

## 금강비 측정 교구 개발 및 체험수학활동

김기원 · 도혜경

**ABSTRACT.** In this study we develop mathematical tools for measuring the Geumgang Ratio and we call them Geumgang Ratio Calipers. Also we show a teaching method for ratio through experimental mathematics. With Geumgang Ratio Calipers students measure the Geumgang Ratio in their bodies, materials for everyday life and the Sukgulam. Through this activity, students obtained an interest in mathematics and gained a positive attitude for mathematics.

### I. 서론

우리가 일상생활에서 흔히 사용하는 부분 대 전체, 부분과 부분의 비교나 속력, 상대적 성장, 세금 계산, 인구밀도 등은 모두 두 수의 비를 비교하는 승법적 비교를 포함하고 있고, 비의 측정을 필요로 한다. 수학의 중요 개념에도 상당수 비와 비례식이 포함되어 있다. 선형 함수, 직선의 기울기, 확률, 닭음비, 삼각비 등에서 비가 활용되고 있으며 비례적 관계는 미술, 건축 등에서도 중요하게 사용되고 있다. 이렇게 비와 비례는 일상적으로 다양하게 사용되고 있음에도 불구하고 획득하기 어려운 개념이다.

권오남 외(2007)는 예비교사들조차 비례 관계를 완전히 이해하지 못하고 있음을 언급하고 있다. 중학교 교육과정에서 비와 비례 개념은 어느 한 영역에서만 다루어지는 것이 아니라 유리수, 기울기, 닭음비, 삼각비, 방정식, 함수, 측정 등 다양한 영역에서 찾을 수 있는 중요한 개념인데 반해 실제 비례 관계를 이해하고 적용할 수 있도록 이끌어줄 수 있는 학습 상황이 부족하며 다른 영역과의 관련성도 고려되지 않아 단절된 지식으로 학습할 가능성이 높다고 하였다. 제7차 교육과정에서는 실생활 소재를 많이 추가하고 탐구 활동의 비중이 증가하였으나 비례추론이 이루어질 수 있는 맥락 문제는 찾아보기 힘들므로 교과서에서 단절된 지식으로 학습하는 비와 비례 개념의 연결성을 고려할 수 있는 교수학습 자료의 개발이 필요하다고 하였다.

초등학교의 비와 비례 개념을 분석한 정은실(2003)은 교과서에 제시된 문제들이 비와 비례 개념의 본질을 인식하게 하는 사고 교육보다는 비 또는 비례식 그 자체의 외형적 표현과 기계적 알고리즘에 집중되어 있기 때문에 학생들은 비록 계산은 능숙하게 할 수 있다 해도 그 개념의 진정한 의미를 제대로 파악할 수 없다고 하면서 비의 의미를 제대로 살리기 위해서는 비를 다양한 맥락과 구현방식으로 이해하도록 해야 하며, 구체적으로 비에 관한 과제에는 측정, 가격, 기하적 혹은 기타 시각적 맥락, 모든 종류의 비율 등을 포함하는 것이 좋다

---

2010년 2월 투고, 2010년 2월 심사 완료

2000 Mathematics Subject Classification: 97U60

ZDM 분류: U64

Key words: 체험수학 활동, 금강비, 금강자

고 하였다. 이러한 수학적 개념과 조작과정을 통해 학생들은 그들의 지식을 재구조화하기 위한 강력한 개념적인 기반을 가지게 된다고 하였다.

정주영(2007)과 채소연(2007)은 디자인공학전공의 석사학위논문에서 선호비례(황금비)에 대한 서양의 선행연구를 바탕으로 우리나라 대학생들의 선호비례에 대한 실험을 실시하고, 제도권에 있는 사찰조형 구조물과 조선시대 전통 생활공예품의 사례연구를 통해 우리나라 사람들이 선호비례가 금강비( $\sqrt{2} : 1$ )임을 보여주고 있다. 그 원인으로는 가장 이상적인 조형물을 인체라고 볼 때, 서양과 동양의 신체비율에는 미묘한 차이가 있으며 특히 인체의 중심을 서양에서는 눈에 보이는 배꼽으로 동양에서는 눈에 보이지 않는 단전으로 생각하는 기준의 차이에서 비롯된다고 하였다. 또한 빈번한 교류와 정보공유로 동서양의 문화가 혼재되어 있는 현시점에서는 동서양의 다양한 조형교육이 요구되므로 서로의 차이를 비교해 보기 위해 형태비례에 있어서 우리의 문화유적과 공간에 나타나는 조형원리를 찾고 우리 입장에서의 비례에 대한 재인식이 요구된다고 하였다. 따라서 금강비에 대한 우리의 선호에 대해 다양한 분야에서 체계적이고 깊이 있는 사례조사가 이루어져야 할 것이고, 이것은 서양의 비례미나 조형원리 이외에 새로운 디자인 원리의 가능성을 보여주며 ‘가장 지역적인 것이 가장 세계적인 것이다’라는 명제를 가능하게 할 것이라고 했다.

한편 제7차 수학과 교육과정에서는 ‘수학적 힘’을 기르기 위한 방안의 하나로 교수·학습 방법의 다양화를 제시하고 있는데 수학수업에서 학생들에게 구체적인 조작활동의 기회를 제공할 것을 적극적으로 권장하고 있다(교육부, 1997). 또한 2007년 개정 교육과정에서는 생활 주변의 현상, 사회현상, 자연현상 등을 학습소재로 도입하고 구체적인 조작활동과 탐구활동을 통하여 학생 스스로 수학적 개념, 원리, 법칙을 발견하게 하며, 이를 위해 다양한 교구의 확보와 활용을 강조하고 있다(교육인적자원부, 2007).

김남희(2008)는 수학 수업에서 교구는 직접적인 조작을 통하여 수학을 행할 수 있도록 도와주는 훌륭한 교수매체로서 학생들의 주의를 집중시키는 특징이 있고, 수학적 구조를 기호로 표현하지 않고도 구체화할 수 있기 때문에 다루고자 하는 개념이나 원리에 대한 이해를 보조하는데 훌륭한 역할을 할 수 있어 구조지향적인 수학 교수·학습에 유용하게 활용할 수 있다고 하였다. 또한 교육은 무엇보다도 학생들의 능동적이고 활동적인 학습을 전제로 해야 가능하므로 수학 수업에서 교구를 활용한 조작활동은 학생들을 활동적으로 참여하도록 하고, 탐구활동을 하는 가운데 학생과 학생, 학생과 교사 사이의 상호작용이 활발해져서 수학학습에 필수적인 의사소통이 자연스럽게 이루어지며, 수학적 개념을 구체화하고 이해를 돕는다고 하였다.

김기원 외(2009)는 10-나의 삼각함수 단원에서 제2코사인법칙을 이용해 건물의 너비를 잴 수 있는 교구를 개발하여 학생들이 직접 조작활동을 통해 수학을 체험하도록 함으로써 일상 생활에서 삼각함수의 필요성을 느끼게 하고 수학에 대한 흥미와 관심을 불러일으켜 적극적으로 수업에 참여하도록 하며, 수학적 문제해결에도 도움을 준다는 것을 보이고 있다. 최근 수학교육에서는 이러한 교구를 활용한 체험수학활동은 도입하고 있는데 이는 학습자의 활동과 경험을 중요하게 여기며 교과서에서만 보던 수학을 실생활과 연결하여 체험하게 함으로써 학생들에게 수학의 필요성을 느끼게 하고 수학학습에 대한 긍정적 태도변화를 가져온다고 하였다.

본 연구진은 중요한 수학적 개념임에도 불구하고 교과서에서 단절된 지식으로 학습하고 있는 비와 비례 개념을 학습하는데 있어서 닳음비, 무리수, 비례식, 이차방정식, 측정 등의 수학적 연결성을 고려하고 전통건축이나 전통공예품 등의 디자인과 연계하여 수학 외적 연결성까지도 고려하며, 다양한 맥락에서 비를 구현하기 위한 교수학습 자료 개발의 필요성

을 느끼게 되었다. 이에 본 연구에서는 우리의 전통적인 선호비례인 금강비를 도입하여 금강비를 측정할 수 있는 ‘금강자’를 개발하고 학생들이 직접 제작하여 신체, 일상생활용품, 석굴암 등에 나타나는 금강비를 측정하는 체험수학활동을 제시하며 이를 통해 학생들이 수학에 대한 흥미가 높아지고 수학의 필요성을 느끼는 데 도움이 되는지 알아보고자 한다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 연구 대상 및 사전 설문지 분석

본 연구는 비와 비례식, 도형의 닮음과 닮음비, 무리수를 다루므로 제7차 수학과 교육과정 9-가를 학습한 현재 중학교 3학년 학생들에게 적용하였다. 연구 대상자는 부산 H중학교 여학생 2명과 부산 M중학교 남학생 1명이며, 중학교 3학년 2학기 기말고사 수학성적(100점 만점)이 A학생은 100점, B학생은 76점, C학생은 47점의 성적으로 상, 중, 하위권의 학생들이다. 연구대상 학생들의 수학에 대한 흥미 정도를 알아보기 위해 체험수학 수업을 실시하기 전에 간단한 설문조사를 하였고 그 결과는 <표 1>과 같다.

<표 1> 사전 설문조사 문항과 답변

번호	사전 설문 조사 문항	학생 A	학생 B	학생 C
1	다른 과목에 비해 수학에 흥미가 있는 편이다.	매우 그렇다.	보통이다.	보통이다.
2	수학에 흥미가 있다면 (또는 없다면) 그 이유는 무엇인가?	타과목보다 성적이 잘 나와서 수학에 흥미가 있다.	그냥 다른 과목이 더 좋아서 수학에 흥미가 많이 없다.	수학문제의 계산을 하는 게 싫어서 수학에 흥미가 없다.
3	지금 학교에서 배우는 수학의 난이도는 어떻다고 느끼고 있는가?	쉽다.	어렵다.	어렵다.
4	학교에서 배우는 수학이 일상생활에 필요하다고 느끼고 있다.	보통이다.	전혀 그렇지 않다.	전혀 그렇지 않다.
5	수학은 정보화 시대를 살아가는데 필요한 학문이라고 생각한다.	그렇다.	보통이다.	전혀 그렇지 않다.

사전설문조사 결과 상위권 학생 A는 수학이 쉽다고 느끼며, 타과목보다 성적이 잘 나와서 수학에 흥미가 많다고 하여, 성적이 잘나오지 않으면 수학에 흥미가 떨어질 가능성도 있다고 사료된다. 일상생활에서 수학의 필요성은 보통으로 느끼고 있다. 중위권 학생 B는 수학을 어렵다로 느끼며, 다른 과목이 더 좋아서 수학에 흥미가 많이 없다고 하였고, 하위권 학생 C는 계산하는 게 싫어서 수학에 흥미가 없다고 하여 두 학생 모두 계기가 주어지면 수학에 대한 흥미가 높아질 가능성이 있다고 사료된다. 두 학생 모두 일상생활에서 수학의 필요성은 전혀 느끼지 못하고 있었다.

세 학생 모두 수업을 하면서 문제를 푸는 수학수업방식에 지루함을 느끼는 모습도 보였고, 일상생활에서 수학의 필요성을 보통 혹은 전혀 느끼지 못하고 있는 것은 일상생활 속에서 수학을 발견할 기회를 갖지 못하였으며 중요성을 알지 못하고 문제 풀이식의 수학 수업에만 익숙하기 때문인 것 같다.

### 2. 연구 내용, 방법 및 제한점

체험수학 수업은 총 3회로 진행되었으나 본 논문에서는 2회, 3회째 활동인 ‘금강나선 그리기’, ‘금강자 제작

및 금강비 측정하기'에 대해서 다루었으며, 사후 설문조사를 실시하였다.

첫 번째 수업은 '황금비를 이용하여 황금분할 캘리퍼스 만든 후 측정하기' 활동으로서 황금비의 정의와 황금분할점 찾기, 황금분할 캘리퍼스(슈나이더, 2002)를 만든 후 신체, 생활용품에서 황금비 찾기를 하였다.

두 번째 수업은 '금강나선 그리기' 활동으로 금강 직사각형을 작도를 한 후 금강 직사각형 속에서 금강비를 가진 금강나선 그리기를 하였다. 학생의 귀를 사진 찍어 사진위에 금강나선을 작도함으로써 우리 신체에 금강나선이 나타남을 알 수 있었다.

세 번째 수업은 '금강자 제작 및 금강비 측정하기'에 대한 활동으로서 금강비를 측정할 수 있는 교구('금강자')를 개발하여 그 제작을 위한 도안을 제시하고 학생들은 그 도안에서 실제로 금강비가 나오는지 증명활동을 한 후, '금강자'를 제작하였다. 이를 이용하여 학생들은 신체, 일상생활용품, 석굴암 등에 나타나는 금강비를 찾아 측정을 할 수 있어서 정주영(2007), 채소연(2007)에서 언급함과 같이 금강비가 우리에게 친숙한 비례임을 확인할 수 있었다.

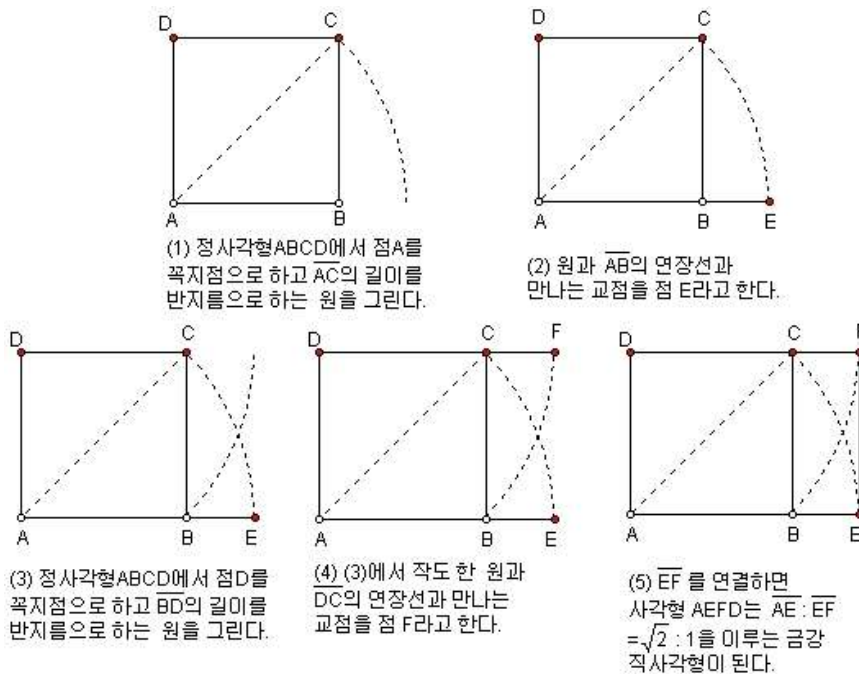
위와 같은 활동을 마친 뒤 사후 설문 조사를 실시하여 체험수학을 통해 학생들이 수학에 대한 흥미가 높아지고 수학의 필요성을 느끼는데 도움이 되는지 학생들의 반응을 살펴보았다.

본 연구는 부산에 위치한 중학교의 3학년 여학생 2명과 남학생 1명에게 적용하여 진행하였고 이를 바탕으로 한 질적 연구를 통해 학생들의 반응을 조사하였으므로 학교의 수, 학생의 학년, 학생 수, 지역 등이 한정되어 일반화하는 데는 한계가 있다.

### III. 금강비 측정 교구개발 및 체험수학활동

#### 1. 금강 직사각형 작도하기

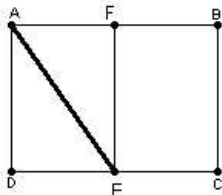
금강나선그리거나 금강자 제작 및 측정하기 활동을 위해서는 금강 직사각형을 작도해야 한다. 금강직사각형은 장단변이 비가  $\sqrt{2} : 1$  인 직사각형을 말한다. 금강 직사각형은 부석사 무량수전, 다보탑, 석가탑, 석굴암 등에서 발견할 수 있으며(정주영, 2007; 채소연, 2007), 작도 과정은 다음과 같다.



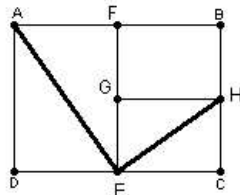
<그림 1> 금강 직사각형 작도

2. 금강나선 그리기

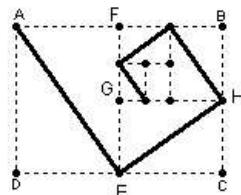
금강나선은 금강 분할을 내재한 직사각형에서 나선형구조의 호들이 연결된 형태를 말하며 그 진행은 무한히 뻗어나갈 수 있다.



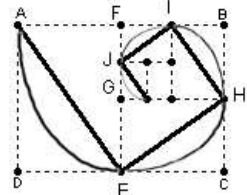
1)  $\overline{AB}$  와  $\overline{CD}$  의 중점을 점F와 점E라고 표시하고 두점을 이어 선분으로 나타낸다. 색이 다른 펜을 이용하여 AE를 나타낸다.



2)  $\overline{EF}$ 와  $\overline{BC}$ 의 중점을 점G와 점H라 하고 두점을 이어 선분으로 나타낸다. 색이 다른 펜을 이용하여 EH를 나타낸다.



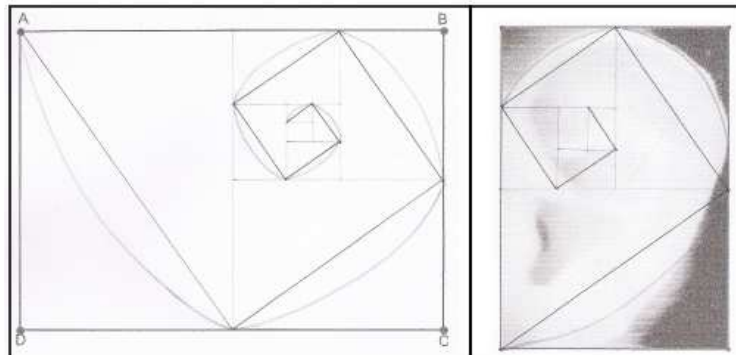
3) 앞의 방법을 반복해서 작도를 하면 다음과 같은 나선모형을 나타낼수 있다.



4)  $\widehat{AE}$ ,  $\widehat{EH}$ ,  $\widehat{HI}$ ,  $\widehat{IJ}$  등 나선형을 그린다.

<그림 2> 금강나선 작도

학생들은 금강나선을 작도한 후 자신의 귀를 사진 찍어서 <그림 3>과 같이 사진 위에 금강나선을 작도하는 활동을 하면서 자신의 귀에 나타나는 나선모양을 보고 금강비에 흥미를 보였다. 정주영(2007)도 무작위로 선정된 피실험자의 귀를 금강 직사각형으로 분석해 본 결과 서양인을 대상으로 한 황금비의 사례와 달리 전체의 크기와 귀의 모양이 수렴되는 정도가 금강 직사각형과 기준선에 정확히 일치하였다고 하였다.



<그림 3> 학생 A의 금강나선 작도 활동지 와 귀 사진에 금강나선을 작도한 활동지 답안

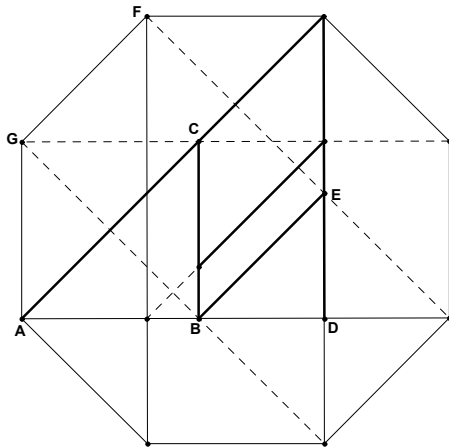
3. 금강자 제작하기

본 논문의 저자는 2009년 부산지역 D여고 여학생 3명을 지도하여 'WISE 주니어 과학논문집'에 '동양인의 비례선호도 연구와 금강비 측정 교구 개발'(최청아 외(2009))을 발표하도록 하였는데, 그 논문에는 정팔각형을 이용하여 금강비를 측정할 수 있는 '금강자'라는 교구를 개발하여 소개하고 있다. 그러나 본 연구를 진행하는 과정에서 '정팔각형을 이용한 금강자'를 만들기 위해서는 정팔각형을 작도해야 하고 또한 완성된 모양이 <그림 11, 가운데>와 같이 한 쪽으로 치우쳐져 있어서 잡기 불편하며, 미세한 부분에서는 측정하기 위해 접었을 때는 <그림 11, 우>와 같이 모양이 바르지 않아 정확하게 측정을 할 수 없다는 점을 발견하게 되었다. 따라서 다른 도형을 이용한 금강자를 개발할 필요성을 느끼게 되었고 그 결과 좀 더 쉽게 제작할 수 있고 사용하기 편리한 '금강 직사각형을 이용한 금강자'와 '직각이등변 삼각형을 이용한 금강자'를 개발하게 되었다. 새로 개발한 금강자는 <그림 19, 22>와 같이 양쪽 길이가 같아서 잡기 편하고 접었을 때에도 완전히 포개져서 미세한 부분을 더 정확하게 측정할 수 있게 되었다.

금강자는 어떤 직선이든지 금강비로 나누는데, 금강자의 막대 양 끝부분을 분할하려는 직선의 양 끝부분에 갖다 대면, 중간 막대의 끝이 금강 분할 지점을 가리키므로 일상생활에서 손쉽게 금강비를 측정할 수 있다. 또한 금강자는 만드는 과정이 어렵지 않고 재료비도 저렴하여 쉽게 만들 수 있어서 비례에 대한 체험활동교구로서 유용할 것으로 생각된다.

(1) 정팔각형을 이용한 금강자

최청아 외(2009)에는 정팔각형을 이용한 금강자 도안 <그림 4>와 완성된 자 <그림 11, 가운데>만 소개되어 있고, 제작과정이 자세히 소개되어 있지 않으므로 본 연구에서는 학생들이 체험활동에서 제작한 과정을 소개하기로 한다. 정팔각형을 이용한 금강자를 제작하기 위해 도안 <그림 4>를 제시하였고 증명하는 활동을 하였는데 증명과정에서 학생들은 도형의 닮음, 닮음비를 상기하고 정팔각형 내에서 금강비를 발견할 수 있음에 흥미로워했다.



<그림 4> 정팔각형을 이용한 금강자 도안

1) 증명활동

※정팔각형은 금강비인  $\sqrt{2}:1$ 의 비를 가지고 있다.  
 괄호를 채우고 정팔각형 속에서 나타나는 금강비에 대해 알아보자.

(증명)  
 $\overline{AB} = a, \overline{BD} = b$  일 때,  $\overline{AB} = \overline{BC}$  이므로  $\overline{AC} = (\sqrt{2}a)$  이고  
 $\overline{BD} = \overline{ED}$  이므로  $\overline{BE} = \sqrt{2}b$  이다.  
 $\therefore \triangle ABC \sim \triangle BDE$  (AA 닮음)  
 $\overline{BE} = \overline{FG}, \overline{CB} = \overline{GA}, \overline{FG} = (\overline{GA})$  이므로  $\overline{BE} = (\overline{CB})$  이다.  
 $\overline{AB} : \overline{BD} = \overline{AC} : \overline{BE} = (\sqrt{2}a) : (a) = \sqrt{2} : 1$

<그림 5> 정팔각형을 이용한 금강자 도안 증명 활동지와 학생 A의 답안

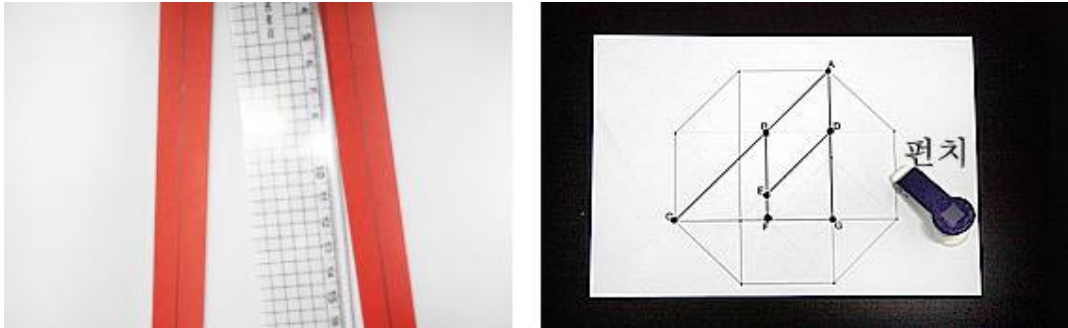
2) 제작하기

(가) 준비물: 정팔각형 도안 1장, 폼보드지(직사각형모양 2개), 볼트 4개, 너트 4개, 칼, 자, 연필, 가위, 편치

(나) 제작과정

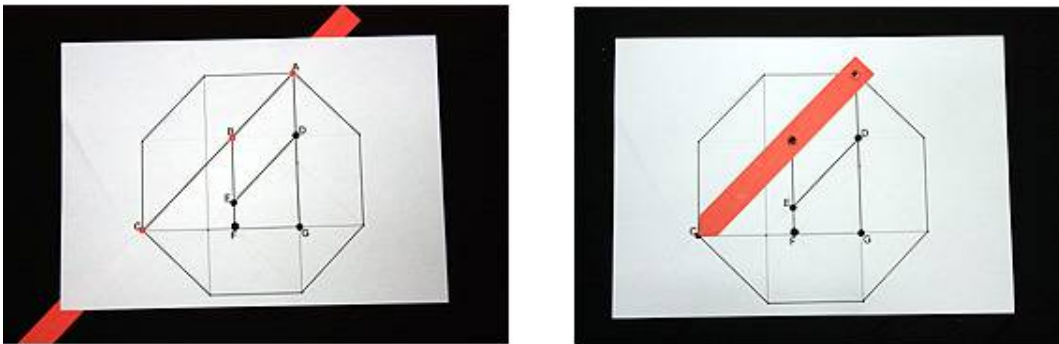
- ① 폼 보드지를 가로 2cm, 세로 52cm 인 직사각형 모양으로 2개 자른다. 너비의 중앙선을 긋는다.

② <그림 6>의 우측 도안에서 진하게 그어진 선분들이 만나는 점 A, B, C, D, E, F, G를 펀치를 사용하여 구멍을 뚫는다.



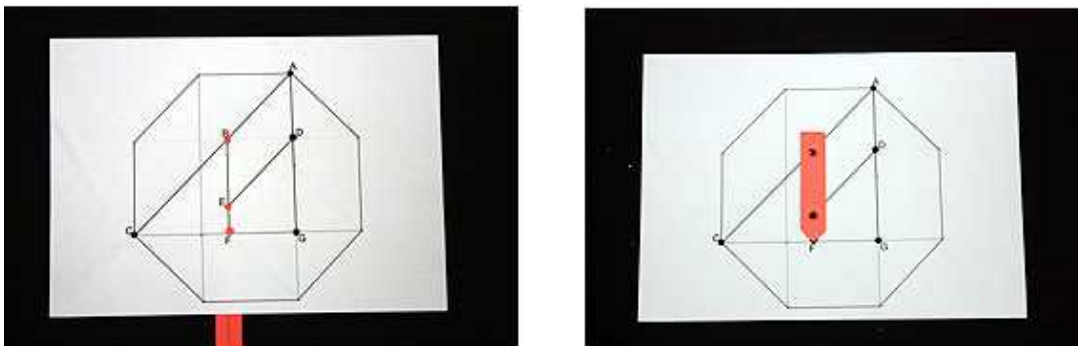
<그림 6> 제작과정 ①(좌), 제작과정 ②(우)

③ 금강자 도안에서  $\overline{AC}$  밑으로 폼보드지를 대고 위로 3cm정도 여유를 준 다음, 뚫어 놓았던 구멍 사이로 ①에서 준비한 폼보드지 직사각형의 중앙선이 보이도록 놓는다. 구멍사이로 보이는 선분 위로 연필을 이용하여 구멍을 표시를 한 다음 점 C에서 폼보드지 직사각형에 표시한 구멍은 가위를 이용하여 화살표 모양으로 자른다. 나머지 점 A, B 에서 표시한 두 개의 구멍은 연필을 이용하여 크게 뚫는다.



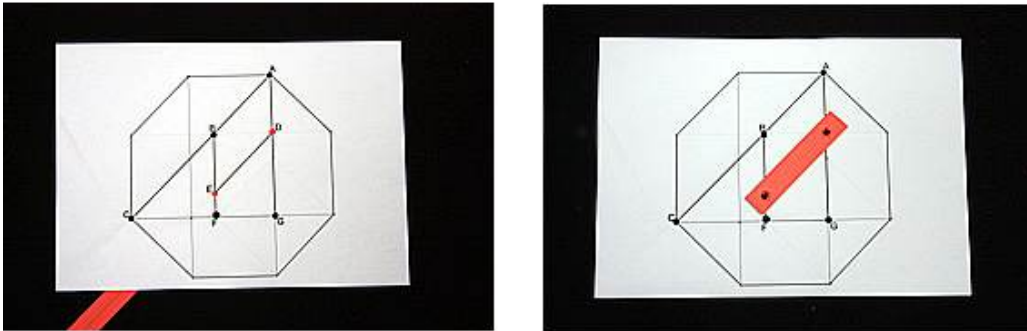
<그림 7> 제작과정 ③(좌, 우)

④ ③과정을 하고 남은 폼보드지를 이용하여 도안에서  $\overline{BF}$  밑으로 폼보드지를 대고 ③과 같은 방법으로 폼보드지 직사각형의 중앙선 위에 구멍 B, E, F를 표시한 다음, 점 F에서 폼보드지 직사각형에 표시한 구멍은 가위를 이용하여 화살표 모양으로 자르고, 점 B, E에서 표시한 두 개의 구멍은 연필을 이용하여 크게 뚫는다.



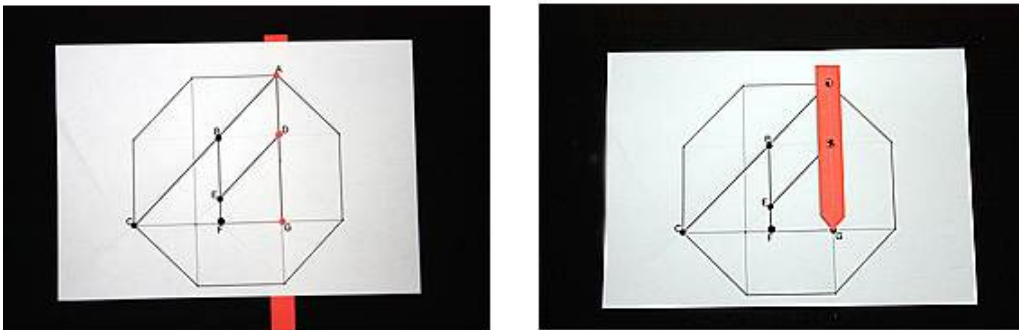
<그림 8> 제작과정 ④(좌, 우)

⑤ ④과정을 하고 남은 폼보드지를 이용하여 도안에서  $\overline{DE}$  밑으로 폼보드지를 대고 ③과 같은 방법으로 폼보드지 직사각형의 중앙선 위에 구멍 D, E,를 표시한 다음 연필을 이용하여 크게 뚫는다.



<그림 9> 제작과정 ⑤(좌, 우)

⑥ ⑤과정을 하고 남은 폼보드지를 이용하여 도안에서  $\overline{AG}$  밑으로 폼보드지를 대고 ③과 같은 방법으로 폼보드지 직사각형의 중앙선 위에 구멍 A, D, G를 표시한 다음, 점 G에서 폼보드지 직사각형에 표시한 구멍은 가위를 이용하여 화살표 모양으로 자르고, 점 A, D에서 표시한 두 개의 구멍은 연필을 이용하여 크게 뚫는다.

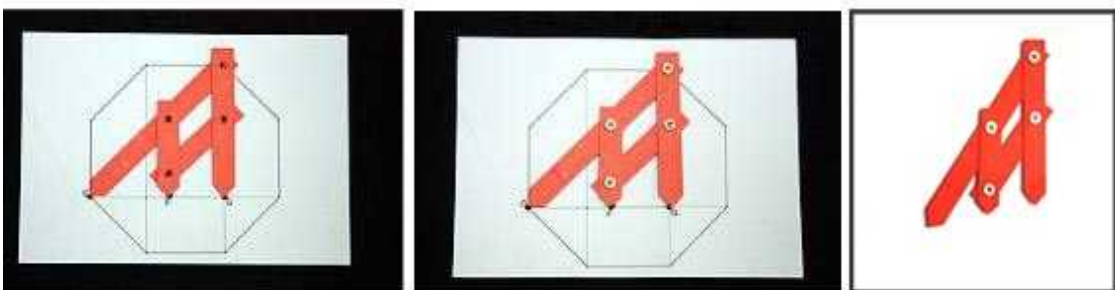


<그림 10> 제작과정 ⑥(좌, 우)

⑦ ③, ④, ⑤, ⑥에서 만든 4개의 폼보드지를 도안 위에 <그림 11>의 좌와 같이 놓는다. 같은 방향으로 향하고 있는 (평행한)선분들 끼리는 같이 아래로 또는 위로 올라 가 있도록 놓는다. ( $\overline{AC}$  와  $\overline{DE}$ ,  $\overline{BF}$  와  $\overline{AG}$ 는 서로 평행한 선분들이다.)

⑧ 선분끼리 만나는 구멍 4개를 볼트와 너트를 이용하여 고정시킨다.

⑨ 완성된 금강자를 움직여 보고 측정을 한다.

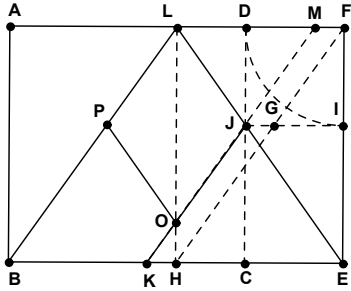


<그림 11> 제작과정 ⑦(좌), 금강자 완성(가운데, 우)



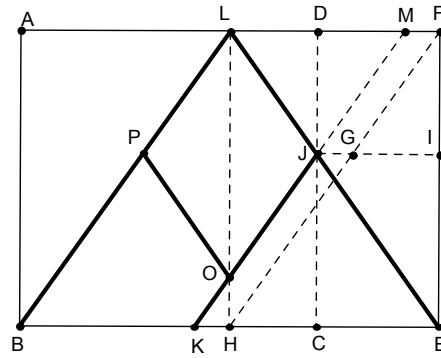
(2) 금강 직사각형을 이용한 금강자

금강 직사각형을 이용한 금강자를 제작하기 위해 <그림 12>와 같이 금강 직사각형 내에서 금강비를 찾아 도안을 제시하였고 증명 활동을 하였는데 학생들은 도형의 닮음, 닮음비, 비례식 풀기 등을 상기해가며 활동지에 있는 증명문제의 괄호를 채우면서 어려울 것으로 생각하였는데 의외로 쉽게 답할 수 있었다고 했으며 비례관계 및 계산문제에 흥미를 느낀다고 했다.



- (1) 정사각형 ABCD에서 금강 직사각형 ABEF를 작도한다.  $\overline{BE}$ 와  $\overline{AF}$ 의 중점을 점 H, 점 L이라 표시한 후,  $\overline{FH}$ 를 그린다.
- (2) 점 F를 중심으로  $\overline{FD}$ 를 반지름으로 하는 원을 그린다음 정사각형 DJIF를 작도 한다.
- (3) 점 J를 지나면서  $\overline{FH}$ 와 평행한  $\overline{KM}$ 을 그린다.
- (4)  $\overline{LH}$ 와  $\overline{MK}$ 가 만나는 교점을 점 O라 하고 점 O를 지나면서  $\overline{LE}$ 에 평행한 선분  $\overline{OP}$ 를 그린다.
- (5)  $BK : KE = 1 : \sqrt{2}$

<그림 12> 금강 직사각형을 이용한 금강자 작도 과정



<그림 13> 금강 직사각형을 이용한 금강자 도안

1) 증명활동

※금강 직사각형은 금강비인  $\sqrt{2} : 1$ 의 비를 가지고 있다. 괄호를 채우고 금강 직사각형 속에서 나타나는 금강비에 대해 알아보자.

(증명)

정사각형  $ABCD$ 에서  $\overline{AB} = a$ 이면  $\overline{HL} = a$ 이다.

금강 직사각형  $ABEF$ 는  $\overline{AB} : \overline{BE} = (1) : (\sqrt{2})$ 이므로  $\overline{BE} = \sqrt{2}a$ .

점  $H$ 는  $\overline{BE}$ 의 중점이므로  $\overline{BH} = \overline{HE} = (\frac{\sqrt{2}}{2}a)$ 이다.

$\overline{AF} = \sqrt{2}a$ ,  $\overline{AD} = a$ 이므로  $\overline{DF} = (\sqrt{2}-1)a = \overline{FI}$ .

그러면  $\triangle FHE \sim \triangle FGI$  이므로

$\overline{FI} : \overline{GI} = \overline{FE} : \overline{HE}$ 이고  $(\sqrt{2}-1)a : \overline{GI} = a : \frac{1}{\sqrt{2}}a$ 이다.

따라서  $\overline{GI} = (1 - \frac{1}{\sqrt{2}})a$ 이다.

$\overline{JG} = (\overline{JI}) - (\overline{GI}) = (\sqrt{2}-1)a - (1 - \frac{1}{\sqrt{2}})a = (\frac{3}{2}\sqrt{2}-2)a = \overline{KH}$

$\overline{BK} = (\overline{BH}) - (\overline{KH}) = \frac{1}{\sqrt{2}}a - (\frac{3}{2}\sqrt{2}-2)a = ((2-\sqrt{2})a) \rightarrow (\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{3}{2}\sqrt{2}+2)a = (2-\sqrt{2})a$

$\overline{KE} = \overline{KH} + \overline{HE} = (\frac{3}{2}\sqrt{2}-2)a + \frac{1}{\sqrt{2}}a = (2(\sqrt{2}-1)a) \rightarrow (\frac{3}{2}\sqrt{2}-2+\frac{\sqrt{2}}{2})a = (2\sqrt{2}-2)a = 2(\sqrt{2}-1)a$

$\therefore \overline{KE} \div \overline{BK} = \sqrt{2}$

<그림 14> 금강 직사각형을 이용한 금강비 증명 활동지와 학생 A의 답안

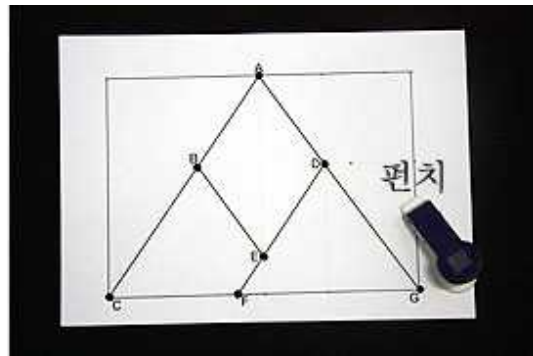
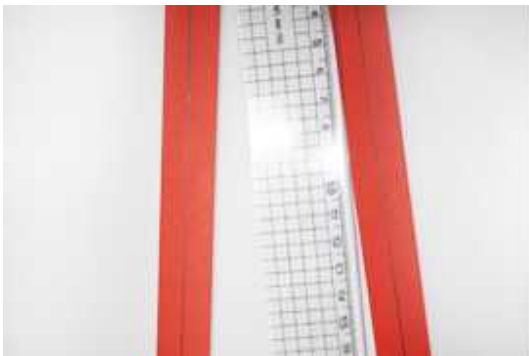
2) 제작하기

(가) 준비물: 정팔각형을 이용한 금강자 제작과 동일

(나) 제작과정

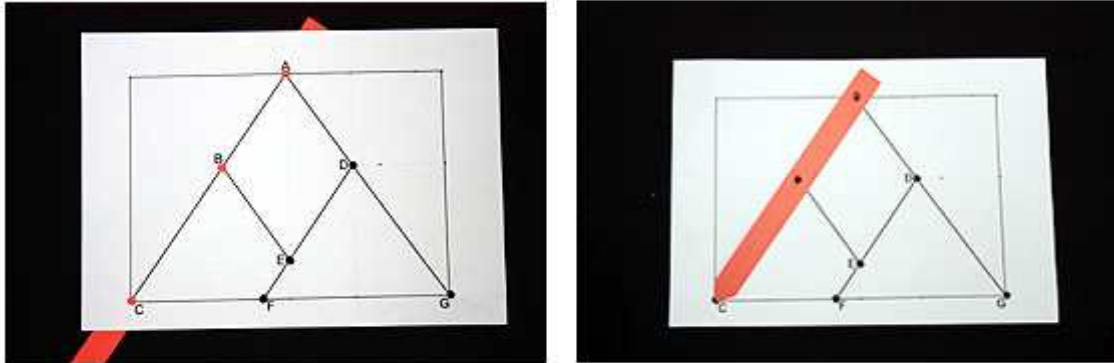
① 정팔각형을 이용한 금강자 제작과정 ①과 동일

② 금강자 도안에서 진하게 그려진 선분들이 만나는 점 A, B, C, D, E, F, G를 펀치를 사용하여 구멍을 뚫는다.



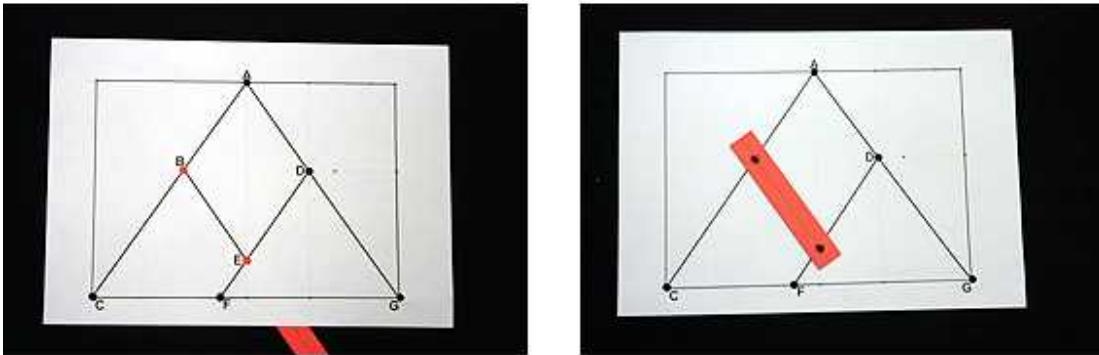
<그림 15> 제작과정 ①(좌), 제작과정 ②(우)

③ 금강자 도안에서  $\overline{AC}$  밑으로 폼보드를 대고 위로 3cm정도 여유를 준 다음, 뚫어 놓았던 구멍 사이로 ①에서 준비한 폼보드 직사각형의 중앙선이 보이도록 놓는다. 구멍사이로 보이는 선분 위로 연필을 이용하여 구멍을 표시를 한 다음 점 C에서 폼보드 직사각형에 표시한 구멍은 가위를 이용하여 화살표 모양으로 자른다. 점 A, B 에서 표시한 두 개의 구멍은 연필을 이용하여 크게 뚫는다.



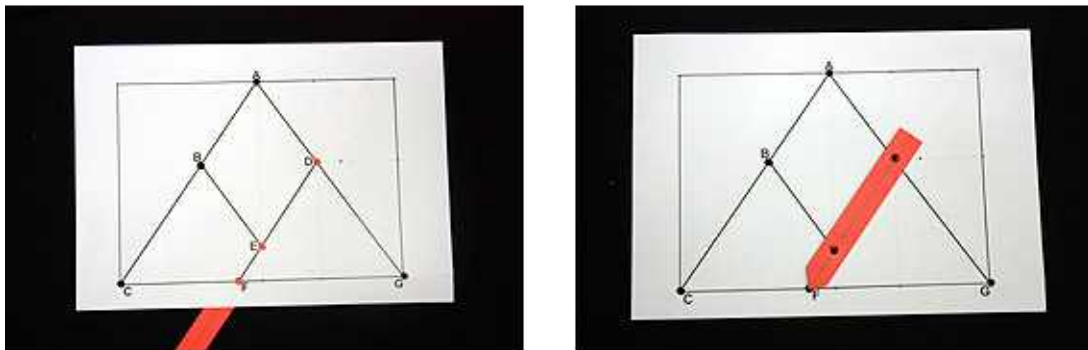
<그림 16> 제작과정 ③(좌, 우)

④ ③과정을 하고 남은 폼보드를 이용하여 도안에서  $\overline{BE}$  밑으로 폼보드를 대고 ③과 같은 방법으로 폼보드 직사각형의 중앙선 위에 구멍 B, E를 표시한 다음, 연필을 이용하여 크게 뚫는다.



<그림 17> 제작과정 ④(좌, 우)

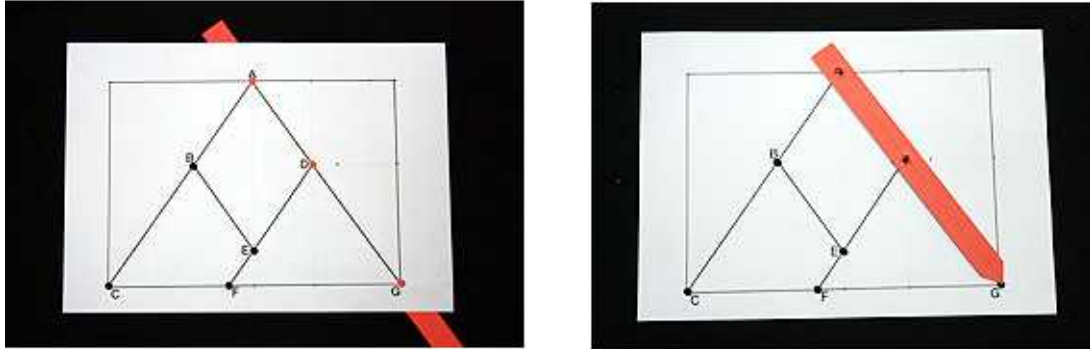
⑤ ④과정을 하고 남은 폼보드를 이용하여 도안에서  $\overline{DF}$  밑으로 폼보드를 대고 ③과 같은 방법으로 폼보드 직사각형의 중앙선 위에 구멍 D, E, F를 표시한 다음, 점 F에서 폼보드 직사각형에 표시한 구멍은 가위를 이용하여 화살표 모양으로 자르고, 점 B, E에서 표시한 두 개의 구멍은 연필을 이용하여 크게 뚫는다.



<그림 18> 제작과정 ⑤(좌, 우)

⑥ ⑤과정을 하고 남은 폼보드를 이용하여 도안에서  $\overline{AG}$  밑으로 폼보드를 대고 ③과 같은 방법으

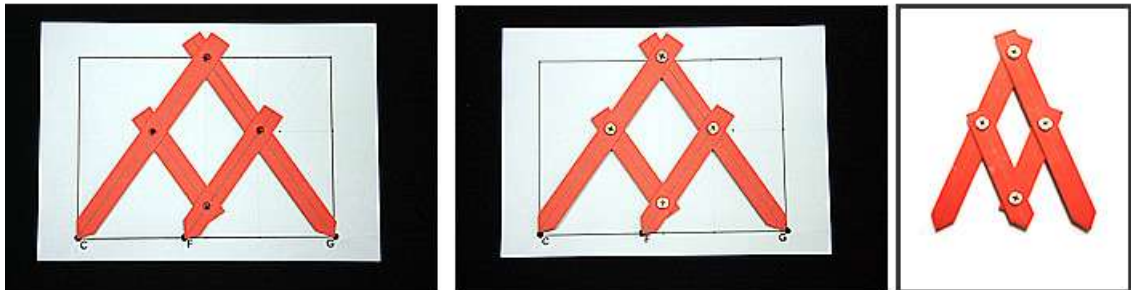
로 폼보드지 직사각형의 중앙선 위에 구멍 A, D, G를 표시한 다음, 점 G에서 폼보드지 직사각형에 표시한 구멍은 가위를 이용하여 화살표 모양으로 자르고, 점 A, D에서 표시한 두 개의 구멍은 연필을 이용하여 크게 뚫는다.



<그림 19> 제작과정 ⑥(좌, 우)

⑧ ③, ④, ⑤, ⑥에서 만든 4개의 폼보드지를 도안 위에 <그림 19>의 좌와 같이 놓는다. 같은 방향으로 향하고 있는 (평행한)선분들 끼리는 같이 아래로 또는 위로 올라 가 있도록 놓는다. ( $\overline{AC}$  와  $\overline{DF}$ ,  $\overline{BE}$  와  $\overline{AG}$ 는 서로 평행한 선분들이다.)

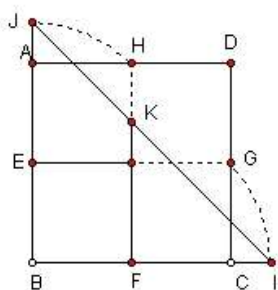
- ⑧ 선분끼리 만나는 구멍 4개를 볼트와 너트를 이용하여 고정시킨다.
- ⑨ 완성된 금강자를 움직여 보고 측정을 한다.



<그림 20> 제작과정 ⑦(좌), 금강자 완성 ⑧(가운데, 우)

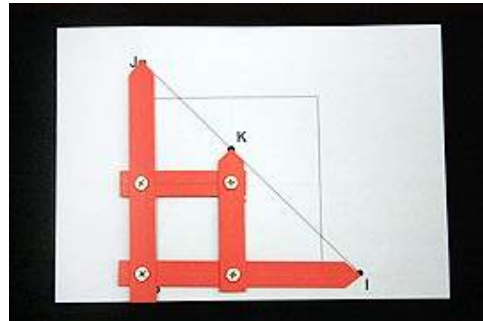
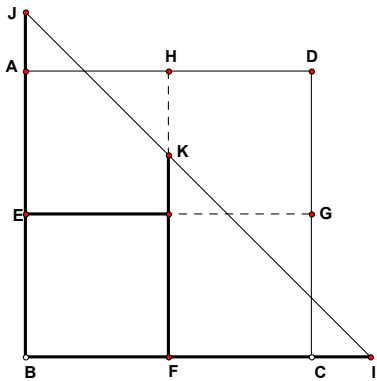
(3) 직각 이등변 삼각형을 이용한 금강자

위에 제시한 두 개의 금강자보다 학생들이 더 쉽게 도안을 작도할 수 있는 방법을 연구하던 중에 직각 이등변 삼각형을 이용하면 더욱 쉽게 금강자를 제작할 수 있음을 발견하였다.



- (1) 정사각형 ABCD의 각 변의 중점을 점E, F, G, H라 한다.
- (2) 점F를 중심으로  $\overline{FG}$ 를 반지름으로 하는 원을 작도한다. BC의 연장선과 만나는 점을 I라고 한다. 점E를 중심으로  $\overline{EH}$ 를 반지름으로 하는 원을 작도한 다음 BA의 연장선과 만나는 점을 J라고 한다.
- (3)  $\overline{IJ}$ 와  $\overline{HF}$ 가 만나는 점을 K라고 한다.
- (4)  $\overline{KI} : \overline{KJ} = \sqrt{2} : 1$

<그림 21> 직각 이등변 삼각형을 이용한 금강자 도안 작도 과정



<그림 22> 직각 이등변 삼각형을 이용한 금강자 도안

<그림 23> 직각 이등변 삼각형을 이용한 금강자

1) 증명

점 E, F, G, H는 정사각형 ABCD의 각 변의 중점이다.

점 F를 중심으로  $\overline{FG}$ 을 반지름으로 한 원과  $\overline{BI}$ 의 연장선과 만나는 점을 점 I 라고 하였으므로,

$\overline{BF} = a$  라 하면  $\overline{FI} = \sqrt{2}a$ 이다.  $\triangle BIJ \sim \triangle FIK$  (AA 닮음)이므로

$$\overline{IK} : \overline{KJ} = \overline{IF} : \overline{FB} = \sqrt{2}a : a = \sqrt{2} : 1$$

2) 제작하기

(가) 준비물 : 금강 직사각형을 이용한 금강자 제작과 동일

(나) 제작과정

금강 직사각형을 이용한 금강자 제작과정과 동일하게 폼보드지와 연필을 이용하여 구멍을 표시한 뒤 자르고 뚫은 다음 폼보드지를 직각이등변 삼각형 도안 위에 올려놓고 볼트와 너트를 이용하여 제작한다.

4. 금강비 측정하기 체험 활동의 실제 및 분석

학생들은 먼저 정팔각형을 이용한 금강자로 자신의 신체와 일상생활용품, 석굴암 등을 측정했으나 사용이 불편하여 새로이 개발한 금강 직사각형을 이용한 금강자를 이용하여 측정활동을 하였고, 금강비를 찾아 측정하는 활동을 사진으로 찍어 사진에 금강비를 표시하였다. 학생들은 직접 측정을 해서 찾는 과정이 좋았고 매우 흥미있다고 하면서, 수학과 타 분야와의 밀접한 연관성을 알 수 있는 의미 있는 시간이 되었다고 하였다.

1) 신체

학생들은 서로의 신체를 측정하면서 자신의 신체의 많은 부분에 금강비가 숨어 있는 것을 발견하였고 직접 신체의 여러 부분을 측정을 해보니 매우 흥미 있다고 했다. 측정하는 과정에서 처음 측정을 시작했을 때에는 어디서부터 해야 할지 고민하였으나 참고문헌(경주영, 2007; 채소영, 2007)을 참조하여 어느 부분을 측정 해볼 것인지에 대해 서로 토론을 하면서 찾아보니 더 많은 부분에서 찾을 수 있어서 재미있다고 했다. 전신측정을 하기에는 자의 크기가 작은 관계로 조금 어려움이 있었지만 서로 토론을 하면서 멀리서 한 학생을 세워 놓고 측정을 해보니 전신측정도 가능하였다. 학생들의 측정은 최청아 외(2007)와 동일한 측정 결과를 보여주고 있다. 또한 채소연(2007)은 최근 2005년도 산업자원부의 통계결과를 재분석한 결과 한국 남성과 여성의 얼굴의 세로와 가로의 비가 평균 1.4 : 1임을 보여주고 있다.

<표 2> 신체 측정 활동지와 학생 A, B, C의 답안

※금강자를 이용하여 신체에 나타나는 금강 비를 찾아보자.	
<p>학생 B</p>	 <p>코끝에서 입술 중간선: 입술중간선에서 턱 끝</p>  <p>발끝에서 앞 발바닥 : 앞발바닥에서 발끝</p>  <p>손가락길이 : 손바닥 길이</p>
<p>학생 A</p>	 <p>턱 끝에서 단전 : 단전에서 무릎</p>  <p>이마 끝에서 눈썹 : 눈썹에서 코 끝</p>  <p>발가락 끝에서 첫 마디:첫 마디에서 둘째마디</p>

2) 생활용품

일상생활에 쓰이는 여러 가지 물건을 찾아 금강비를 측정하는 과정에서 <표3>의 슬리퍼에서 나타나는 비는 <표 2>의 발에서 나타나는 금강비와 정확히 일치함을 알 수 있었고, 이것으로부터 일상생활용품 만들 때 우리 신체에 나타나는 비례를 이용하여 소비자들의 신체에 맞추어 편안하게 쓸 수 있도록 디자인됨을 알 수 있었다. 학생들은 활동지에 적은 것 이외에도 각각의 집에 있는 많은 일상생활용품에서 금강비를 찾을 수 있어서 일상생활용품의 디자인이 신체와 밀접한 관계가 있다는 것을 알게 되었고 금강비 측정 활

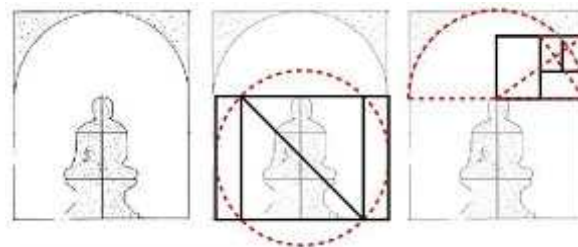
동에 대해서 흥미로워 했다. 채소연(2007)에 나오는 도자기, 소반 등 우리나라의 전통공예품에도 금강비가 나타남을 보고 더 많은 것을 측정해보고 싶다고 했다.

<표 3> 일상생활용품 측정 활동지와 학생 A, B, C의 답안

※금강자를 이용하여 일상생활용품에 나타나는 금강비를 찾아보자.	
학생 A	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(의자)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(슬리퍼)</p> </div> </div>
학생 B	 <p>(칼)</p>
학생 C	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(가위)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(빗)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(냄비)</p> </div> </div>

### 3) 석굴암

금강비가 나타나는 대표적인 건축물은 석굴암이며 <그림 23>과 같이 석굴암의 너비와 본존불의 높이에서도 금강비가 나타남을 볼 수 있다 (정주영, 2007).

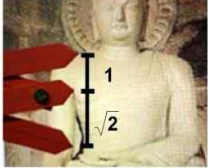
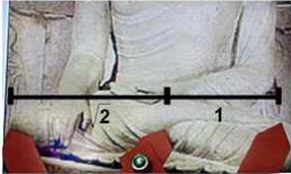



<그림 24> 석굴암

석굴암 불상의 여러 부분에서 나타나는 금강비를 측정하기 위해 <표 4>에서와 같이 석굴암 불상을 컴퓨터 화면에 크게 띄어 놓고 측정하였다. 측정하는 도중에 직접 가서 측정하고 싶다는 학생도 있었고, 자의 크기가 작아서 더 큰 자를 만들어서 채보고 싶다는 학생도 있었다. 정주영(2007), 채소연(2007)에 나오는 석가탑, 다보탑, 부석사 무량수전 등 우리나라의 다른 국보급 건축물에서도 금강비가 나타남을 보고 직접 찾

아가 측정해 보고 싶고 더 많은 건축물에서도 찾아보고 싶다고 했다.

<표 4> 석굴암 측정 활동지와 학생 A, B, C의 답안

※금강자를 이용하여 석굴암에 나타나는 금강비를 찾아보자.					
학생 A		학생 B		학생 C	
	어깨에서 겨드랑이 : 겨드랑이에서 허리		무릎에서 발목 : 발목에서 발끝		어깨 끝에서 목 : 목에서 어깨 끝

5. 사후 설문 조사

<표 5> 사후 설문조사 문항과 답변

번호	사후 설문 조사 문항	학생 A	학생 B	학생 C
1	수학을 직접 관찰, 조작하는 것(체험수학)을 통해서 배울 수 있었다.	매우 그렇다	매우 그렇다	매우 그렇다
2	수학이 일상생활에 필요하다고 생각되었다.	매우 그렇다.	그렇다.	그렇다.
3	체험수학을 통한 수업이 재미있다.	그렇다	그렇다	매우 그렇다.
4	학교에서도 이런 체험수학을 했으면 좋겠다고 생각한다.	그렇다	매우 그렇다.	매우 그렇다.
5	체험수학을 통한 수업이 흥미는 있었지만 학교 수업에 방해된다고(또는 도움이 된다고) 생각된다면 그 이유는 무엇인가?	도움이 되는 것도 있고 아닌 것도 있는 것 같다. 우선 만드는 재미도 있고, 내용을 좀 더 쉽게 이해할 수 있지만, 수업시간에 한다면 만드는 데 너무 집중을 해서 수업이 어수선해지고, 무엇보다 시간이 많이 걸릴 것 같다.	보통 수업시간에 학습은 이해가 잘 안가서 조금 다가가기가 어려운 과목이었다. 그런데 이렇게 직접 체험을 하니 내용을 더 잘 알아들을 수 있어서 시간을 짧게 하더라도 체험학습을 했으면 좋겠다.	수업에 도움이 될 것 같다. 수업내용에 대해서 더 이해하기가 쉽고, 어려웠던 수학에 더욱더 적극적으로 참여를 할 것 같다. 도움이 된다.



6	오늘 수업 후 느낀 점은?	직접 말로만 수업을 하는 것 보다 체험학습을 하니 훨씬 더 잘 알아들을 수 있었다. 그리고 기억이 더 오래 날 것 같다.	금강자를 만들면서 흥미롭고, 재미있었다. 무엇보다도 일상생활에서 적용이 전혀 안 될 것 같았는데 적용이 되는 게 신기했고, 처음에 황금분할 캘리퍼스를 만들었을 때에는 비가 맞지 않아서 조금 실망을 했는데, 동양의 비로 만든 금강자를 만들어 봤을 때에는 동양미인 이란 소리에 기분이 좋았다. 그리고 은근히 일상생활에 수학이란 학문이 많이 적용 되는 것 같다.	수학에 대해서 항상 내용만을 고집하고 문제를 푸는 과목이라고 생각을 했는데, 오늘 체험학습을 한 뒤 수학에 대해서 새로운 점을 알게 되어 좋은 계기가 된 것 같다.
---	----------------	---	---	---

세 학생 모두 체험수학활동이 재미있었고, 학교에서도 이런 체험수학을 했으면 좋겠다고 하였다. 또한 세 학생 모두 ‘체험수학을 통해서 수학을 배울 수 있었다’에 매우 그렇다고 답하였고, 상위권 학생 A는 직접 말로만 수업을 하는 것 보다 체험학습을 하니 훨씬 더 잘 알아들을 수 있었고 기억이 더 오래 날 것 같다고 하였다. 중위권 학생 B는 사전설문조사에서는 수학을 어렵다로 느끼며, 다른 과목이 더 좋아서 수학에 흥미가 많이 없다고 하였는데 사후 설문조사에서는 수학은 보통 수업시간에 이해가 잘 안가서 조금 다가가기 어려운 과목이었는데 이렇게 직접 체험을 하니 내용을 더 잘 알아들을 수 있다고 했다. 학생 C는 사전설문 조사에서는 계산문제를 풀어야 한다는 이유로 수학에 흥미가 떨어진다고 하였으나 사후설문조사에서는 체험수학을 하니 수업내용에 대해서 더 이해하기가 쉽고, 어려웠던 수학에 더욱더 적극적으로 참여를 할 것 같다고 하였고 수학에 대해서 새로운 점을 알게 되어 좋다고 하였다.

따라서 체험수학활동은 상위권 학생 A에게도 성적에 관계없이 수학에 대한 흥미를 유지시켜줄 수 있을 것으로 생각되고, 중·하위권 학생 B와 C의 경우에 체험수학활동은 수학에 대한 흥미를 불러일으키고 수학에 대한 두려움을 없애는데 효과가 있음을 보여준다.

그러나 상위권 학생 A는 체험수학을 통한 수업이 흥미는 있었지만 학교 수업에 방해된다고 생각하는 면도 있는데 그 이유는 수업시간에 한다면 만드는데 너무 집중을 해서 수업이 어수선해지고, 무엇보다 시간이 많이 걸릴 것 같다고 하여 체험수학활동이 상위권학생보다는 중·하위권 학생에게 더 효과적일 것이라는 추측을 가능하게 하고 추후의 연구가 필요함을 보여주고 있다.

일상생활에서의 수학의 필요성을 사전설문조사에서는 학생 A는 보통으로, 학생 B와 C는 전혀 느끼지 않는다고 답하였는데, 사후설문조사에서는 학생 A는 ‘매우 그렇다.’ 학생 B와 C는 ‘그렇다’고 답하여서 일상생활과 연계된 체험수학활동이 학생들에게 일상생활에서 수학의 필요성을 좀 더 확실하게 느끼게 함을 알 수 있었다.

학생들은 정팔각형을 이용한 금강자와 금강 직사각형을 이용하여 만든 금강자를 번갈아 가면서 측정을 하는 과정에서 금강 직사각형을 이용해서 만든 금강자가 양쪽 길이도 같아서 잡기도 편하고 접었을 때에도 완전히 포개져서 미세한 부분을 측정을 할 때에도 더 측정이 잘 되었다고 했다. 특히 학생 A는 자를 쉽게 만들 수 있어서 일상생활에서도 쉽게 쥘 수 있음에 유용함을 몸소 느낄 수 있었다고 하였다.

학생 B는 처음에 황금분할 캘리퍼스로 측정하였을 때는 자신의 신체비가 황금비에 맞지 않아서 조금 실망을 했는데, 금강자로 측정을 했을 때에는 동양미인이란 소리에 기분이 좋

았고 하였다. 그러나 우리나라 중등 교과서의 대부분은 가장 아름다운 비로 황금비만을 소개하고 있고(강옥기 외, 2003; 이영하 외, 2003; 이준열 외, 2003; 전평국 외, 2003), 이영하 외(2003)는 석굴암이  $1 : \sqrt{2}$ 를 기본으로 건축되었다고 간단히 소개하고 있지만 금강비라는 용어는 사용하지 않았으며 아름다움에 대해서는 언급하지 않고 있다. 학생 B의 응답은 최청아 외(2009)에서도 제안하였듯이 교과서에 황금비와 더불어 예로부터 우리고유의 미의 기준이 되어온 금강비와 그 아름다움에 대해서도 소개해야할 것을 시사하고 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 논문은 중요한 수학적 개념인 비와 비례개념을 학습하는데 있어서 선행연구의 제안을 고려하여 수학적·외적 연결성을 고려하고 다양한 맥락에서 비를 구현하기 위한 교수학습 자료 개발의 필요성에 따라 우리의 전통적인 선호비례인 금강비를 도입하여, 금강비를 측정할 수 있는 ‘금강자’를 개발하고 학생들이 직접 제작하여 신체, 일상생활용품, 석굴암 등에 나타나는 금강비를 측정하는 체험수학활동을 통하여 학생들이 수학수업에 흥미를 갖고 수학의 필요성을 느낄 수 있는 방안을 제시하였다.

본 연구를 진행하는 과정에서 본 논문의 저자가 지도하여 최청아 외(2009)에 발표된 ‘정팔각형을 이용한 금강자’는 제작하기에 시간이 걸리며 측정하기 불편한 면이 발견되어, 다른 도형을 이용한 금강자를 개발할 필요성을 느끼게 되었고 그 결과 좀 더 쉽게 제작할 수 있고 사용하기 편리한 ‘금강 직사각형을 이용한 금강자’와 ‘직각이등변 삼각형을 이용한 금강자’를 개발하게 되었다. 개발된 금강자는 만드는 과정이 어렵지 않고 재료비도 저렴하여 쉽게 만들 수 있어서 비례에 대한 체험활동교구로서 유용하리라 생각된다.

금강자를 제작하기 위해 도안을 제시하고 증명 활동을 하였는데 학생들은 도형의 닮음, 닮음비, 비례식 풀기 등을 상기해가며 증명하면서 비례관계 및 계산문제에 흥미를 느낀다고 했다. 이것은 생활주변의 현상을 학습소재로 도입하고 구체적인 조작활동과 탐구활동을 제공하는 체험수학활동이 학생 스스로 수학적 개념, 원리, 법칙을 발견하게 하는데 도움을 준다고 사료된다.

제작된 금강자를 이용하여 학생들은 서로의 신체에 나타나는 금강비를 찾아 측정하는 활동에 매우 흥미 있어 했으며 금강비가 우리에게 친숙한 비례임을 확인할 수 있었다. 측정하는 과정에서 어느 부분을 측정해볼 것인지에 대해 서로 토론하는 모습도 보여서 이러한 체험활동이 수학적 의사소통에도 도움을 줌을 확인할 수 있었다. 또한 일상생활용품과 석굴암에서 금강비를 찾을 수 있어서 일상생활용품의 디자인이 신체와 밀접한 관계가 있다는 것을 알게 되었고 일상생활에서 수학의 필요성을 느낄 수 있었으며 수학과 타 분야와의 밀접한 연관성을 알 수 있는 의미 있는 시간임을 확인할 수 있었다. 학생들은 그 밖의 우리나라의 전통공예품이나 석가탑, 다보탑, 부석사 무량수전 등 우리나라의 다른 국보급 건축물에서도 금강비가 나타남을 보고 직접 찾아가 측정해 보고 싶다고 하여 이러한 체험활동이 수학에 대한 흥미와 관심을 불러일으켜 적극적으로 수업에 참여하도록 하는데 효과가 있음을 알 수 있었다.

사전설문조사에 비해 사후설문조사에서는 일상생활과 연계된 체험수학활동이 학생들에게 수학의 필요성을 좀 더 확실하게 느끼게 함을 알 수 있었고, 수학에 좀 더 흥미와 관심을 불러일으키고 적극적으로 수업에 참여하도록 함도 알 수 있었다. 체험수학활동 자체에 대해서도 매우 흥미있는 반응을 보였지만 이를 통해 수학을 배울 수 있으며 학교에서도 이런 체험수학을 했으면 좋겠다고 하였다.

그러나 상위권 학생의 경우는 체험수학을 통한 수업이 흥미는 있었지만 학교 수업에 방해면도 있다고 하여 체험수학활동이 상위권학생보다는 중·하위권 학생에게 더 효과적일 것이라는 추측을 가능하게 하고 추후의 연구가 필요함을 보여주고 있다.

한편 학생들은 자신의 신체비가 황금비보다는 금강비에 더 잘 맞아 기분이 좋다고 하였는데 이는 우리나

라 중등 교과서의 대부분이 가장 아름다운 비로 황금비만을 소개하고 있는 실정에서 예로부터 우리고유의 미의 기준이 되어온 금강비와 그 아름다움에 대해서도 소개해야할 것을 시사하고 있다.

본 연구의 결과 수학과 교수·학습에서 상황에 맞는 소재와 교구를 개발하고 이를 이용하여 체험수학활동을 제시하고 적용한다면, 학생들이 수학의 필요성과 흥미를 느끼고 적극적으로 수업에 참여할 것으로 기대한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 강옥기·정순영·이환철, 중학교 수학 9-가 (2003), (주)두산.
- [2] 교육부, 수학과 교육과정(1997), 대한교과서주식회사
- [3] 교육인적자원부, 수학과 교육과정(2007), 대한교과서주식회사
- [4] 권오남·박정숙·박지현, 중학교 교육과정에서 비례적 사고가 필요한 수학 개념 분석, 대한수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 46 (3) (2007), 315-329.
- [5] 김기원·김미나, 건물의 높이·너비 측정하기 체험수학 활동을 통한 삼각함수 지도방안, 수학교육 학회지, 23 (3) (2009), 785-801.
- [6] 김남희, 예비교사와 현직교사를 위한 학교수학과 교구 (2008), 경문사 .
- [7] 이영하·허민·박영훈·여태경, 중학교 수학 9-가 (2003), (주)교문사.
- [8] 이준열·장훈·최부림·남호영·이상은, 중학교 수학 9-가 (2007), 도서출판 디딤돌.
- [9] 전평국·신동윤·방승진·황현모·정석규, 중학교 수학 9-가 (2003), 교학연구사.
- [10] 정은실, 비 개념에 대한 역사적·수학적·심리적 분석, 대학수학교육학회지 <학교수학>, 5 (4) (2003), 421-439.
- [11] 정주영, 직각사각형 선호비례 조사에 기초한 전통 사찰 구조물의 형태비례 연구 : 루트2 직각사각형에 의한 시각적 분석 방법으로. 한국기술교육대 대학원 석사학위 논문 (2007).
- [12] 채소연, '직각사각형 선호비례조사'와 전통생활공예품 사례연구를 통한  $\sqrt{2}$  비례에 관한 연구, 한국기술교육대 대학원 석사학위 논문 (2007).
- [13] 최청아·이현주·김정윤, 동양인의 비례선호도 연구와 금강비 측정 교구 개발, WISE 주니어 과학논문집, 2 (3) (2009), 1-5.
- [14] 마이클 슈나이더, 이충호 옮김, 자연·예술·과학의 수학적 원형 (2002), 경문사.

Kim Ki Won

Department of Mathematics Education

Silla University

Busan, Korea

E-mail address: kwkim@silla.ac.kr

Do Hye Kyung

Master of Mathematics Education

Graduate School of Education

Silla University

Busan, Korea

E-mail address: skybell77@naver.com