러 간단한 것을 해보게 하였다. 이는 일상의 환경에서 다양한 기하학적 대상들을 수학적 언어로 표현할 수 있는 재미있는 과제라고 생각되어 충북의 어떤 초등학교 6학년 1개 학급 학생 18명을 대상으로 4-5명씩 4개의 소집단을 구성하여 프로젝트 수업을 실시하였다. 각 집단별 활동의 결과를 다음 <그림 2>의 학생 자율 평가 기록지에 의한 보고서로 작성하여 제출하도록 한 결과 각 조의 반성 및 소감과 자기 평가 및 교사 논평은 다음 <표 2>와 같았다.

<그림 2> 학생 자율 평가 기록지

대단원명:	날짜: 1997년 월 일 교시
중단원명:	학교 학년 반 번
소단원명:	이름:
주제(문제):	
해설(풀이):	
반성 및 소감:	
자기 평가:	아주 못함( )    못한 편임( )    잘한 편임( )    아주 잘함( )
교사 논평:	

<표 2> 「걸리버 여행기를 읽고 나서」 프로젝트 수업 평가 결과

평가 조	반성 및 소감	자기 평가	교사 논평
1	개인끼리 혼자서 하면 잘 풀리지 않지만 조끼리 협동하면서 풀으니 더 쉽고 이해가 잘된다.	잘한 편임	조원들간의 활발한 의사 교환과 협동으로 자세하게 문제를 해결하였음
2	이 문제를 풀 때 잘 몰라서 조금 해맸는데, 다음부터 더 공부를 열심히 해서 아무리 어려운 문제도 막힘없이 풀 수 있도록 최선을 다하겠다.	아주 잘함	우선 초등학생들이 이 문제를 해결하는 데 많은 어려움을 겪는 것으로 보였다. (문제 해결을 위해) 정확한 셈을 위해 비례식을 세워 해결하는 등 풀이 과정이 명확하다
3	이 문제에 대해서 자세히 못알아 보았는데 더 자세히 알아보아야겠다. 풀이 과정과 문제를 더 자세히 알아보아야겠다.	잘한 편임	문제의 부분적 이해로 다양한 측정 활동이나 조원들간의 의사소통이 활발하지 못했다. 또 해결 과정의 내용이 빠져 있고 결과만을 서술하였다.

4	조금은 이해가 가지 않았지만 조 아이들과 상의해서 하니 원리를 알 수 있었다.	잘한 편임	조원의 의사 교환이 충분치 못하였고, 다양한 측정 활동이나 풀이 과정도 나타나있지 않다.
---	---	-------	---

위의 교사 논평은 주어진 평가 기준을 참고로하여 학습자 집단의 문제해결과 의사소통 결과에 대한 총체론적인 논평을 한 결과이다. 경우에 따라서는 분석적인 평가를 시도할 수도 있을 것이다. 분석적인 평가의 경우, PS1, PS2, PS3, C1, C2, C3 등 각 과정별 4개의 수준을 0, 1, 2, 3으로 점수화한다. 그 결과를 합산하여 나타낼 수도 있고, 특히 뛰어난 부분만 지적하여(가령, 설명력이 뛰어남) 자신감을 북돋우어 줄 수도 있을 것이다. 이처럼 평가의 목적에 따라 평가의 기법은 다양하게 이용할 수 있다.

#### IV. 결 론

요즈음 초등학교 현장에서는 열린 교육의 실천을 위한 노력들이 끊임없이 시도되고 있다. 이는 확일적인 수업 목표와 환경에서 탈피하여 학습자마다 차별적인 목표의 실현을 위한 수행이 가능하도록 여건을 만들어주고자 하는 것이다. 수업의 과정에서 학습자의 개성과 능력을 중시하고 발달의 잠재적 가능성을 확인하여 주어야 한다. 포트폴리오 평가는 결과만을 중시하는 것이 아니라 잠재적 발달 가능성을 확인하는 중요한 도구로 이용될 수 있다.

결론적으로, 입시도구로서의 수학교육이 아니라 가치있는 대상으로서의 수학교육의 본질을 추구하는 수학 교실을 만들어야 한다. 수학의 가치는 Bishop(1988)에 의하면, 이념적인 차원에서의 합리성과 객관성, 정서적인 차원에서의 통제와 진보, 사회학적인 차원에서의 개방성과 신비성 등이 있으며, 이들은 조화를 이루는 방향으로 추구되어야 한다. 이를 실현하기 위해서는 다음과 같은 사항들에 초점을 둔 변화의 노력을 기울여야 한다.

첫째, 평가의 다양한 원천으로서의 포트폴리오 평가의 활용 방안이 모색되어야 한다. 그 동안의 전통적인 평가 방법이었던 중간고사와 기말고사는 결과중심의 총괄평가의 대표적인 유형으로 학습자들의 등급화가 주된 목적이었을 뿐이지 평가 결과를 학습 지도에 반영하는 데는 부족한 점이 많았다. 물론, 많은 교사들이 진단평가와 형성평가를 이용하여 학습자들의 학습 상태를 파악하여 학습지도에 해온 것은 사실이다. 뿐만 아니라 교사에 따라서는 나름대로의 쪽지 시험이나 숙제 검사, 공책 검사 등의 방법을 이용하여 학습자의 학습 상태를 파악하고자 하는 노력을 기울여 왔다. 그러나, 이들은 교사에 따라 제한적으로 이용되었을 뿐 아니라, 종합적이고 체계적인 방법으로 평가에 반영되지는 못하였다. 따라서, 문제해결과 의사소통의 중요한 도구일 뿐 아니라 학습자들의 약점과 강점 등을 잘 파악할 수 있는 장점을 가진 포트폴리오 평가를 도입할 필요가 있다.

둘째, 학습자의 발달 잠재력을 확인하여 자신감을 갖게 해줌으로써 학습자의 수학에 대한 긍정적인 태도를 함양시킬 수 있는 도구로서의 포트폴리오 평가의 활용 방안이 모색되어야 한다. 이는 학습자의 문제해결 수준을 Vygotsky가 말하는 "발달의 인접 영역"까지를 포함시키고자 하는 노력의 일환으로 볼 수 있다. 수학은 위계성이 분명한 교과이므로, 학습자가 어떤 문제를 혼자 힘으로 해결하기는 어렵다 할 지라도 교사 또는 동료의 도움을 받아 협동적으로 해결할 수는 있다. 따라서, 전통적인 설명식 수업만 고집할 것이 아니라 경우에 따라서는 협동학습이나 프로젝트 수업 등의 방법을 이용하려는 노력이 필요하다. 실제로 학교를 졸업한 뒤 사회의 구성원으로서 일을 해나가는 과정에서는 협동적인 문제해결

의 필요성이 더욱 크게 부각되기도 한다. 뿐만 아니라 수학 교실 역시 학습자들 상호간의 주관적인 지식의 교류의 장이 되도록 해야 한다는 사회적 구성주의자들의 견해를 수용하는 것이다.

셋째, 포오트폴리오 평가는 학습자들이 수학의 가치를 알고 수학적인 활동에 흥미를 가질 수 있는 수업 운영 방법의 탐색 도구로서의 기능을 가진다. 가령, 「걸리버 여행기를 읽고 나서」 라는 프로젝트 수업의 경우, 학습자들의 능력과 개인차에 따라 즉, 조별 혹은 학년 수준별 탐구의 깊이와 폭은 매우 다를 수 있다. 이 프로젝트는 초등학교 6학년 학생들에게는 그렇게 평이한 과제가 아니지만 중학교 3학년 학생들에게는 매우 흥미로운 과제가 될 수도 있다. 동일한 프로젝트를 중학교 3학년 학생들이 수행하고서 보인 다음과 같은 반응을 보면 알 수 있다. “담뽀비를 이용해서 많은 것을 구할 수 있다는 것이 신기했다. 2학년 때 내용을 다시 생각하러니 어려웠다. 조원들의 협동으로 인해 무사히 끝낼 수 있었던 것 같다.” “나름대로 우리끼리 힘을 모아 치수를 구하고, 계산을 하는 것이 바쁘지만 재미있었다. 협동심을 길러주는 1시간인 것 같다.” “위 문제를 풀려고 할려면 비울을 잘 알아야겠다. 처음에는 무엇을 하는 줄 몰랐는데 친구들과 같이 하니 쉬웠다.” “아주 특별하고 재미있었다. 마치 과학실험 하는 듯한 기분이 들었다. 앞으로도 자주 했으면 좋겠다.”

### 참 고 문 헌

- 김수환 (1996). 초·중등학생들의 수학적 문화 형성을 위한 교수/학습 모형 개발 연구. 한국 교원 대학교 대학원 박사 학위 논문.
- 배중수, 서혜애 (1995). 수학 및 과학 교육 수업 현장에서의 Portfolio의 적용: 기초 연구 (I). 과학과 수학 교육 논문집, 제21집. 서울 교육 대학교 과학 교육 연구소.
- 배호순 (1997). 포오트폴리오 평가에 관한 분석적 고찰. 학술 세미나 발표 논문집, 수행 평가의 이론과 실제. 충남 대학교 교육학과 사무실: 한국 교육 평가 연구회
- 한국 교육 개발원 (1996). 교육과정 2000 연구 개발, 수준별 교육과정안. 한국 교육 개발원. 연구보고 CR 96-31.
- Arter, J. A. (1990). *Using portfolios in instruction and assessment*. Test Center Northwest Regional Educational Laboratory, Portland, OR. EDRS ED 328 586.
- Baron, M. A. & Boschee, F. (1995). *Authentic assessment: The Key to unlocking student success*. Basel, Switzerland: Technomic Pub.
- Birenbaum, M. (1996). Assessment 2000: Towards a pluristic approach to assessment. In M. Birenbaum & F. J. R. C. Dochy (Eds.), *Alternatives in assessment of achievements, learning processes and prior knowledge*. Boston: Kluwer.
- Bishop, A. J. (1988). *Mathematical enculturation-A cultural perspective on mathematics education*. Dordrecht: Kluwer.
- d'Ambrosio, U. (1985). *Socio-cultural bases for mathematics education*. Unicamp, Campinas Brasil.
- Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. Hampshire: The Falmer Press.

- 
- Hill, B. C., & Ruptic, C. (1994). *Practical aspects of authentic assessment: Putting the pieces together*. Norwood, MA: Christopher-Gordon Pub.
- Krulik, S., & Rudnick, J. (1995). Projects in the middle school mathematics curriculum. In P. A. House & A. F. Coxford (Eds.), *Connecting mathematics across the curriculum, 1995 Yearbook*, (pp. 34-43). Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Lambdin, D. V., & Walker, V. L. (1994). Planning for classroom portfolio assessment. *Arithmetic Teacher* (Feb. 1994), 318-324.
- Mellin-Olsen, S. (1991). The Double bind as a didactical trap. In A. J. Bishop, S. Mellin-Olsen & J. van Dormolen (Eds.), *Mathematical knowledge: its growth through teaching* (pp. 39-59). Dordrecht: Kluwer.
- Petit, M. (1992). "Getting started: Vermont mathematics portfolio-learning how to your best!" *Vermont Portfolio Program* (<http://plainfield.bypass.com/bypass/users/union/skills.html>, 1997)
- Sinclair, H. (1983). Young children's acquisition of language and understanding of mathematics. In M. Zweng, T. Green, J. Kilpatrick, H. Pollak & M. Suydam (Eds.), *Proceedings of the 4th International Congress on Mathematical Education*, (pp. 7-12). Boston: Birkhäuser.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

---

<Abstract>

## A Portfolio Assessment and the Case for Practicing Open Education in the Elementary Mathematics Classroom

Kim, Soo Hwan<sup>2)</sup>

A lot of educators claim that the open education should be performed in elementary classroom, but it is true that they do not suggest the specific direction of practicing open education in case of mathematics subject. Although a project lesson is recommended, there is little case that suggests the direction of practice and the evaluation method of project lesson. Therefore this study searches for the possibility of practicing open education in elementary mathematics classroom by reviewing the portfolio assessment and suggesting the specific case of applying the portfolio assessment to project lesson.

A portfolio is a folder in which is recording solution process, student's self reflection, and teacher's comment, about topics and problems more than one. Students can see their own varying aspects and recognize their own merits and demerits, sincerities, and potentialities by portfolio assessment. Furthermore, teacher can both grasp the student's cognitive situation and give them the professional advice about the cognitive development. That is, they can perform the instruction underlining the learner's ability and personality, by identifying what Vygotsky calls "the proximal zone of development" through portfolio assessment.

Consequently, portfolio assessment is an alternative evaluation method for integrating process and product of learning, and can be used as an important tool for developing the learner's potential possibility of self-realization.

---

2) Chongju National University of Education (135 Sugok-Dong, Heungdok-Gu, Chongju, Chungbuk 361-150, Korea.; Tel.: 0431-279-0742; FAX: 0431-279-0797; E-mail: soohwan@sugok.chongju-e.ac.kr)