

자전축 기울기 방향의 일관된 삽화 제시가 중학생의 천문 개념 형성과 파지에 미치는 영향

조현준^{1*} · 이호² · 조미선² · 정진우² · 위수만² · 손정주² · 이효녕³ · 김현정⁴

¹KAIST 과학영재교육연구원 · ²한국교원대학교 · ³경북대학교 · ⁴강릉원주대학교

The Effect of the Consistent Presentation of Illustration about the Aligning Direction of the Axis on the Middle School Students' Acquisition and Retention of Astronomical Concepts

Hyunjun Cho^{1*} · Ho Lee² · Misun Jo² · Jin-Woo Jeong² ·
Soo-Meen Wee² · Jungjoo Sohn² · Hyonyong Lee³ · Hyeon-Jeong Kim⁴

¹KAIST Institute for Gifted Students · ²Korea National University of Education
· ³Kyungpook National University · ⁴Kangnung-Wonju National University

Abstract: The purpose of this study was to examine the effect of the consistent presentation of illustrations about the aligning direction of the Axis on the middle school students' acquisition and retention of astronomical concepts. This study was taken using the nonequivalent control-group pretest-posttest design on 116 7th middle school subjects. The same teaching and learning activities were given to both the experimental (n=59) and control groups (n=57) through three lessons. The experimental group was given a consistent presentation of the illustrations about the aligning direction of the Axis, while the control group was given an inconsistent presentation of the same illustrations about aligning direction. Two days after the three lessons, the 1st posttest was administered to compare the statistical difference of mean of both groups, using ANCOVA test. The result of ANCOVA test implicated that the consistent presentation of the illustrations about the aligning direction of the Axis had a positive influence on the experimental group's acquisition of the concepts. The 2nd posttest result for retention effect was given two month later by one-paired t-Test in each group and showed that the method had a positive effect on the experimental group, compared with control group. The results of this study implicated that paying careful attention to using the consistent illustration is highly beneficial for students' meaningful learning on astronomical concepts.

Key words: Axis, astronomical concept, illustration, retention, spatial ability

I. 서론

학교교육에서 교과서는 학습자에게 가장 중요한 학습 자료이므로, 교수 가능성과 함께 학습자 수준의 적합성 등이 고려되어 개발되어야 한다(Grant, 1987). 그러므로 교과서에 기술된 개념은 과학적인 것이어야 하고, 과학적 개념이 진술된 텍스트 자료와 함께 학생들의 이해를 위한 그림(drawing)이나 차트, 사진(picture) 자료들은 과학적 개념을 효과적으로 이해시킬 수 있도록 표현·구성되어야 한다. 현재의 과학 교과서에는 학생들의 흥미와 이해 증진을 위해 다양한 시각화 자료 즉, 사진, 표, 차트 등이 사용되고 있다

(Cook, 2008; Roth *et al.*, 1999). 이러한 시각 자료들 중에는 텍스트 또는 화살표 등의 기호와 적절히 조합된 삽화들이 사용되고 있다. 특히 삽화들은 개념 이해에 보조적 기능을 담당하며 개념형성 핵심적 요소로 작용하거나(Pyle & Akins-Moffatt, 2007), 개념 파지의 개선 효과(Newton, 1984) 등이 있다고 알려져 있으며, 지금까지 이미 많은 연구자들에 의해 과학 교과서에서 삽화가 가지는 가치와 그 효용성이 입증되어 왔다(Peacock & Weedon, 2002; Pena & Quilez, 2001). 게다가 학생들의 과학적 개념의 이해 수준을 평가하는 과정에서 학생들이 자신이 이해한 개념을 표현하기 위해 언어와 함께 그림을 사용하게

*교신저자: 조현준(hcho93@kaist.ac.kr)

**2009년 09월 17일 접수, 2009년 11월 24일 수정원고 접수, 2009년 11월 25일 채택

***이 논문은 2009 경북대학교 과학교육연구소의 지원을 받아 수행된 연구임.

함으로서 학생들의 과학적 개념 이해를 평가하는 데에도 유용하게 사용된다(Sutton, 1992).

지구과학 영역 중 천문영역은 관찰 대상의 스케일이 다른 영역에 비해 비교가 되지 않을 정도로 크며, 직접 관찰이 불가능하고 또 관측을 통한 사진자료의 획득이 불가능한 부분이 많기 때문에 천문 영역 개념을 학생들에게 효과적으로 설명하기 위한 삽화의 효용성은 매우 크다(Pena & Quilez, 2001; Stanley, 1996). 이러한 다양한 천체를 묘사하는 삽화들은 이론적 검증을 통해 천체의 특성을 잘 반영하고 있어 학생뿐만 아니라 천문학을 공부하는 일반인들의 이해를 도모하고 있다. 특히 지구과학교육과정의 천문 영역에서 행성이나 은하의 운동을 묘사하는 삽화는 대부분 그림과 공전 궤도면, 자전축, 황도와 같은 운동 방향을 표현하는 기호를 병행하여 사용하고 있다. 이러한 기호들은 삽화를 구성하는 한 요소이며, 기호들을 사용하여 삽화에 담긴 개념의 완성도를 더욱 높일 수 있으므로, 그림과 기호 정보를 가진 삽화의 제공은 학생들의 개념형성에 매우 유리하게 작용할 것으로 기대한다.

하지만 이러한 가정은 과학 교과서에 제시된 삽화를 학생들이 적절하게 해석해 내는 것을 전제로 한 것이다. 그러나 학생들은 초·중등 교육과정을 통해, 또는 방송 매체나 일상 경험을 통해 이미 나름대로의 천문 개념(conception)을 형성하고 있고 이렇게 나름대로 형성된 학생들의 개념적 표상(Mental representation image)을 통해 교과서에서 제시된 삽화를 이해하고 해석하는데(Cook, 2008; Glynn *et al.*, 1991) 학생들이 삽화를 해석하는 과정에서 이미 내재되어 있는 정보들을 활용하여 이해하는 과정에서 삽화가 전달하고자 하는 과학적 개념을 제대로 이해하지 못할 수 있고(Pena & Quilez, 2001; Trowbridge & McDermott, 1981) 또는 삽화가 가진 부적절한 표현 때문에(국동식, 2002, 2003; 오원근 등, 2005) 학생들이 삽화가 전달하는 내용을 제대로 이해한다고 보기 어렵다. 즉, 학생들이 삽화를 해석하는 과정에서 학생들이 갖는 지적 수준과 삽화 자체가 갖는 문법적 특징이 삽화해석을 오히려 어렵게 할 수 있다(양일호 등, 2007; Thompson, 1994). 이와 관련하여 Thompson (1994)은 과학적 개념을 담은 시각적 이미지는 학생들이 과학 개념을 이해하는 데 있어서 인지적으로 극복해야 하는 장애물(cognitive hurdle)을 내포한다고 지적하였고, Padalkar 과 Ramadas

(2008)는 지구의 자전과 관련된 개념들을 학습할 때, 학생들은 삽화를 보고 내적으로 시뮬레이션을 하기 때문에 삽화가 제공하는 정보 자체와 학생의 추론 능력이 중요하게 작용한다고 하였으며, 특히 정확한 정보를 제공하는 삽화의 중요성을 강조하였다.

따라서 천체의 공간운동과 관련된 자연현상을 묘사하는 삽화들을 읽고 이해하는 과정에서 과학 개념의 학습(learning)이 촉진되기도 하지만, 여러 원인들에 의해 학습에 지장을 받을 수도 있다. 다시 말하면, 학습에 장애로 작용할 경우, 이러한 부정적 경험이 연속적으로 계속되는 후속 학습에 저해요소로 작용하여 삽화 자체가 오히려 과학적 개념 형성을 저해하는 근원이 될 수 있다는 것이다(Pyle & Akins-Moffatt, 2007).

과학의 이론적 측면에서 삽화가 내용을 정확하게 잘 반영하고 있는가도 중요하지만, 교과교육학자의 입장에서 살펴보면 학습자가 전문가에 비해 관련 지식과 경험이 매우 부족하다는 것과 논리적으로 사고하는 능력이 부족하다는 특성을 잘 고려하여 삽화가 학습자의 특성을 반영하여 친절하게 활용되고 있는가도 중요한 관점이 된다. 왜냐하면 학생들은 저자의 의도대로 해석하기 보다는 자신의 인지구조(scheme)와 인지적 능력 특성을 바탕으로 해석하고 관련 개념을 형성하기 때문에 삽화의 활용가치는 매우 달라질 수 있기 때문이다(Vekiri, 2002). 이것은 Grant (1987)가 제안한 7가지 교재 개발의 원리 중 교수가가능성(teachability) 내지는 학습자 수준(level)이라는 관점에서 볼 때 뒷받침 될 수 있으며, 교재개발 초기에 가졌던 저자들의 생각보다 학생들이 더 많은 어려움을 겪고 있다는 선행연구들에서도 뒷받침된다(Benson, 1997; Wu *et al.*, 2001).

이렇듯 삽화가 학생들의 과학 학습의 효율성 및 효과성 측면에서 중요하게 다뤄져야 함에도 불구하고, 다른 연구 분야에 비해 비교적 연구에 대한 관심이 적은 편이나, 최근 몇몇 연구자들에 의한 연구 보고들(국동식, 2002, 2003; 양일호 등, 2007; 오원근, 2005; 이기영; 2007; 이정아 등, 2007; 정정인 등, 2007; 한재영, 2006; Cook, 2008; Stylianidou *et al.*, 2002)이 이에 대해 다루고 있는 사실은 매우 고무적이라 할 수 있다. 그러나 이들의 연구는 삽화가 가진 문법적 특성 및 삽화에 표현된 문자 및 기호 정보 자체에 관한 연구 혹은 학생들이 그 삽화를 읽는

과정에서 발견되는 특성들을 발견한 연구들이다.

그러나 중등 교육과정에서 제시되는, 지구의 자전 이후의 계절의 변화와 우리 은하 내에서의 태양계의 위치가 제시되는 삽화에는 <부록 2>에서 보는 것과 같이, 책의 지면에서 지구 자전축의 방향을 고려해야 이해하고 해석할 수 있는 것들이 많다. 과학적 개념이 부족하고 관련 경험 상대적으로 부족한 학습자에게 관련된 학습을 연속적으로 지속시킨 경우, 삽화가 학생들의 과학적 개념 형성에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 연구는 거의 찾아보기 어렵다. 특히, 대상을 직접 관찰할 수 없는 천문 영역은 삽화의 활용이 필수적임에도 불구하고 학생들에게 적절하게 인지되고 또 천문 개념 형성에 도움이 되는지에 대한 교육학적 연구를 거의 찾아보기 힘든 실정이다.

이러한 점을 고려하여 본 연구는 지구 자전축이 표현되거나 암시된 삽화들이 중학생들의 지구의 자전, 계절의 변화, 우리은하에서 태양계의 위치에 대한 개념형성 및 파지에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 하였다. 본 연구는 지구과학에서 천문 개념 학습 경험이 적은 학생들의 학습 수준 및 인지 특성을 바탕으로

천문 개념 이해를 위해 삽화를 효과적으로 제시할 수 있는 방안을 도출할 수 있을 것이다.

II. 연구 가설

1. 지구의 자전축과 계절, 그리고 은하의 중심

지구의 자전축은 지구의 적도면과 황도에 대하여 23.5° 기울어져 있다(Fig. 1). 기울어진 자전축을 중심으로 자전을 하면서 공전을 하기 때문에 중위도 지방에서 계절의 변화가 나타난다. 지구는 태양을 중심으로 타원궤도를 그리며 공전을 한다. Fig. 1에서 볼 때, 관찰자인 학생의 시점에서 자전축은 북반구(또는 책의 위쪽)를 기준으로 오른쪽으로 기울어져 있어 지구가 그림에서 오른쪽에 위치할 때가 북반구의 겨울이 된다.

Fig. 2는 태양계 행성들의 자전축 경사각을 지구와 함께 비교하기 쉽게 만들어진 자료이다. Fig. 2를 보면, 금성이 177°, 천왕성이 98° 등으로 표기되어 있어, 모두 지면의 위쪽을 기준으로 표시되어 있다.¹⁾

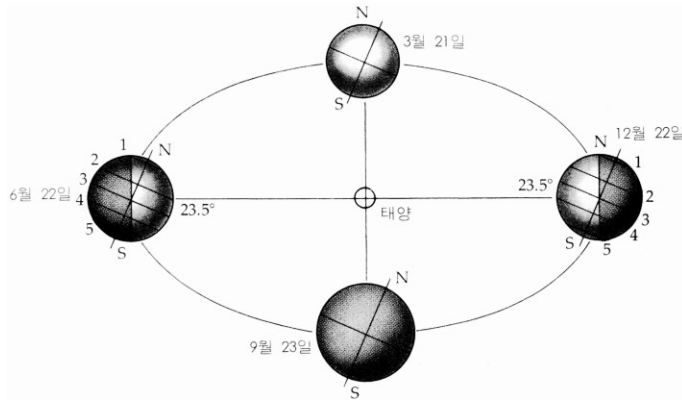


Fig. 1 The Earth's rotational axis and four seasons (Zeilik *et al.*, 1992)

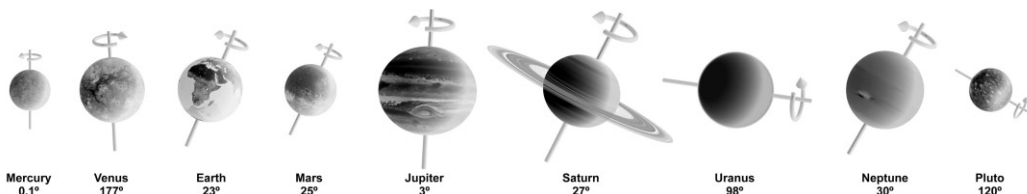


Fig. 2 Obliquity of the nine planets (Hamilton, 1999)

1) 현재 명왕성은 국제천문연맹으로부터 태양계 내의 행성으로서의 지위를 잃었으나, 여기에서는 Hamilton(1999)의 사진을 흑백처리하여 그대로 사용하였음.

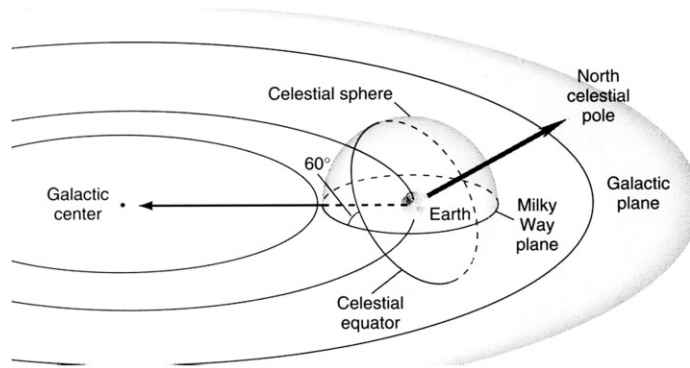


Fig. 3 Our Galaxy and Earth (Chaisson and McMillan, 1996)

Fig. 3은 Fig. 1과 2의 자전축이 기울어진 방향을 동일하게 제시했을 때를 기준으로 은하의 중심을 표현된 자료이다. 즉 지구의 자전축이 Fig. 1에서와 같이 오른쪽으로 기울어져 있을 경우를 기준으로 하면, 지구(태양계)는 우리은하의 중심에서 오른쪽에 위치해 있어야 한다.

만약, 자전축의 방향이 Fig. 1에서 제시된 것과 다르게 왼쪽으로 제시되었다면, 지구(태양계)의 위치는 우리은하의 중심에서 왼쪽이 된다. 그러나 <부록 2>에서 보는 것과 같이, 일부 교과서와 대학에서 교재로 활용되고 있는 [우주로의 여행] 서적에서는 자전축의 기울기 방향은 지구의 자전-계절의 변화-우리은하에서의 지구의 위치를 설명할 때 자전축이 기울어진 방향이 암시된 삽화자료는 일관되게 제시하지 않은 경우가 있었다.

2. 연구 가설

자전축의 기울어진 방향이 비일관적으로 제시된 삽화들은, 천체의 움직임에 대한 공간의 상대적 표현이므로 이론적으로 문제가 없을지라도, 지구의 운동과 위치와 관련된 개념들을 연속적으로 학습하는 과정에서 같은 계절일 때 교과서 지면 위에서 지구 위치가 반대가 되며, 은하에서의 태양계의 위치도 달라지게 된다. 학생들은 삽화를 읽을 때, 천체의 움직임과 관련된 공간 능력을 활용하여 삽화를 읽기보다는 주어진 삽화가 어떤 의미를 담고 있는지에 대한 것을 읽으려 하므로, 교과서를 바라보는 시선과 지면의 뒤쪽에서 바라보는 시점을 구별하지 않고 그림을 읽으려고

할 것이다. 이는 지구의 자전, 계절의 변화, 우리은하에서 태양계의 위치에 대한 개념이 불안정하게 형성되어 있고, 이것 때문에 자전축을 내포하는 삽화 자체가 후속 개념의 학습에서 혼란을 일으켜 개념 형성은 물론 형성된 개념의 파지에도 영향을 미칠 것으로 추정된다.

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

자전축의 기울어진 방향을 일관되게 제시한 경우와 그렇지 않은 경우, 학습의 효과와 파지 효과를 알아보기 위해 다음과 같이 설계를 하였다.

1. 연구 대상 학생 선정

본 연구에서 천체의 운동과 관련된 천문 개념의 형성과 파지 효과를 측정하기 위해 서울 지역 7학년 학생들을 선정하였는데, 그 이유는 현재 태양계 운동과 관련된 학습은 9학년에 전개되고 있으나, 한국사회의 선행학습과 관련된 학습문화를 고려할 때, 해당 학생들의 선행학습으로 인한 학습효과를 배제하고 순수하게 학생들이 본 연구에서 제공되는 절차를 통한 학습 효과만을 얻기 위한 것이었다. 즉, 장기간으로 진행되는 연구과정 속에서 해당 단원과 관련된 선행학습으로 인해 개입되는 외연변수들을 통제하기 위한 것이다.

대상은 해당 중학교 7학년 전 학급을 대상으로 Table 1과 같이, 실험집단과 통제집단을 2 학급씩 선정하였으며 각각 학생 수는 각각 59명, 57명으로 총 116명이다.

Table. 1 Selected sample sizes

	Experiment group	Control group	Total
n	59	57	116

2. 연구기간 및 연구 설계

연구를 위한 관찰 및 자료 수집 기간은 2007년 7월 중순부터 9월 중순까지이다. 본 연구의 목적은 학생들이 일관된/비일관된 삽화자료 제시를 통한 천문 영역의 교수-학습이 관련 개념 형성에 얼마나 효과적인가와 형성된 과학적 개념의 시간에 따른 파지 효과를 알아보기 위해 Fig. 4와 같이 이질통제집단 사전사후 검사 설계로 진행하였다.

Experimental	O_1	X	O_3	O_5
Control	O_2		O_4	O_6

Fig. 4 Quasi-experimental design

두 집단 모두 7월 중순에 공간 개념과 관련된 능력 검사를 사전 검사로 실시 한 후, 한 명의 교사가 동일한 방법으로 3차시의 수업을 전개하였다. 수업한지 2일 후 1차 사후 검사를 통해 개념 형성 정도를 알아보았으며, 2달 후 2차 사후검사를 1차 사후 검사와 동일한 내용을 묻는 다른 질문의 형태로 개념의 파지 정도를 알아보았다.

3. 학습 내용 · 교수-학습 방법의 타당화

학습 내용은 지구의 운동과 지구 자전축의 기울기 방향 및 그에 따른 지구의 상대적 공간 배치와 관련된 천문 개념의 계열화를 중심으로 구성하였으며, 7학년 학생 수준에 적합한 지를 판단하기 위하여 <부록 1>과 같은 내용을 지구과학교육 전문가 2명, 경력 5년 이상의 중학교 교사 중 천문학 박사학위 소지자 2명에게 타당성 검토를 의뢰하였다. 타당성 평가 관점은 본 학습 내용이 7학년 학생이 충분히 이해할 수 있는 내용인가와 1차시부터 3차시의 학습내용이 연구 목적에 맞게 유기적으로 잘 연결되어 있는가를 중점으로 하

였다.

전문가로부터 평가받은 위 내용에 대한 타당도는 각각 0.85와 0.75이다. 이 같은 내용을 바탕으로 한 명의 협력교사에게 동일한 교수 방법으로 수업을 전개시키되, 사용하는 삽화들은 <부록 1>에서 제시된 것을 사용하도록 하였다.

4. 자료 수집 및 분석

대상 학생들에게 제공되는 학습 내용은 천체의 공간 운동과 배치에 관련되는 내용이므로 수업 시간에 제시되는 시각자료 이외에 학습자의 인지적 능력인 논리적 사고력, 시지각 능력, 과학 성취도 수준에 의한 효과를 배제하고²⁾ 실험집단과 통제집단에 제공되는 시각자료의 차이에 의한 효과만을 통계적으로 검정·비교하기 위해 공분산분석 기법을 적용하였다. 그리고 각 집단별 1차 사후 검사와 2차 사후 검사의 통계적 비교를 위해 개념 검사 점수를 활용한 대응표본 t-검정을 실시하였다.

1차 사후 검사의 통계적 비교를 위해 공분산분석(ANCOVA)을 위한 공변인으로서 논리적 사고력은 GALT-축소본을 사용하였고, 과학 성취도 검사는 1학기 중간·기말 고사의 평균점수를 사용하였다. 시지각능력(visuo-spatial ability)은 Ekstrom *et al.*(1976)가 개발한 SDT(Surface Development Test)를 사용하였다. SDT(42점 만점)는 공간 시각화 능력을 측정하기 위한 도구이며 신뢰도는 각각 0.90이다. Padalkar and Ramadas(2008)가 지적한 것처럼, 공간 운동에 대하여 학생들이 스스로 추론할 수 있어야 한다는 근거를 통해 논리 사고력을 공변인으로 선택하였으며, 시지각 능력은 지구과학의 여러 개념 중 본 수업에서 제공되는 지구의 운동과 계절의 변화, 별의 위치와 거리에 관한 것들이 공간의 시각화와 매우 밀접한 것으로 알려져 있기 때문이다(Black, 2005). 또한 학습자의 학업 능력은 이미 많은 연구들에 의해 후속학습에 지속적인 영향을 준다고 알려져 있기 때문에 공변인으로 선택하였다.

차시목표에서 제시된 개념 형성의 정도를 알아보기 위한 문항의 내용은 아래와 같으며, 모두 동일한 개념을 묻고 있으나 다른 진술문으로 구성된 문제지의 형

2) 실험/통제집단에게 공통적으로 제공하는 수업 내용과 관련된 개념(자전, 공전과 계절의 변화, 우리은하에서 태양계의 상대적 위치에 대한 개념)들은 사전 검사에서 배제하였다. 그 이유는 7학년 학생들로서 연구가 진행되기 이전에 과학과 교육과정을 통한 교육의 기회가 제공되지 않기 때문이며 또한 사전 개념 검사 자체로 인한 학습의 효과를 배제하기 위함이다.

3. 지구가 태양 주위를 한 바퀴 도는 것을 공전이라 한다. 자전축을 나타내어 여름일 때 지구의 위치를 그리시오.

3. 지구가 공전하는 모습을 그리고, 지구의 위치에 따라 우리나라의 계절을 쓰시오.

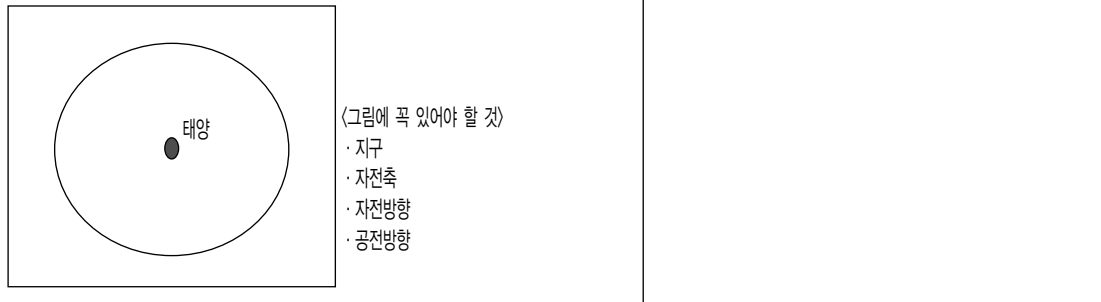


Fig. 5 The used question sample in 1st and 2nd test.

Table. 2 Equivalence test by independent samples t-test within each group

	GALT-short ver.				Visuo-spatial ability				Achievement			
	M	SD	t	Sig.	M ³⁾	SD	t	Sig.	M	SD	t	Sig.
Experimental	4.59	1.97	0.320	0.749	0.00	18.97	0.902	0.369	53.43	25.63	-0.522	0.603
Control	4.47	2.05			-2.95	16.05			55.81	23.28		

태로 1차, 2차 사후 검사 문항을 구성하여 개념 형성 및 파지 정도를 확인하였다. 문항은 객관식과 주관식을 혼용하였는데, 주관식의 경우 Fig. 5와 같이 그리기 형식을 사용하였다. 문항 개발 과정에는 공동연구자와 함께 수업 설계 시 참여했던 천문학 박사와 같이 수차례의 세미나를 통해 문항을 완성하였고 타당도 수치는 따로 제시하지 않았다.

틀린 수준을 보였으며, 학력평균도 53점에서 55점으로 비교적 낮은 것으로 나타났다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 사전 검사에 의한 학생들의 인지적 특성

실험집단과 통제집단의 교육 처치 이전에 검사한 점수는 Table 2와 같다. Table 2에서 보는 바와 같이, GALT-축소본에 의한 인지 분포는 두 집단 모두 평균적으로 구체적 조작기에서 과도기 사이에 위치한 것으로 나타났다. Table 2에서 보는 것처럼 실험집단과 통제집단 간 논리적 사고력의 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 확인되었다. 시지각 능력과 중간-기말 고사의 학업성취도에서도 통계적으로 유의하지 않은 것으로 확인되어 두 집단의 인지적 특성은 서로 동질한 것으로 확인되었다. 특히 시지각 능력은 실험집단과 통제집단 모두 절반정도 맞추고 절반정도

2. 사후 검사

수업 실시 이후, 2일 후에 1차 사후 검사를 하였으며, 다시 2달 후에 2차 성취도 검사를 실시하였다. 그 결과는 Table 3과 같다.

Table. 3 Mean scores of each group in post test and follow test

	Post test		Follow test	
	M	SD	M	SD
Experimental	3.22	1.55	2.95	0.90
Control	2.47	1.12	2.26	0.84

Table 3의 1차 사후 검사의 두 집단 간 평균 점수의 차이가 통계적으로 유의한지 사전에 측정된 세 변수들을 공변인으로 통제하고 수업 처치 후 실험집단에 개념 습득에 효과가 있는지를 공분산분석으로 95% 신뢰수준에서 분석하였다. 그 결과, Table 4에서 보는 바와 같이, 선행연구로부터 천문관련 개념 습득에 영향을 줄 것으로 기대된 시지각 능력과 논리사고력은 각각 sig. 값이 0.639와 0.768로 나타나 본 연구

3) 점수의 산정방식이 정답의 개수에서 오답의 개수를 빼는 방식이기 때문에 (-) 점수가 나올 수 있다.

Table. 4 The result of 1st posttest by ANCOVA test

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	105.855 ^a	4	26.464	24.346	0.000
Visuo-spatial ability	0.204	1	0.240	0.221	0.639
GALT	0.095	1	0.095	0.087	0.768
Achievement	49.218	1	49.218	45.280	0.000
Effect after instructions	20.002	1	20.002	18.401	0.000
Error	120.653	111	1.087		
Total	1171.000	116			

a: R² = 0.467 (Adjusted R² = 0.448)

Table. 5 The result of 1st and 2nd posttest by paired t-test

	test	Mean	SD	t	Sig.
Experimental	1st	3.22	1.55	1.427	0.159
	2nd	2.95	0.90		
Control	1st	2.47	1.12	2.056	0.044
	2nd	2.26	0.84		

에서는 공변인으로써 유의하게 작용하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 사전 검사에서 획득한 학생들의 학업성취도가 sig. 값이 0.000으로 나타나 본 결과에 유의하게 작용한 것으로 나타났고, 이 효과를 소거한 수업 처치 효과는 sig. 값이 0.000으로 나타나 유의한 것으로 확인되었다. 따라서 자전축 기울기를 일정하게 제시해 준 수업이 관련 천문 개념 습득에 효과적인 것으로 확인되었다.

1차 사후 검사 이후, 개념이 안정적이며 지속적으로 정착되어 있는지를 알아보았다. Table 3을 보면 두 집단 모두 평균점수가 조금씩 하락하였으나, 통계적으로 의미있는 차이를 알아보기 위해, 각 집단 별 1차 사후 검사점수와 2차 사후 검사점수의 차이를 유의수준 95% 수준에서 대응표본 t-Test로 검정하였다. 그 결과는 Table 5에서 보는 것처럼, 실험집단은 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났지만 통제집단은 통계적으로 유의미하게 차이가 나타났다. 따라서 실험집단은 획득된 개념의 파지수준이 통제집단에 비해 높은 것으로 확인되었다.

삽화의 비일관적인 제시가 관련개념의 습득은 물론, 학습 이후에서도 개념의 망각 또는 혼동을 초래할 수 있다는 것을 암시하는 것이며, 일관된 삽화의 제시 습득된 개념이 비교적 안정적으로 유지되고 있다는 것을 암시하는 것이다. 이 결과는, 지구와 운동과

계절의 변화, 그리고 우리 은하의 중심에서 태양계의 상대적인 위치를 학습하는 학생은 교사나 천문학자들과 같이 충분한 개념이 형성되어 있지 못하며, 기존 수업에서 미완성된 학습이 후속되는 학습에서 역효과를 줄 수 있다는 것을 암시한다. 즉, 학생들은 지면에서 제공되는 삽화와 삽화 속 기호들을 활용하여 자신의 추론능력을 활용하여 운동에 대한 시뮬레이션을 구성한다(Padalkar & Ramadas, 2008). 이때 학생들은 삽화에서 제공하는 위치와 방향 등의 정보를 활용하게 된다는 것이다. 이에 따르면, 이전에 활용했던 정보와 현재 차시에서 습득한 정보 즉, 교과서 지면 위에서의 위치 정보가 다르므로 기존의 정보와 연결 짓기 보다는 새로운 정보로 새롭게 시뮬레이션을 하게 됨으로써 인지적인 부담을 느끼는 것으로 여겨진다. 다시 말하면 <부록 1>에서 통제반에 제시된 삽화 처럼, 이전 차시에서 학습된 삽화의 기호와와는 다른 정보를 담은 삽화가 제시되기 때문에, 이미 개념화 된 이미지(conceptualized image)로 해석해버리는 경우, 혹은 개념화된 이미지를 회상하여 차이가 나는 정보를 다시 처리해야 하는 인지적 부담을 주기 때문에, 기존의 개념에 혼란을 주기 때문인 것으로 이해되며, 학생이 책을 바라보는 관점에서 자전축 기울기 방향이 다르게 표시된 것은 기존의 정보와 다른 것으로 받아들이기 때문인 것으로 이해된다. 이것은 삽화들이

학생들이 학습을 통해 인지 속에 개념을 구조화해 나가는 과정에서 학습에 도움을 주지 못하고 오히려 학습에 장애로 작용할 수 있다는 것을 보여주는 것인데, Wu *et al.*(2001)이 지적한 바와 같이, 교과서 개발자가 교과서 삽화 개발 당시에 가졌던 다양한 문제보다 실제 수업에서 나타난 예상하지 못한 특수한 문제인 것으로 보여진다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 지구 자전축의 기울어진 방향이 일관되게 제시된 삽화들이 일련의 관련 개념 습득에 미치는 효과, 그리고 개념의 파지에 미치는 효과를 알아보았으며, 분석을 통해 확인한 결론은 다음 같다.

지구 자전축의 기울어진 방향이 일관된 삽화들을 제시하였을 경우, 비일관된 삽화들을 제시하였을 때보다 관련된 천문 개념 습득에 효과적이며, 개념의 파지에도 효과적이다. 따라서 본 연구의 특색은 '반복 측정'에 있으며, 개념의 '처치 효과'와 함께 학습 이후에도 학습 효과가 지속되고 있는가에 대한 '파지'에도 유의미한 결과를 확인했다는 데 의미가 있다.

본 연구 결과를 통한 제언은 다음과 같다. 연구자가 9학년 교과서를 분석한 결과, <부록 2>와 같이, 같은 교과서 내에서도 쪽수를 넘기면서 자전축의 방향이 계속해서 바뀌는 경우가 많았다. 이것은 삽화 하나하나에 대한 개념만 검토한 결과라고 이해된다. 그러나 한 차시 한 차시의 내용도 중요하지만, 학생들의 경우, 체계적으로 구조화되지 않은 지식체계를 통해 여러 시간 동안 많은 내용을 습득해야 한다. 따라서 하나하나마다의 개념의 정확성에 대한 검토도 중요하지만, 학습의 연속적 계열의 선상에서 학생의 입장에서 일관된 정보의 제시가 중요하게 작용하므로, 삽화에 제시된 정보가 일관되게 표현되고 있는지에 대한 검토도 중요하다고 본다. 그러므로 2007년 개정 교육과정에 의해 개발되는 교과서에는 일관된 삽화가 제시될 수 있도록 할 필요가 있다.

참고 문헌

- 국동식 (2002). 온실효과에 대한 고등학교 공통과학 교과서 분석. 한국지구과학회지, 23(6), 455-460.
- 국동식 (2003). 온실효과 개념에 대한 오개념 원인으로서의 10학년 과학 교과서 분석. 한국과학교육학회지, 23(5), 592-598.
- 김일곤 (1997). Vee 다이어그램 활용 수업이 중학생의 과학적 태도와 학업성취도에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 노태희, 전경문 (1997). 문제와 문제 해결자의 특성에 따른 화학문제 해결: 문제 해결 시간과 전이 분석. 한국과학교육학회지, 17(1), 11-19.
- 노태희, 전경문, 한인옥, 김창민 (1996). 학생의 인지 발달 수준과 문제의 상황에 따른 화학문제 해결 행동 비교. 한국과학교육학회지, 16(4), 389-400.
- 박진홍 (1996). 지구과학 개념에 대한 중학교 학생들의 심리적 위계에 따른 수업 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 소원주, 우종옥 (1994). 중학생의 논리적 사고력과 통합적 과학탐구능력에 대한 한·일 비교. 한국과학교육학회지, 14(3), 312-320.
- 신영준, 김성하, 정완호 (1996). 자연선택 개념의 이해에 대한 횡단적 연구. 한국생물교육학회지, 24(1), 65-85.
- 심재호 (1996). 식물분류 개념에서 중학생들의 심리적 위계에 따른 수업 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 양일호, 이정은, 임성만 (2007). 초등학생들은 과학 교과서에 나오는 삽화를 어떻게 이해하고 있을까? 초등과학교육, 26(5), 475-488.
- 오원근, 강지영, 박은정 (2005). 열의 전도 및 상태 변화에 대한 중등학생들의 선개념이 교과서의 삽화 이해에 미치는 영향. 새물리, 50(6), 363-374.
- 이기영 (2007). 6차와 7차 교육과정에 따른 고등학교 지구과학 교과서에 사용된 사진과 삽화의 기능 및 구조 비교 분석. 한국지구과학회지, 2007, 28(7), 811-824.
- 이정아, 맹승호, 김찬중 (2007). 초등 과학 교과서 시각 이미지의 사회-기호학적 분석: '날씨'와 '일기예보'를 중심으로. 한국지구과학회지, 28(3), 277-288.
- 정정인, 한재영, 김용진, 백성혜, 송영옥 (2007). 초등학교 과학 교과서에서 사용된 보조적 시각 자료의 분류 및 분석. 초등과학교육, 26(5), 525-534.

- 한재영 (2006). 과학 교과서에 사용된 화살표의 의미. *초등과학교육*, 25(3), 244-256.
- Benson, P. (1997). Problems in picturing text: A study of visual/verbal problem solving. *Technical Communication Quarterly*, 6(2), 141-161.
- Black, A.A. (2005). Spatial ability and Earth science conceptual understanding. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 402-414.
- Chaisson, E., & McMillan, S. (1996). *Astronomy today* (2nd Ed.). NJ: Prentice Hall, Inc.
- Cook, M. (2008). Students' comprehension of science concepts depicted in textbook illustrations. *Electric Journal of Science Education*, 12(1), 39-54.
- Ekstrom, R.B., French, J.W., & Harman, H.H. (1976). Kit of factor-referenced cognitive tests. Educational Testing Service, NJ: Princeton. [Tsakanikos, E., 2004, Logical reasoning in schizotypal personality. *Personality and Individual Differences*, 3, 1717-1726에서 재인용]
- Glynn, S.M., Yeany, R.H. & Britton, B.K. (1991). A constructive view of learning science. In S.M. Glynn, R.H. Yeany, & B.K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science*. Lawrence Erlbaum Associate, Hillsdale, NJ, 3-19.
- Grant, N. (1987). *Making the most of your text textbook*. London & New York: Longman.
- Hamilton, C.J. (1999). Obliquity of the nine planets. <http://www.solarviews.com/cap/misc/obliquity.htm> (검색일 2007. 6. 28, 2007)
- Newton, D.P. (1984). A way of classifying and measuring some aspects of the illustration style of textbooks. *Programmed learning and Educational Technology*, 21(1), 21-27.
- Padalkar, S., & Ramadas, J. (2008). Modeling the round Earth through diagrams. *Astronomy Education Review*, 6(2), 54-74.
- Peacock, A., & Weedon, H. (2002). Children working with text in science: Disparities with 'Literacy Hour' practice. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 185-197.
- Pena, B.M., & Quilez, M.J.G. (2001). The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1125-1135.
- Pyle, E.J., & Akins-Moffatt, J. (2007). The effects of visually-enhanced instructional environments on students' conceptual growth. <http://wolfweb.unr.edu/homepage/crowther/ejse/pyle.html> (검색일 2007. 6. 25.)
- Roth, W.M., Bowen, G.M., and McGinn, M.K. (1999). Differences in graph-related practices between high school biology textbooks and scientific ecology journals. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(9), 977-1019.
- Stanley, E.D., (1996). Taking a second look: Investigating biology with visual datasets. *Bioscene*, 22(3), 13-17.
- Stylianidou, F., Ormerod, F., & Ogborn, J. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them. *International Journal of Science Education*, 24(3), 257-283.
- Sutton, C.R. (1992). *Words, Science, and Learning*. Philadelphia: Open University Press.
- Thompson, P (1994). Students, functions, and the undergraduate curriculum. In E. Dubinsky, A. Schoenfeld, & J. Kaput (Eds.). *Research in collegiate mathematics education*, (pp. 21-44). Providence, RI: American Mathematical Society.
- Trowbridge, D.E., & McDermott, L.C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics*, 49(3), 242-253.
- Vekiri, I. (2002). What is the value of graphical

displays in learning? *Educational Psychology Review*, 14(3), 261-312.

Zeilik, M., Gregory, S.A., & Smith, E.P. (1992).

Introductory astronomy and astrophysics. [유경로, 현정준, 윤형식, 이시우, 홍승수, 이상각, 최승언 공역, 1994, 천문학 및 천체물리학 서론, (주) 대한교과서, 서울, 682 p.]

Wu, H.K., Krajcik, J.S., & Soloway, E. (2001).

Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (7), 821-842.

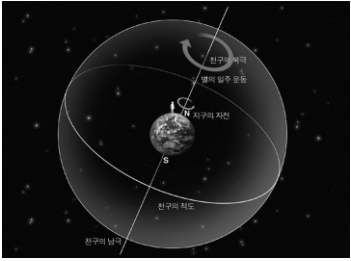

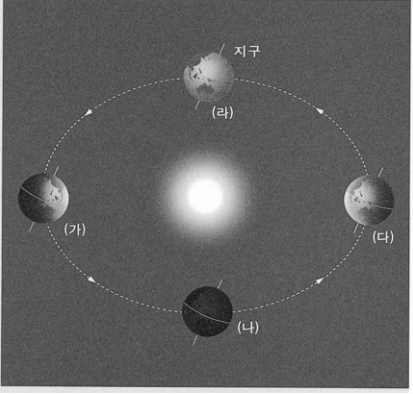
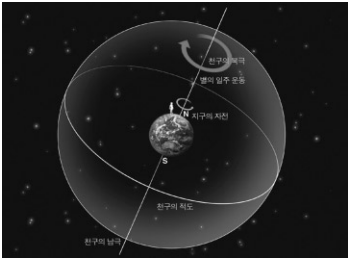
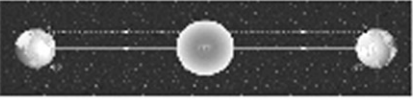


국문 요약

본 연구의 목적은 지구의 운동 관련 개념을 연속적으로 학습하는 과정 속에서 중학생들에게 지구 자전축의 기울기가 일관되게 묘사된 삽화들의 제시가 지구의 자전, 공전에 따른 계절변화, 별자리 변화 등 관련 개념 습득 및 파지에 미치는 영향을 알아보는 것이다. 이를 위해 중학교 1학년 학생 116명을 대상으로 이질통제집단 사전사후검사 설계를 하였다. 실험집단

(n=59)과 통제집단(n=57) 모두 3차시 동안 동일한 내용과 교수방법으로 교수-학습활동을 전개하였으며 실험집단에는 자전축의 기울기 방향이 동일한 삽화들을 제공하였다. 학습 종료 2일 후, 습득된 개념의 두 집단 간 차이를 확인하기 위해 ANCOVA 테스트로 1차 사후검사를 실시하여 비교하였다. 그 결과, 자전축 기울기가 일관되게 표현된 삽화를 제시하였을 경우에 학습의 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 1차 사후 검사에서 실험집단과 통제집단이 습득한 개념들의 파지 정도를 비교하기 위해, 2달 후 2차 사후검사를 대응표본 t-test를 실시하였다. 그 결과, 실험집단에서는 1차 사후 검사 점수와 2차 사후 검사 점수의 평균 차이가 유의하지 않은 것으로 나타나 개념의 파지에도 긍정적인 효과가 있는 것으로 확인되었다. 반면, 통제집단에서는 평균의 차이가 유의미하게 나타나 개념의 파지에 부정적인 것으로 확인되었다. 따라서 천문 개념을 학습하는데 있어서 학생들에게 유의미한 학습이 되기 위해 일관된 삽화를 사용하는 세심한 배려가 필요하다고 본다.

주요어: 자전축, 천문 개념, 삽화, 개념 파지, 공간 능력

부록 1: 차시별 주요 학습 내용 및 사용된 삽화

1차시: 지구의 운동		
<p>• 수업목표</p> <p>지구가 자전함을 이해할 수 있다.</p> <p>지구가 기울어져서 공전하기 때문에 계절의 변화가 생김을 이해할 수 있다.</p>		
	실험반	통제반
주요 학습 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하루는 무엇인가 ○ 1년은 무엇인가 ○ 계절의 차이 ○ 계절 변화는 왜 생길까 ○ 태양고도의 차이가 생기려면 지구가 기울어져야 한다. 	
교수-학습방법	강의식(워크시트를 활용한 간단한 실습)	
사용된 삽화	 <p>출처: 디딤돌 중3 과학 246 p.</p>  <p>출처: 디딤돌 중3 과학 251 p.</p>  <p>출처: 초등 과학 6-2 60 p.</p>	 <p>출처: 디딤돌 중3 과학 246 p.</p>  <p>출처: 디딤돌 중3 과학 251 p.</p>  <p>출처: 디딤돌 중3 과학 251 p.</p>  <p>출처: 디딤돌 중3 과학 252 p.</p>

2차시: 지구의 운동

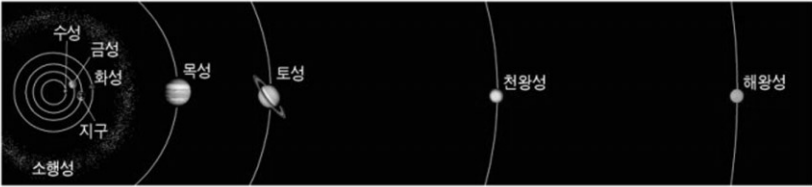
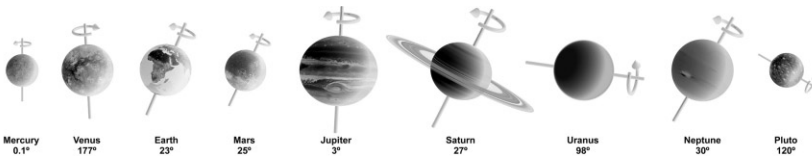
• 수업목표

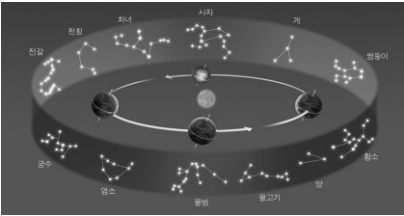
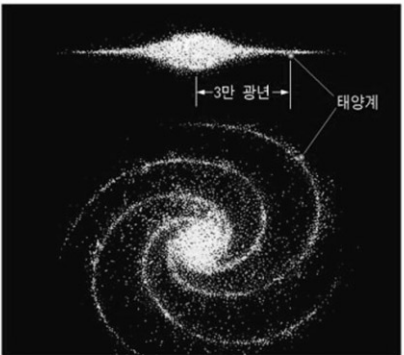
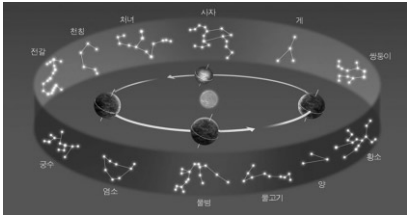
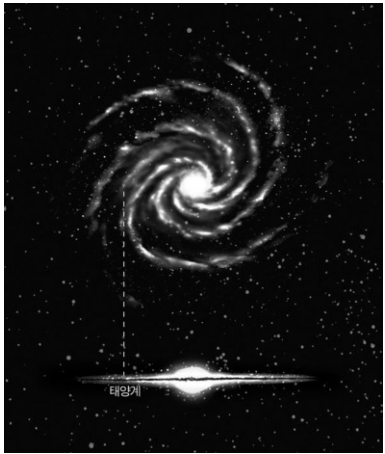
태양계를 구성하는 천체들이 무엇인지 이해할 수 있다.
 자전축이 기울어져 있는 행성들이 있음을 이해할 수 있다.

	실험반	통제반
--	-----	-----

주요 학습 내용	<p>○ 지구 외에 다른 천체들도 태양 주위를 공전하고 있다. (태양계)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 태양 - 행성: 수성, 금성, 지구, 화성, 목성, 토성, 천왕성, 해왕성 - 소행성: 화성과 목성 사이에 위치 - 위성: 행성 주위를 공전 - 혜성 - 유성, 운석 <p>○ 다른 행성들도 자전축이 기울어져 있기 때문에 계절의 변화가 생긴다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 목성: 자전축이 기울어있지 않아 계절변화가 없음 - 천왕성: 6개월마다 계절 변화 	
----------	--	--

교수-학습방법	강의식
---------	-----

사용된 삽화	 <p>출처: 금성교과서 고1 과학 323p</p>  <p>출처: Obliquity of the nine planets (Hamilton, 1999)</p>
--------	--

3차시: 태양계와 우리은하		
<p>• 수업목표 우리은하의 모습을 이해할 수 있다. 우리은하에서 태양계의 위치가 어디인지 설명할 수 있다.</p>		
	실험반	통제반
주요 학습 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 은하란 ○ 은하수란 ○ 은하수는 언제 잘 보이는가 ○ 우리은하의 모습 ○ 태양계의 위치 	
교수-학습방법	강의식(워크시트를 활용한 간단한 실습)	
사용된 삽화	 <p>출처: 디딤돌 중3 과학 249 p.</p>  <p>출처: 금성교과서 고1 342 p.</p>	 <p>출처: 디딤돌 중3 과학 249 p.</p>  <p>출처: 디딤돌 중2 과학 101 p.</p>

부록 2: 현재 9학년 과학교과서에 사용된 삽화

그림에서 B와 D는 교과서 출판사 이니셜이며, 숫자는 해당 그림이 있는 쪽수이다. B-240은 B출판사의 240쪽에 있는 그림이라는 의미이다.

