

# 반증-실험 모형을 이용한 ‘계절 변화의 원인’에 대한 초등 예비 교사의 개념 변화 분석

채동현 · 임성만<sup>†</sup>

(전주교육대학교) · (한국교원대학교)<sup>†</sup>

## The Analysis of Conception Changes of Pre-Service Elementary Teachers for 'Causes of Season Change' with Disproof-Experiment Model

Chae, Dong-Hyun · Lim, Sung-Man<sup>†</sup>

(Jeonju National University of Education) · (Korea National University of Education)<sup>†</sup>

### ABSTRACT

This study is to ascertain pre-service teachers' conceptions for the causes of season change, to verify their conceptual mistakes, and to analyze how their conceptions are changed while presenting Disproof-Experiment Model where they cannot explain it with their current conceptions. 32 junior students of Education universities, pre-service elementary teachers, located at the middle of Korea participated in this research including two interviews and one experiment activity. As a result of analyzing of the data, the pre-service teachers held diverse conceptions for the causes of season change such as to mistake the phenomena, the distance between the earth and the sun, the tilting of the rotation axis and the revolving around the sun while changing the tilting direction of the rotation axis as the cause. After applying Disproof-Experiment Model designed by the researchers in order to change the current conception above, the conception changes of the pre-service teachers were investigated. Diverse Disproof-Experiment Models were used differently depending on the pre-service teachers' conceptions. As a result of the application of Disproof-Experiment Model, 26 out of 28 pre-service teachers were changed to scientific conceptions. It was determined that in order to modify pre-service teachers' conceptions, designing and presenting the Disproof-Experiment Model appropriate to their conceptions are effective after analyzing their conceptions. In case of conceptions that pre-service teachers feel difficult, it was established that unraveling experiment models prescribed after investigating the preconceptions and identifying the misconceptions are important.

**Key words** : Disproof-Experiment Model, causes of season change, conception change, pre-service teacher

### I. 서 론

천문 분야는 다른 과학 분야와 달리 탐구 대상인 천체들이 먼 거리에 있고, 실험실에서 동일 실험과 반복 실험이 불가능하여(임청환과 정진우, 1993), 추상적이고 직접 관측하기 어려운 개념에 대한 연구

들이 많다(김범기 등, 1996). 이로 인해 과학에서의 천문 영역은 학습자들이 많은 어려움을 겪고 있으며, 그만큼 오개념이 많이 나타나는 영역이다(명전옥, 2001).

특히, ‘계절의 변화’와 관련하여 연구된 선행 연구들을 보면, 많은 학생들이 계절 변화의 원인에 대한

개념은 태양과 지구 사이의 상대적인 거리, 지구의 공전, 지구의 자전, 태양 복사량의 차이, 태양의 이동, 기압의 차이 등의 다양한 개념을 가지고 있는 것으로 보고되어지고 있다(김순미, 2011; 채동현과 황정, 1993; 채동현, 1998; 하옥선과 이용복, 1997; Diakidoy & Kendeou, 2001).

이렇게 학생들의 개념이 다양한 이유에 대해 오개념과 관련된 연구에서는 일상적인 경험, 관찰, 교과서나 참고의 잘못 설명된 그림이나 용어, 텔레비전을 비롯한 교육매체의 잘못된 방영, 교사의 잘못된 설명, 지역간·문화적 배경의 차이에 기인한다고 설명한다(이원국과 채동현, 1993). 이들 원인 가운데 ‘계절의 변화’와 관련된 개념 형성은 교과서나 참고서의 영향이 크다는 것이 밝혀진 바 있다(Schneps, 1998).

‘계절의 변화’와 관련된 선행 연구들을 살펴보면, 먼저 외국의 경우, 미국 9학년을 대상으로 하여 인터뷰를 통해 여름이 덥고 겨울이 추운 이유에 대해 조사한 Novak(1987)의 연구, 여름이 겨울보다 더운 이유에 대해 대학생들을 대상으로 하여 조사한 Schneps(1998)의 연구, 미국의 학생과 성인 1,213명을 대상으로 대단위 설문조사를 통해 ‘지구의 운동’에 대해 조사한 Schoon(1989)의 연구가 있었다. 국내 연구로는 민준기(1991)의 중학생, 고등학생 그리고 교사를 대상으로 한 ‘계절 변화’에 대한 설문 조사 연구, 채동현(1992)의 초중고 학생을 대상으로 한 질문지법과 인터뷰를 이용한 연구가 있었다. 그리고 최근 미시발생적 방법을 통해 ‘계절 변화의 원인’에 대한 멘탈 모델의 변화를 연구한 김순미(2011)의 연구가 있었다.

그러나 ‘계절 변화의 원인’과 관련된 연구를 보면, 학습자들의 개념 형성이나 변화를 위해 일정한 실험 모형을 적용하여 그 변화 정도를 연구한 논문은 찾아보기 힘들다. 아울러 예비 교사를 포함하여 교사들을 대상으로 한 연구는 매우 드물다. 이러한 이유는 앞서 언급했듯이 천문 분야가 갖는 추상적이고 직접 관측하기 어려운 개념을 다루는 활동이므로, 구체적인 실험 모형을 개발하기 힘들기 때문으로 여겨진다. 특히 현장에서 학생을 가르쳐야 할 예비 교사들에 대한 과학적 개념을 파악하고, 비과학적 개념에 대한 처치는 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 선행 연구들을 분석하여 학생이자 교사가 될 예비 교사들이 가지고 있는 ‘계절 변화의 원인’과 관련된 개념의 오류를 정리한 후, 그 오류를 처치하여 주기 위해 ‘반증-실험’ 모형을 개발·제시하

여 예비 교사들의 개념 변화를 돕고, 개념 변화가 어떻게 일어나는지 분석해 보고자 하였다. 이에 이 연구의 구체적인 연구 문제는 ‘예비 교사가 가지고 있는 계절의 변화 원인에 대한 오개념을 처치하기 위해 어떠한 반증-실험 모형을 제안할 수 있는가?’와 ‘계절의 변화 원인에 대해 오개념을 가지고 있는 예비 교사들에게 반증-실험 모형을 적용하였을 때 어떠한 개념 변화가 일어나는가?’이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

연구는 우리나라 중부지방의 중소도시 교사 양성대학의 3학년 학생(초등 예비 교사) 32명을 연구 대상으로 진행되었으며, 이중 남학생은 22명이었고, 여학생은 10명이었다.

### 2. 연구 절차

먼저 ‘계절 변화의 원인’에 대한 초등 예비 교사들의 개념을 연구한 선행 연구를 토대로 초등 예비 교사들이 가지고 있는 개념과 해당 개념에 포함되어 있는 오류들을 분석하였다. 다음으로 이러한 개념 오류들을 처치하여 주기 위해 오류와 관련된 ‘반증-실험’ 모형을 개발하였다. 제안된 ‘반증-실험’ 모형은 초등 예비 교사에게 제시하기 전 지구과학교육 전문가 2인에게 타당도를 점검 받았다. 그리고 연구 대상으로 선정된 초등 예비 교사들이 가지고 있는 ‘계절 변화의 원인’에 대한 개념을 파악하기 위해 연구 대상자들로 하여금 ‘계절 변화의 원인’에 대해 그림과 글을 이용해 설명해 주기를 요청하였다. 그 후, 그림과 글을 보면서 비구조화된 인터뷰를 실시하였다. 비구조화된 인터뷰를 실시한 이유는 초등 예비 교사마다 설명하는 그림이나 글, 즉 ‘계절 변화의 원인’에 대한 개념의 정도가 달라 구조화된 인터뷰가 실시되기 어렵다는 연구자들의 합의가 있었기 때문이다. 인터뷰는 초등 예비 교사들이 가지고 있는 개념에 대한 배경과 이유를 알아보기 위한 것이었다.

초등 예비 교사들의 ‘계절 변화의 원인’에 대한 1차 진술(그림과 글)이 끝난 후 연구자들이 모여 초등 예비 교사들이 작성한 계절 변화의 원인에 대한 그림과 글을 토대로 그들이 가지고 있는 오개념을 분석하였다. 계절 변화의 원인에 대한 오개념을 파악한 후, 이를 올바른 개념으로 바꾸기 위해 앞에서

개발한 ‘반증-실험’ 모형 중 초등 예비 교사 각자가 가진 오개념을 수정하는 데 적합한 모형을 제시하였다. 초등 예비 교사들에게 실험 모형을 제시한 후 초등 예비 교사들과 심층 인터뷰가 실시되었다. 인터뷰 과정에서의 초등 예비 교사들의 반응과 진술은 모두 전사한 후 분석하였다. ‘반증-실험’ 모형을 적용한 후 초등 예비 교사들의 개념 변화 정도를 알아보기 위해 1차 진술과 같은 방법으로 초등 예비 교사들에게 그림과 글을 이용해 최종적으로 ‘계절 변화의 원인’에 대해 설명해 주기를 요청했다. 2차 진술 또한 1차 진술과 같이 동료 연구자와 함께 분석하여 신뢰도를 확보하였다.

1차 진술을 한 후 ‘반증-실험 모형’을 적용하는 것은 1주일 이내에 실시되었으며, 2차 진술은 ‘반증-실험 모형’을 적용한 후 1주 후에 실시하였다. 2차 진술에 1주일이라는 시간의 차이를 둔 것은 초등 예비 교사들의 개념 변화의 정착된 정도를 보다 객관적으로 보기 위한 것이었다.

### 3. 자료의 수집과 분석

연구를 위한 자료는 ‘계절 변화의 원인’에 대해 그림과 글을 이용해 진술한 1차 진술과 2차 진술지, 1차 진술 후에 실시한 비구조화된 인터뷰 전사본, 그리고 ‘반증-실험’ 모형을 적용하며 관찰한 기록지이다. 진술지와 인터뷰를 전사한 내용은 프로토콜을 생성하여 분석되었다. 그리고 진술에 대한 증거를 보충하기 위해 관찰 기록이 사용되었다. 연구의 진실성을 확보하기 위해 진술지, 인터뷰 전사본, 관찰 기록 내용 등을 이용한 삼각 측정법을 사용하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

본 연구에서는 사전 조사를 통해 계절 변화에 대한 초등 예비 교사들의 오개념을 4개의 유형으로 분류하였으며, 오개념 유형별로 각각 정정된 개념을 확인할 수 있는 반증-실험 모형을 이용하여 초등 예비 교사들의 개념 변화 정도를 살펴보았다.

### 1. ‘계절 변화의 원인’에 대한 선행 연구 결과를 토대로 제안된 ‘반증-실험’ 모형

#### 1) 반증-실험 모형의 개요

계절 변화는 지구가 태양을 공전한다는 요인과

자전축이 공전면에 대해 기울어져 있다는 2가지 요인이 동시에 작용하여 나타난다. 즉, 자전축만 기울어져 있거나, 지구가 태양 주위를 공전만 할 때, 혹은 자전축이 임의로 바뀌어가며 공전하는 상황이 일어나게 되면 4계절 변화가 나타나지 않게 된다. 그러나 선행 연구를 통해 ‘계절 변화의 원인’과 관련된 개념을 조사한 결과, 초등 예비 교사들은 많은 오개념을 가지고 있었으며, 이러한 오개념은 크게 4가지로 분류할 수 있었다.

‘계절 변화의 원인’에 대해 초등 예비 교사들이 가지고 있는 오개념을 수정하기 위해 본 연구에서는 계절 변화와 관련된 실험 모형을 수정하여 4가지 유형의 반증-실험 모형을 개발하였다. 본 연구에서는 개발한 실험 모형을 이용해 초등 예비 교사들의 오개념을 수정하는 시간을 가진 후에 초등 예비 교사들의 오개념 수정 정도를 조사하였다.

초등 예비 교사들의 오개념 수정을 위해 반증-실험 모형에서 사용한 것은 먼저 모형 실험에서 초등 예비 교사의 관점(시각)을 도입하는 것이었다. 우리는 지구에 비하면 매우 작은 존재에 불과하므로 지구의 자전축이 기울어져 있거나, 지구가 태양 주위를 공전하고 있음을 직접 확인할 수 없다. 이 때문에 자전축이 기울어져 공전함으로써 나타나는 현상만을 관찰할 수 있을 뿐이다. 즉, 같은 지역에서의 계절에 따라 나타나는 태양의 고도차, 온도차, 밤낮의 길이 차이만을 일상에서 관찰할 수 있을 뿐이다. 실제로 공전면에서 여름의 북반구에 위치한 우리나라는 태양 쪽을 향하여 기울어져 있으므로 태양의 고도가 높고, 낮의 길이는 길고 밤의 길이는 짧아 겨울에 비해 상대적으로 온도가 높게 된다. 반면에 겨울에 우리나라는 태양과 반대쪽으로 기울어져 태양의 고도가 낮고, 낮의 길이는 짧고 밤의 길이는 길어 여름에 비해 상대적으로 온도가 낮게 되는 것이다.

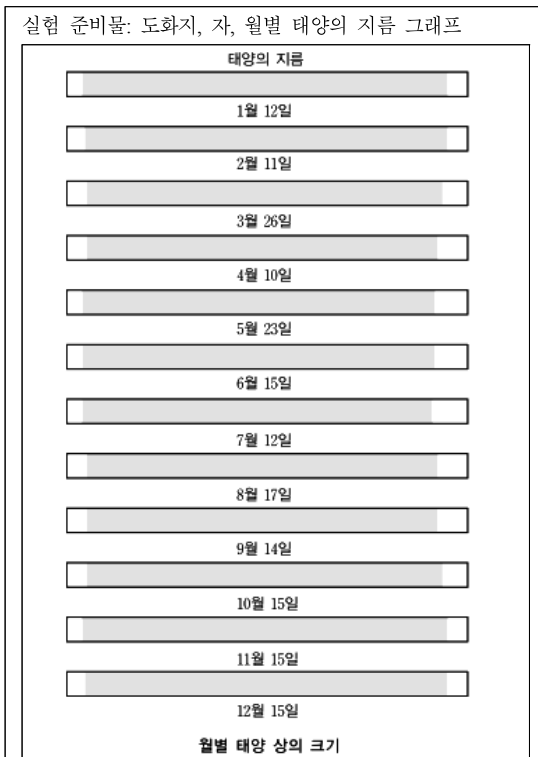
따라서 기존의 오개념 대신 ‘계절 변화의 원인’을 초등 예비 교사들에게 알 수 있도록 하기 위해서는 우주에서 태양계를 바라보는 관점에서 이러한 현상을 관찰할 수 있는 모형을 제시할 필요가 있다. 자전축이 기울어진 지구가 태양 주위를 공전할 때의 계절에 따라 나타나는 밤낮의 길이 차이와 태양의 고도를 각각 관찰하게 하는 것이다. 본 연구에서는 이러한 관점 변화를 추구하며 반증-실험 모형 4가지를 기존에 교과서에 제시된 모형 실험을 수정·보완하여 개발하였다. 개발된 반증-실험 모형에 대

한 구체적인 내용은 다음과 같다.

## 2) 오개념 처치를 위한 실험 모형

본 연구에서는 초등 예비 교사들이 가지고 있는 ‘계절 변화의 원인’에 대한 선개념에 따라 오개념을 처치해 줄 수 있는 4가지 실험 모형을 제안한다. 실험 모형별로 초등 예비 교사들이 가지고 있는 오개

**[반증-실험 모형 1]** 지구와 태양과의 거리에 대한 오개념 처치 모형



**그림 1.** 계절의 변화 실험 모형 1(태양의 지름 지름 그래프)

실험 과정

1. 도화지 중앙에 태양을 표시한다.
2. 태양 주위에 공전 궤도를 그린다.
3. 공전 궤도를 12등분하여 지구의 위치를 그린다.
4. 망원경을 이용해 월별 태양의 지름을 측정하여 그래프에서 태양의 지름을 자로 측정하여 나타낸다.
5. 멀리 있는 물체의 지름과 가까이 있는 물체의 지름을 비교한다.
6. 지름에 따라 태양에서 나오는 빛의 양은 어떻게 다를지 생각한다.
7. 어느 달에 있는 태양이 가장 큰지 확인한다.
8. 가장 크다는 것은 무엇을 의미할지 생각한다.
9. 거리를 이용해 계절의 변화를 설명할 수 없는 이유를 생각한다.

념을 스스로 진단하고 개념을 변화할 수 있도록 고안되었다. 고안된 실험 모형에 대해서는 연구자뿐만 아니라, 지구과학을 전공한 과학교육전문가 1인과 현장 교사 1인의 검토를 받았으며, 현장에서 쉽게 활용할 수 있도록 간단한 실험 준비물로 구성하였다.

## 2. ‘계절 변화의 원인’에 대한 초등 예비 교사들의 개념 변화

### 1) ‘계절 변화의 원인’에 대한 초등 예비 교사들의 선개념

‘왜 계절 변화가 생기는가?’에 대한 초등 예비 교사들의 생각을 알아본 사전 조사에서 32명의 초등 예비 교사 중 4명만이 과학적 개념을 가지고 있었으며, 나머지 28명의 초등 예비 교사들은 오개념을 가지고 있었다. 초등 예비 교사들의 대답을 유형별로 분류하면 표 1과 같다.

**[반증-실험 모형 2]** 낮의 길이 변화와 같은 현상을 원인으로 생각하는 것에 대한 오개념 처치 모형

실험 준비물: 지구, 지구본, 시간관, 빨대, 양면테이프



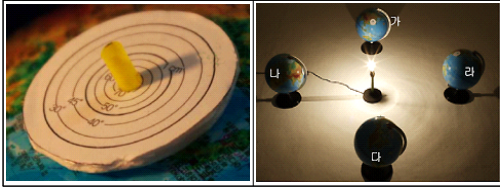
**그림 2.** 계절의 변화 실험 모형 2

실험 과정

1. 지구본의 우리나라 위치에 0.5 cm 정도의 빨대를 이용하여 작은 관측자를 세운다.
2. 실험대 중앙에 지구본(태양)을 켜 놓고 30 cm 정도 떨어진 위치에 기울어져 있는 지구본을 놓는다.
3. 지구본의 북극에 있는 자전축 상단에 시간관을 붙이고, 전등을 향한 쪽이 낮 12시가 되도록 조정한다.
4. 전등의 높낮이를 조절하여 빛이 관측자에 수직으로 들어올 수 있도록 한다.
5. 지구본을 반시계 방향으로 자전시키며 관측자에게 빛이 보이기 시작하는 시각과 사라지기 시작하는 시각을 기록한다.
6. 다른 계절에 해당하는 위치로 지구본을 옮겨 위치시키되, 기울어져 있는 축이 변화하지 않도록 유의한다.
7. 각각 위치에서의 일출, 일몰 시간을 측정하여 그 결과를 실험 보고서에 기입한다.
8. 5번과 같이 실험하되 다른 계절에 해당하는 위치로 지구본을 옮긴 후에 자전축의 기울기를 달리하여 측정한다.
9. 각각 위치에서의 일출, 일몰 시간을 측정하여 그 결과를 5, 7번 결과와 비교한다.

**[반중-실험 모형 3]** 남중고도에 따라 계절이 달라진다는 것에 대한 오개념 처치 모형

실험 준비물: 전구, 지구본, 빨대, 태양 고도 측정기



**그림 3.** 계절의 변화 실험 모형 3

실험 과정

1. 실험대 중앙에 전구(태양)을 켜 놓고 30 cm 정도에 떨어진 위치에 기울어져 있는 지구본을 놓는다.
2. 태양의 고도와 그림자의 길이를 측정하기 위한 특허 기구를 우리나라의 위치에 고정시킨다.
3. 전등의 높낮이를 조절하여 빛이 수직으로 들어올 수 있도록 장치한다.
4. 그 자리에서 특허 기구를 이용하여 남중고도를 측정하도록 한다.
5. 지구본을 각 계절에 해당하는 위치로 옮긴 후 해당 위치에서의 남중고도를 측정하고 이를 실험 보고서에 정리한다.

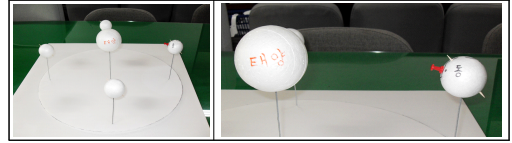
‘계절 변화의 원인’을 묻는 질문에 가장 많은 오답으로 제시된 것이 지구와 태양 사이의 거리차로 인해 계절이 생긴다는 대답이었다. 이 대답을 한 대부분의 초등 예비 교사들은 그림 5와 같이 지구의 자전축이나 공전에 관한 언급 없이 단순히 태양과 지구 사이의 거리가 가까워지면 태양열(태양에너지)을 많이 받아 더워지고, 멀어지면 태양열(태양에너지)의 양이 달라지기 때문에 여름과 겨울의 차이가 생긴다고 대답하였다. 이들 중 몇 명의 초등 예비

**표 1.** ‘계절 변화의 원인’에 대한 사전조사 결과

| 분류      | 오개념 유형                                      | 초등 예비 교사들의 대답                              | 사례수(명) |
|---------|---|--|--------|
| 비과학적 개념 | 현상을 원인으로 생각하는 경우                            | · 남중고도<br>· 낮의 길이 변화                       | 4      |
|         | 지구와 태양 사이의 거리를 원인으로 생각하는 경우                 | · 지구와 태양이 가까우면 여름이고 멀면 겨울                  | 17     |
|         | 지구 자전축이 기울어진 것이 원인이라고 생각하는 경우               | · 지구 자전축이 기울어져 있기 때문에 태양에너지를 받는 양이 달라지기 때문 | 6      |
| 과학적 개념  | 지구 자전축이 위치에 따라 다르게 기울어진 채 태양 주위를 공전하고 있기 때문 | · 계절에 따라 지구의 자전축 방향이 달라짐                   | 1      |
|         | 지구 자전축이 기울어진 채 태양 주위를 공전하고 있기 때문이라고 생각하는 경우 |  | 4      |
| 계       |   |  | 32     |

**[반중-실험 모형 4]** 오개념 통합 처치 모형

실험 준비물: 우드락, 스티아로폼 공(대) 1개, 스티아로폼 공(중) 4개, 철사, 압정, 이쑤시개



**그림 4.** 계절의 변화 통합 실험 모형

실험 과정

1. 실과 배임펜을 이용하여 우드락 판에 가득 차게 원을 그려, 지구 공전 궤도판을 만든다.
2. 그려진 지구 공전 궤도판을 가위로 오린다.
3. 정사각형의 우드락판 중앙과 지구 공전 궤도판의 중심을 철사로 뚫어 축을 중심으로 회전하도록 만든다.
4. 중심축 역할을 하는 철사 끝에 큰 스티아로폼 공을 꿸고, 태양이라고 쓴다.
5. 작은 스티아로폼 공 4개에 우리나라와 대륙을 간단히 그린 후, 우리나라의 위치에 압정을 꿸는다.
6. 4개의 작은 스티아로폼에 이쑤시개를 이용해 비스듬히 자전축을 각각 세운다.
7. 지구 공전 궤도판의 가장자리 4곳에 철사를 세운 후, 작은 스티아로폼을 각각 꿸아 사계절의 지구 위치를 나타낸다.
8. 공전 궤도상의 지구의 각 위치마다 태양의 남중고도와 낮의 길이가 어떻게 달라지는지 비교한다.

교사들은 지구와 태양 사이에 거리의 차이가 생기는 이유에 대해 지구의 공전 궤도가 타원이기 때문이라고 설명하였다. 이것은 지구가 비록 타원 궤도 상에서 움직이고 있기는 하지만, 거의 원에 가까운 타원이며 근일점과 원일점에서의 태양 에너지의 양의 차이가 계절의 변화를 일으킬 정도로 크지 않다는 사실을 알지 못하고 있음을 나타낸다.

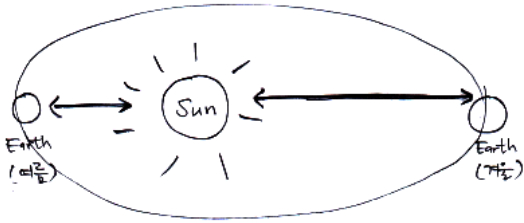


그림 5. 지구와 태양과의 거리 차이로 계절 변화를 설명하는 그림

이와 같은 대답은 초등 예비 교사들에게 설문지를 통해 개념을 조사한 후 실시한 추가 면담에서도 뚜렷이 드러난다. 초등 예비 교사 4는 그림에서도 타원 궤도를 그리고, 태양의 위치를 궤도의 한 쪽으로 치우쳐 그렸으며, 면담에서도 거리를 이용해 '계절 변화의 원인'을 설명하고 있었다. 이러한 결과는 선행 연구들의 결과(장명덕 등, 2001; 채동현, 1992; 채동현 등, 2003)와 유사한 결과이며, 계절 변화에 대한 초등 예비 교사들의 오개념이 교과서가 개정되어도 똑같이 발생하는 것은 교과서에 다뤄지고 있는 관련 실험이 대안이 될 수 없음을 간접적으로 보여주는 예라 할 수 있다. 이에 대한 구체적인 연구가 필요하리라 생각된다.

연구자: 거리라고 생각하는 사람 있었어? 그 초등 예비 교사 한 번 설명해 볼래? 어떻게 그런 생각을 하게 되었지?

초등 예비 교사4: 그림으로 그려 봤을 때 사람이 여름에는 가깝고, 겨울에는 멀리 있어서요.

연구자: 책에 있는 그림을 보고 그런 생각을 갖게 되었다는 말이지?

초등 예비 교사: 네

'계절 변화의 원인'을 묻는 질문에 태양의 남중고도 때문이라거나 낮의 길이의 차이 때문이라고 대답한 초등 예비 교사들이 있었다. 이러한 결과는 원인과 현상을 혼동한 것이다.

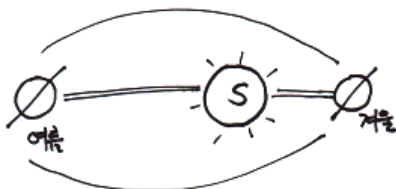


그림 6. 남중고도의 차이로 계절 변화를 설명하는 그림

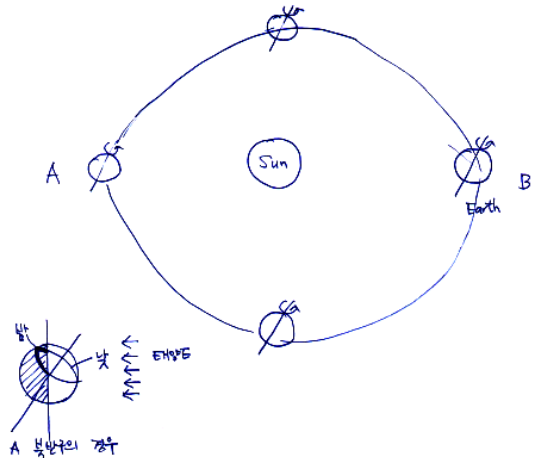


그림 7. 낮의 길이 차이로 계절 변화를 설명하는 그림

그림 6과 같이 남중고도 때문에 계절 변화가 생긴다고 대답한 초등 예비 교사는 단위 면적 당 태양 에너지의 차이 때문에 계절 변화가 나타난다고 설명하면서 여름에는 겨울보다 남중고도가 높아 단위 면적당 받는 태양 에너지의 양이 크기 때문이라고 하였다. 또 그림 7과 같이 낮의 길이 차이를 '계절 변화의 원인'으로 설명한 초등 예비 교사의 경우 북반구를 기준으로 그림 상 지축의 북반구가 태양을 향해 있을 때는 낮의 길이가 길어 태양 에너지를 많이 받기 때문에 여름이 되고, 반대쪽으로 기울어져 있을 경우 낮의 길이가 짧아져 태양 에너지의 양이 감소하므로 겨울이 된다고 설명하고 있다. 이 두 경우 모두 계절 변화가 일어났을 때 사람들이 느끼는 현상을 '계절 변화의 원인'으로 설명하고 있는 것이다. 초등 예비 교사들의 개념은 옳은 개념이지만 '계절 변화의 원인'이 아니라, 계절이 변화되면서 생기는 현상을 이야기한 것으로 초등 예비 교사들이 계절 변화에 대해 제대로 이해하지 못하고 있음을 알 수 있다.

이와 같은 예는 아래의 초등 예비 교사 2의 면담 내용에서 알 수 있는데, 초등 예비 교사 2는 거리가 '계절 변화의 원인'이 되지 않는다는 점은 명확히 이해하고 있으며, 자전축이 기울어져 있다는 것이나 지구의 공전이 계절 변화와 연관이 있다는 것을 알고 있지만, 그것이 원인이라 생각하지 않고, 그것으로 인해 생기는 현상 즉, 낮의 길이 차이가 '계절 변화의 원인'이라고 설명하고 있다.

연구자: 계절이 변하는 이유가 뭐라고 생각하니?

초등 예비 교사2: 우선, 태양이 1억 5천만 킬로미터 떨

어제 있는데 태양이 에너지를 방출할 때 그 에너지는 구면파로 발생합니다. 거리가 멀리 멀어져 있으니 평면파로 생각해도 무방하구요. 다시 말해 거리에 따른 에너지 변화는 없다고 해도 됩니다. 그런데 근일점일 때 지구의 날씨는 겨울이거든요.

연구자: 근일점이니까 겨울이라는 말인가?

초등 예비 교사2: 근일점일 때 겨울인데 만약 태양의 거리에 따라 계절이 달라진다고 하면 위 사실 때문에 이치에 맞지 않습니다. 그래서 다른 이유를 생각해 봐야 하는데,

연구자: 계속 설명해봐.

초등 예비 교사2: 지축이 23.5도 기울어져 있는데요. 그럼 북반구를 기준으로 생각해 봤을 때, (지축이 기울어진 지구본으로 설명한다.) 북반구가 태양 쪽을 향하게 됐을 때가 여름인데... 태양 빛이 비스듬하게 들어오게 되잖아요. 태양의 고도에 따라 단위면적당 들어오는 에너지가 다르게 됩니다. 그것이 하나의 원인이구요. 그 다음에는 여름일 때 낮의 길이가 길어집니다. 왜냐하면 태양의 고도가 높아지면 천구면을 도는 태양의 궤적이 더 길어진다고 해야 하나? 이것도 계절 변화에 일조를 합니다.

연구자: 그러니까 계절 변화의 원인은 낮의 길이라는 말인가?

초등 예비 교사2: 낮의 길이와 지구의 자전축이 기울어져 있는 것 두 가지입니다.

연구자: (설문지와 질문할 때 담이 달라서 확인 작업함)

다음으로 초등 예비 교사들의 오개념 유형 중 많은 것은 바로 ‘계절 변화의 원인’ 중 하나인 지구 자전축의 기울어짐으로 계절 변화를 설명하는 것이다. 이 초등 예비 교사들은 ‘지구 자전축이 기울어져 있기 때문에 태양이 들어오는 열의 양이 달라’지거나 또는 ‘태양 광선이 지구에 입사하는 고도가 달라지고 단위면적 당 들어오는 태양 에너지의 양이 달라져’ 계절의 변화가 생긴다고 설명하고 있다. 이것은 계절 변화의 원인에 대한 설명 중 중요한 개념이나 초등 예비 교사들은 또 하나의 중요한 개념인 ‘공전’에 대해서는 언급하고 있지 않았다.

그러나 그림 8과 같이 이 초등 예비 교사들은 관측자의 위치(북반구에 있느냐 남반구에 있느냐), 공전 궤도 상의 지구의 위치에 따른 단위면적 당 태양 에너지 변화를 명확하게 설명하지는 못하고 있다.

다음 유형은 자전축이 기울어진 상태에서 태양 주위를 공전하기 때문에 계절의 변화가 생긴다고

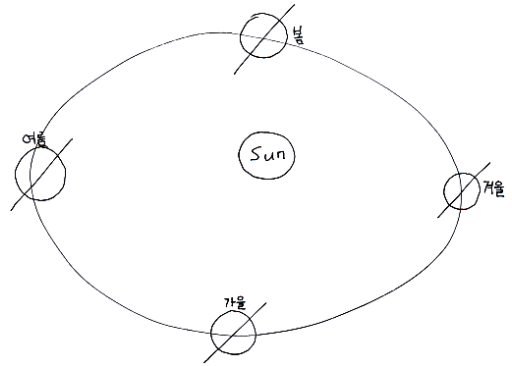


그림 8. 지구 자전축의 기울어짐으로 계절 변화를 설명하는 그림

대답한 부류 중 자전축의 모양에 있어서 오류를 보인 초등 예비 교사이다. 이 초등 예비 교사는 ‘계절 변화의 원인’에 대해서는 알고 있으나, 큰 오류를 가지고 있었다. 지구가 태양을 공전하면서 위치에 따라 지구 자전축이 변한다는 생각을 가지고 있었다. 이 초등 예비 교사의 경우 공전 궤도 상에서 지구가 위치하는 곳마다 태양이 지구에 입사하는 고도(남중고도)가 다르며, 이 때문에 단위면적 당 태양 에너지의 양이 달라져 여름과 겨울이 생긴다는 개념을 알고 있었다. 하지만 자전축이 한 방향으로 고정되어 있는 것이 아니라 지구가 이동함에 따라 자전축도 같이 변화한다고 하여 자신이 지식으로 알고 있는 것을 실제 모형으로 설명하지 못하는 모습을 보였다.

연구자: 초등 예비 교사3은 설문지를 보니까 맞았는데 한번 설명해 보겠니?

초등 예비 교사3: 자전축이 기울어진 상태에서 태양 에너지가 들어오는 고도가 달라지게 되어서 지구가 공전함에 따라 각 위치별로 우리나라로 들어오는 태양 에너지의 양이 변하게 되면서 계절 변화가 생깁니다.

연구자: 태양의 고도에 대해서 좀 더 자세하게 지구본을 가지고 한번 시연해 보겠니?

초등 예비 교사3: (지구본을 기울인 상태에서 연필로 우리나라의 위치를 표시하며) 지구가 만약에 이렇게 기울어져 있다고 하면 여름이고..

연구자: 어디가 여름이야?

초등 예비 교사3: 그러니까 이럴 때 여름이고, 지구가 반대편에 있다고 하면..

연구자: (칠판쪽을 가리키며) 태양이 거기 있다면서? 거기 있다고 하고 시연해 봐.

초등 예비 교사3: (칠판쪽에 전등 스탠드를 비치한 후)

태양이 여기 있다고 하면 보시면 고도가 높아질 때 (지구본을 반대로 옮기며) 이 때 보면 고도가 높아져서 .. 맞추면요. (지구본 축을 수정한다.) 이렇게 하면 고도가 높아지게 되잖아요.

연구자: 어떻게 높아지는데?

초등 예비 교사3: (지구본에서 한국의 위치를 상정하며) 접선을 그어가지고 여기에 지구에 태양에 너지가 도달하면 복사에너지가.. (지구본을 다시 들어서 반대편으로 옮기며 축을 다시 설정) 이렇게 해가지고... (손으로 전등과 지구본 사이를 왔다갔다 가리키며) 이러면 고도가 낮게 들어오잖아요. 이렇게 되면 단위면적당 태양 에너지가 적어지게 되요.

연구자: 그렇다면 태양의 고도 때문에 계절의 변화가 생긴다는 말인가?

초등 예비 교사3: 정확하게 본다면 자전축이 기울어진 상태에서 태양의 에너지가 들어오게 되면 지구의 위치에 따라서 태양의 에너지가 달라서 단위면적당 에너지가 변해서 생깁니다.

연구자: 초등 예비 교사3은 설명할 때 축을 보니까 지구본을 옮길 때마다 계속 바뀌고 있어. 무슨 말인지 이해하지? 자전축을 옮기지 말고 이야기할 수 있겠어?

초등 예비 교사3: 음...(설명 못함)

위 면담 내용에서처럼 초등 예비 교사 3은 '계절 변화의 원인'에 대해서는 잘 알고 있었지만, 좀 더 구체적인 시연과 함께 설명을 요구했을 때, 오개념을 가지고 있는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 초등 예비 교사들이 보다 구체물을 이용한 이해가 필요함을 시사해준다고 할 수 있다. 자신이 알고 있는 내용을 시연과 설명을 함으로써 개념을 정립하는 기회가 주어져야 하리라 사료된다.

## 2) 반증-실험 모형 실험 후 초등 예비 교사들의 개념

각 오개념 유형에 맞추어 오개념을 과학적 개념으로 바꿀 수 있도록 설계한 반증-실험을 수행한 후, '계절 변화의 원인'에 대한 초등 예비 교사들의 개념을 조사한 결과 대부분의 초등 예비 교사(26명)가 과학적 개념을 가지게 되었으며, 나머지 초등 예비 교사들도 기존에 가지고 있던 오개념에서 어느 정도는 벗어난 것을 확인할 수 있었다.

이러한 결과는 채동현 등(2003)이 학생들에게 직접 그림을 그려 설명하게 한 후 '계절 변화의 원인'을 설명하도록 한 활동이 효과적이라는 결과와 맥

을 같이 한다고 할 수 있다. 초등 예비 교사들로 하여금 반증-실험 모형을 직접 조작하도록 하고, 그에 대한 설명을 요구함으로써 자신의 선개념에서 잘못된 부분을 인지한 후 빠르게 수정할 수 있는 계기를 마련해 줄 수 있어 개념 변화에 보다 효과적이었다.

그림 9와 같이 초등 예비 교사들은 지구의 위치에 따라 지구에 입사하는 태양의 고도(남중고도)가 달라져 단위면적 당 에너지의 양이 달라지고, 또한 낮의 길이가 달라져 에너지를 받는 시간이 차이가 나는 현상이 발생하므로 사계절의 변화가 생기는 과정을 그림과 설명으로 충분히 이해하고 있음을 보여주었다.

연구자: 처음에 생각하고 있던 계절 변화의 원인은 무엇이었나요?

초등 예비 교사4: 지구가 태양과 같이 있을 때 여름이고, 멀리 있을 때는 겨울이라고 생각했어요.

연구자: 그럼, 지금은 어떻게 생각하나요?

초등 예비 교사4: 지구와 태양과의 거리로는 계절의 변화를 설명할 수 없는 거 같아요.

연구자: 왜 그렇게 생각하죠?

초등 예비 교사4: 실험에서도 알 수 있듯이 거리의 차는 별로 나지 않았어요. 거리가 아니라... 다른 뭔가가 있는 거 같아요...

위의 초등 예비 교사 4의 면담 내용은 반증-실험 모형 1을 경험한 후의 것이다. 면담 내용에서도 볼 수 있듯이 초등 예비 교사가 가지고 있는 오개념에 맞게 처치된 실험 모형은 초등 예비 교사들의 선개념에 대한 오류를 지적하며 대안적인 개념을 찾으려는 기회를 갖게 해주었다.

표 2에서도 보는 바와 같이, 유형별 실험 활동 이

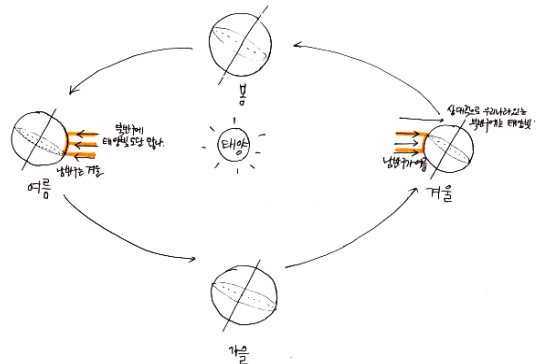


그림 9. 계절 변화에 대한 바뀐 개념(설문결과)



표 2. 수업 후 각 유형에 따른 초등 예비 교사의 오개념 변화 조사

| 분류      | 오개념 유형   | 실험 전 사례수(명) | 실험 후 사례수(명) | 비고   |
|---------|--|-------------|-------------|--|
| 비과학적 개념 | 현상을 원인으로 생각하는 경우                               | 4           | 1           | 1명은 부동   |
|         | 지구와 태양 사이의 거리를 원인으로 생각하는 경우                    | 17          | 0           |  |
|         | 지구 자전축이 기울어진 것이 원인이라고 생각하는 경우                  | 6           | 1           | 거리를 원인으로 생각했던 초등 예비 교사가 이동해옴 (기존의 초등 예비 교사는 모두 과학적 개념으로 이동함) |
|         | 지구 자전축이 기울어진 채 태양 주위를 공전하고 있기 때문(자전축의 방향이 달라짐) | 1           | 0           |  |
| 과학적 개념  | 지구 자전축이 기울어진 채 태양 주위를 공전하고 있기 때문이라고 생각하는 경우    | 4           | 30          |  |
| 계       |  | 32          | 32          |  |

후 실시한 설문조사 결과, 과학적 개념을 갖고 있는 초등 예비 교사는 총 32명 중 30명으로 집계되었다. 설문 초등 예비 교사 32명 중 2명을 제외하고 모든 초등 예비 교사들이 과학적 개념을 가진 것으로 집계되었다. 설문 조사 결과를 항목별로 살펴보면 사전 조사에서 가장 많은 비율을 차지하였던 지구와 태양 사이의 거리로 대답하였던 초등 예비 교사들이 1명을 제외하고 모두 과학적 개념으로 전환하였음을 확인할 수 있었다. 또한, 지구의 자전축만을 언급하거나 혹은 그것이 유동적인 것으로 생각했던 초등 예비 교사들의 경우, 모두 과학적 개념으로 전환하였다. 초등 예비 교사 5의 구체적인 면담 내용에서도 볼 수 있듯이 초등 예비 교사들은 다양한 반증-실험 모형을 차례로 경험함으로써 올바른 개념을 찾아갈 수 있었다. 자신이 설명할 수 없는 부분을 실험을 통해 설명할 수 있는 기회를 제공함으로써 자신이 가지고 있는 개념의 오류를 찾고, 다시 대안적 개념을 세움으로써 개념을 정립해 나가고 있었다.

연구자: 처음에 생각하고 있던 계절 변화의 원인은 무엇이었나요?

초등 예비 교사5: 지구가 태양 주위를 공전하기 때문이라고 생각했어요.

연구자: 그럼, 지금은 어떻게 생각하나요?

초등 예비 교사5: 공전도 중요하지만, 지구의 자전축의 방향이 추가되어야 한다는 것을 알았어요.

연구자: 지구의 자전축?

초등 예비 교사5: 네, 처음에 설명할 때는 지구의 자전축을 무시하고 설명했는데요, 실험을 하고 나

니까, 지구의 자전축이 기울어진 채로 그대로 움직여야 한다는 것을 알았어요. 전 그냥 위치마다 자전축을 돌려놨거든요.

마지막으로 원인과 현상을 혼동했던 유형의 초등 예비 교사의 경우 두 가지 방향으로 서술 방식이 변화하였다. 그 첫 번째는 이전과 달리 낮의 길이나 고도 변화를 언급하지 않고, 정확한 원인만을 서술한 것이다. 두 번째는 지구의 자전축이 기울어진 채로 공전한다는 부분을 원인이라고 먼저 전제한 뒤 낮의 길이나 고도 변화를 서술하는 것이다. 위 두 가지 모두 원인과 현상을 구분하여 인지할 수 있게 변화되었음을 나타내어준다. 아울러 현상과 원인을 혼동하는 초등 예비 교사들을 위해서는 공전 궤도 상에서 계절별 지구의 위치를 표시하게 한 후 일어나는 현상에 대해 설명하게 하는 등의 수업 진행이 도움이 될 것이라 사료된다.

과학적 개념으로 변화하지 못한 유형의 초등 예비 교사는 다음의 두 가지 유형으로 구분할 수 있었다. 첫 번째로는 한 유형의 비과학적 개념에서 다른 유형으로 넘어간 경우이다. 사전 조사에서 거리로 대답하였던 초등 예비 교사 중 1명이 현상과 원인을 생각하지 못하는 유형으로 전환하였다. 두 번째 유형의 초등 예비 교사는 기존에 자신이 가졌던 개념을 그대로 고수하는 유형이다. 사전 조사에서 자전축과 낮의 길이를 원인으로 답하였던 초등 예비 교사는 수업 후에도 자신의 입장을 그대로 고수한 것으로 나타났다.

위 사실의 비추어 다음의 사실을 추론할 수 있다. 거리 개념은 비과학적 개념 중 상대적으로 전환하기 쉬운 초보적 성격을 가지고 있다는 점이다. 이에 반해 원인과 현상의 구분은 적어도 이보다는 이해시키기 어려운 성격을 지니고 있다. 이는 다른 유형에서는 비전환 사례가 발생하지 않았다는 사실과 위 두 유형의 초등 예비 교사 모두 원인과 현상의 혼동 유형에 속한다는 사실로 미루어 알 수 있다. 또한 개인에 따라 과학적 개념으로의 전환은 한 번에 이루어지는 것이 아니며 여러 단계를 거치게 된다는 점이다. 다시 말해 하나의 개념을 극복한다고 하더라도 다른 유형의 오개념에 부딪힐 수 있으며, 이들을 모두 극복해야 완전한 과학적 개념으로 전환이 가능하다는 점이다. 결국, 두 유형의 초등 예비 교사 모두 비과학적 개념에서 과학적 개념으로의 전환 과정에서 중간 단계에서 머물게 된 것이라고 판단할 수 있다. 그리고 이를 극복하기 위해서는 초등 예비 교사들이 하나의 사실에 대한 단편적인 이해가 아닌 다단계적이며 복합적인 이해를 할 수 있도록 유도하여야 한다.

이를 위해서 다음의 추가적인 과정이 요구된다. 첫 번째 사례의 초등 예비 교사는 우선 거리 개념을 극복할 수 있는 실험 후에 거기에 그치지 않고 원인과 현상을 구분할 수 있는 실험을 추가적으로 제시하는 것이다. 두 번째 사례의 초등 예비 교사는 자전축과 낮의 길이를 원인으로 제시하였으므로 공전 요소의 부재와 원인과 현상의 혼동이라는 해결하여야 할 비과학적 개념이 중복되었다. 그러므로 낮의 길이 대신 공전을 원인으로 대체하여 주지시킴과 동시에 낮의 길이가 이에 따른 현상임을 동시에 보여준다면 본 수업에서 의도하는 과학적 개념으로 전환이 가능할 것으로 예상된다.

본 연구에서 진행한 반증-실험 모형을 적용한 초등 예비 교사들의 과학적 개념 변화의 경로를 살펴보면 그림 10과 같다. 그림 10에서 볼 수 있는 것처럼

초등 예비 교사들은 계절 변화 원인에 대한 ‘현상을 원인으로 생각’, ‘자전축의 기울어짐 방향이 일정하지 않은 채 공전’, ‘지구와 태양 사이의 거리’, ‘지구 자전축의 기울어짐’과 같은 4가지 유형의 비과학적 개념을 가지고 있었으나, 본 연구에서 개발한 반증-실험 모형을 적용함으로써 과학적 개념으로 바뀌었다. 이러한 결과를 보더라도 학생들의 선개념을 정확히 파악하여 그에 맞는 전략을 적용한다면 학생들의 개념 변화가 일어날 수 있다는 것을 알 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 ‘계절 변화의 원인’에 대한 초등 예비 교사들의 개념을 알아보고, 초등 예비 교사들의 개념의 오류를 찾아내어 초등 예비 교사들이 가지고 있는 개념으로 설명할 수 없는 ‘반증-실험’ 모형을 제시하여 초등 예비 교사들의 개념 변화를 돕고, 개념 변화가 어떻게 일어나는지 분석하였다. 분석한 결과를 종합해 보면, 선행 연구와 같이 초등 예비 교사들은 ‘계절 변화의 원인’에 대해 다양한 개념들을 가지고 있었다. 현상을 원인으로 생각하는 경우, 지구와 태양 사이의 거리를 원인으로 생각하는 경우, 지구 자전축이 기울어진 것이 원인이라고 생각하는 경우, 그리고 지구 자전축이 기울어진 방향이 달라지면서 태양 주위를 공전하고 있기 때문이라는 경우 등 다양한 사례를 보였다. 이에 본 연구에서는 이러한 다양한 개념들을 올바른 개념으로 변화시켜 주기 위해 태양 지름 그래프, 태양계 모형 등을 이용한 ‘반증-실험’ 모형을 적용하여 초등 예비 교사들의 개념 변화의 정도를 파악하였다. 그 결과, 많은 초등 예비 교사들이 자신의 개념을 수정하여 과학적 개념을 획득할 수 있었다. 오개념에 관련된 선행 연구에서도 학생들의 오개념에 대한 처치를 위해 인지 갈등 상황을 제시하여 학생들의 개념을 변화시키기 위한 노력이 있었다(국동식과 김대영, 2000; 권난주와 권재술, 2004). 이와 같이 학생들의 선개념, 즉 학생들이 가지고 있는 오개념을 분석한 후 그에 맞는 실험 모형을 개발하여 제시할 수 있다면 학생들은 보다 쉽게 자신의 잘못된 개념을 깨닫고 변화시키려는 노력을 보일 것이다.

본 연구는 위와 같은 결과를 통해 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다. 초등 예비 교사들이 습득하

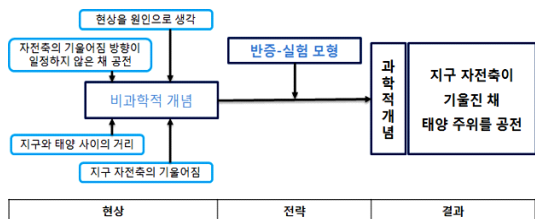


그림 10. 계절 변화 원인에 대한 개념 변화

기 어려워 하는 개념, 특히 천문 분야와 같이 다양한 실험이나 반복 실험이 용이하지 않은 실험과 관련된 개념에 대해 정확한 분석과 함께 다양한 실험 모형의 개발이 필요하다. 개발된 실험 모형은 초등 예비 교사들로 하여금 그들이 가지고 있는 오개념을 파악하는데 도움을 줄 수 있으며, 습득하기 어려워 하는 개념에 대한 다양한 실험 경험을 통해 과학적 개념을 접할 수 있는 많은 기회를 제공할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

국동식, 김대영(2000). 인지갈등 수업모형이 대기압 개념 변화에 미치는 영향. *한국지구과학회지*, 21(4), 369-379.

권난주, 권재술(2004). 인지갈등 전략을 이용한 과학 개념 변화에서 학습자 특성의 효과. *한국과학교육학회지*, 24(2), 216-225.

김범기, 이항로, 김기정(1996). 천문 개념 성취도와 공간 능력과의 상관관계에 관한 연구. *한국초등과학교육학회지*, 24(2), 216-225.

김순미(2011). 계절 변화의 원인에 대한 초등학생 멘탈 모델 변화 과정의 미시발생적 연구. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.

명전옥(2001). 예비 교사들이 지구과학 문제 해결 실패 요인: 달과 행성의 운동을 중심으로. *한국지구과학회지*, 22(5), 339-349.

민준기(1991). 중학교 및 지구과학교사의 지구와 달의 운동에 관한 개념. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.

이원국, 채동현(1993). 천문학 현상에 대한 유년적 개념의 근원. *한국지구과학회지*, 13(1), 1-11.

임청환, 정진우(1993). 국민학교 자연과 천문분야 내용 분석과 문제점. *한국과학교육학회지*, 13(2), 247-256.

장명덕, 정철, 정진우(2001). 계절 변화에 대한 초등학생의 선개념과 개념 변화 양상. *한국지구과학회지*, 22(4), 268-277.

채동현(1992). 계절 변화의 원인에 관한 학생들의 유년적 사고. *한국지구과학학회지*, 13(2), 283-289.

채동현(1998). 새로운 계절 변화 실험모형이 초등 예비 교사의 개념 변화에 미치는 효과. *한국초등과학교육학회지*, 17(1), 23-32.

채동현, 변원섭, 손연아(2003). 초등 예비 교사들의 계절 변화 원인에 대한 질적 연구. *초등과학교육*, 22(1), 109-120.

채동현, 황정(1993). 천문현상에 관한 유년적 사고, 학년, 성격사이의 상호관계 연구. *한국지구과학회지*, 14(2), 173-182.

하옥선, 이용복(1997). 지구 자전에 대한 초등학교 학생들의 개념 유형에 관한 연구. *한국초등과학교육학회지*, 16(1), 103-122.

Didkidoy, I. N. & Kendeou, P. (2001). Facilitating conceptual change in astronomy: A comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction*, 11(1), 1-20.

Novak, J. D. (1987). *Proceedings of second international seminar misconceptions and educational strategies in science and mathematics*. Three volumes, Ithaca, NY: Cornell University.

Schneps, M. H. (1998). A private universe[Videotape].

Schoon, K. J. (1989). *Misconceptions in the earth science*. Doctoral dissertation, Loyola University of Chicago.