

계절변화 개념 위계에 관한 연구

정선라¹ · 이용복^{2,*}

¹충북대학교 천문우주학과, 361-763, 충청북도 청주시 흥덕구 내수동로 52

²서울교육대학교 과학교육학과, 137-742, 서울특별시 서초구 서초중앙로 96

Study on the Conceptual Hierarchy for Seasonal Change

Sun-La Jung¹ and Yong Bok Lee^{2,*}

¹Department of Astronomy & Space Science, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

²Department of Science Education, Seoul National University of Education, Seoul 137-742, Korea

Abstract: We study on the concept and reason of seasonal change that 164 university students have. Subsequently the concept types on the seasonal change are classified according to the characteristics and conceptual change after teaching on astronomy. All of the students were simply checked by the questionnaire of multiple choice and essay method before learning on the subjects. And then they answered to questionnaires of similar type after one semester. By the analyzed results, we classify it to three steps of hierarchical concept structure. The first step is the cosmic perspective that is related to the Earth's condition and motion. The second step is the influence of the Earth that is directly affected by the first step. The third step is observer's perspective on the Earth depending on the second step. Among the answers, the first step is prominent and second step is rare. The answers on the reason of seasonal change show some kinds of type which are 1st, 1-2nd, 1-3rd, and 1-2-3rd step. By the result, it is arranged in sequence like as 1-3rd>1st>1-2nd>1-2-3rd type. The lowest number of students was 2nd step of the Sun's altitude and duration of daytime in pre-test. However the students of 2nd step obtained more correct scientific concept on the seasonal change after learning on the subjects, and got the higher score in the post-test than in the pre-test. We found how much important the hierarchical structure on the reason of seasonal change is. As the results, second step on the learning of the Sun's altitude and duration of daytime essentially have to teach after first step. And then third step have to teach. At last, it is sure that the students can obtain the concept of seasonal change.

Keywords: seasonal change, hierarchical structure of seasonal change, the sun's altitude, duration of daytime.

요약: 교육대학교 1학년 164명을 대상으로 계절변화 원인에 대한 개념을 연구하였다. 이어서 개념의 특징에 따른 유형 분류와 천문관련 수업 후 개념변화를 알아보았다. 사전에 천문관련 선택형과 계절변화 원인에 관한 논술형 문항을 검사했고, 한 학기 동안 천문관련 학습 후에 같은 유형의 문항에 답하도록 하였다. 사전 검사의 계절변화 응답 내용에는 여러 종류의 개별 개념들이 들어있었고 이를 3단계의 위계로 나눌 수 있었다. 1차 원인은 지구의 상태와 운동에 관련된 우주적 관점, 2차원인은 1차 원인에 의해 지구가 받는 직접적 영향, 3차 원인은 2차 원인에 따라 지구 위의 관측자가 받는 영향으로 나누었다. 학생들이 사전검사에서 응답한 내용 중에는 1차 원인이 가장 많았으며 가장 적게 답한 개념은 2차 원인이었다. 하나의 답안을 이루는 전체 개념은 1차, 1-2차, 1-3차, 1-2-3차 원인 등의 유형이 나타났고 1-3차>1차>1-2차>1-2-3차 원인 등의 순으로 많았다. 2차 원인인 태양고도와 낮 길이 변화 개념을 가진 학생 수는 가장 적

*Corresponding author: yblee@snue.ac.kr

Tel: +82-2-3475-2456

Fax: +82-2-581-7711

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

었으나 사전과 사후검사 모두 계절변화에 대한 과학적 개념을 가장 많이 가지고 있었고 천문관련 선택형 검사에서도 모두 점수가 높았다. 연구 결과, 계절 변화 원인에는 1차, 2차, 3차로 구분되는 위계 관계가 뚜렷하게 나타나고 있었다. 이에 따라 우주적 관점인 1차 원인을 먼저 가르쳐야 하지만 2차 원인인 태양 고도와 낮의 길이 개념에의 영향을 이해시킨 후 3차 원인을 학습시켜야 한다. 학생들이 이를 모두 이해했을 때 계절변화의 원인에 대해 비로소 정확한 개념이 생겼다고 말할 수 있을 것이다.

주요어: 계절변화, 위계, 태양의 고도, 낮의 길이

서 론

인터넷의 천문관련 블로그에서 ‘초등학생 때 계절 변화의 원인은 지구와 태양과의 거리 때문이라고 배웠다’라는 글을 보았다. 이 운영자는 자신이 성인이 되어서 천문에 관해 공부하다보니 그것이 잘못되었다는 것을 깨닫게 되었다고 말하고 있었다. 아마도 상황을 짐작컨대 초등학교 시절 교사가 무의식적으로 그런 지식을 심어주었거나, 아니면 학생 스스로가 다른 경로를 통해 원래부터 지니고 있었던 잘못된 개념일수도 있을 것이다. 어떤 상황이든 모두 초등학교 과학교육이 제대로 된 과학적 개념을 심어주지 못했다는 것이 중요한 문제점일 것이다.

계절변화의 원인에 대한 잘못된 개념을 가지고 있는 사람들이 실제로 주위에 많이 있으며, 거기에는 현직교사와 예비교사 그룹인 교육대학생들도 예외는 아니다. 나아가 학습자들이 계절변화에 대해 배우고 개념형성을 하는데 있어서 이와 관련된 논문들도 이미 여러 차례 발표된 바 있다.

이러한 계절변화에 관련된 기존 논문은 크게 두 분야로 나뉘볼 수 있다. 첫째는 계절변화의 원인에 대한 개념을 연구한 분야이며, 둘째는 계절변화의 과학적 개념을 정립하기 위한 수업방법관련 연구 분야로 나눌 수 있다.

먼저 계절변화의 원인에 대한 개념 연구를 살펴보면, Schoon(1989)은 5학년, 8학년, 11학년, 성인을 대상으로 지구의 운동에 관하여 질문한 결과 오개념에는 성, 인종, 교육수준, 지역의 차이가 있다고 하였다. Atwood and Atwood(1996)는 49명의 초등예비교사 중 단 1명만이 지필과 구술질문 모두에서 계절변화에 대한 과학적 개념을 가지고 있었고, 지필평가에서는 39명, 구술질문에서는 42명이 대안개념을 가지고 있었다고 하였다. Ha(1999)는 계절변화에 대해 과학적 개념과 오개념을 혼용한 학생들의 분포가 학습 전보다 학습 후에 더 높다고 하였다. Jang et al.

(2001)은 대안개념을 가지고 있던 일부 학생들이 수업 후에 또 다른 대안개념을 형성하며 거리와 가열 효과가 과학적 개념형성에 장애요인이 된다고 하였다. Chae et al.(2003)은 교사가 지도하기 전에 학생들이 계절변화의 원인에 대한 선개념을 가지고 있으며 그 선개념은 후속학습에 영향을 줄 수 있다고 하였다. Kikas(2004)는 교생, 초등교사, 교과전담교사 198명에게 계절변화, 물체운동, 물질변화 세 현상에 대해 질문한 결과, 주어진 개념을 현대과학개념에 대한 지식과 비교하여 적절한지 판단했고, 다양한 오개념을 가지고 있었으며 세 현상과 대상그룹에 차이가 있었다고 하였다. Oh(2006)는 초등예비교사들이 어린 시절 형성된 경험적 틀 이론을 중심으로, 학교에서 잘못 전달된 비과학적 개념과 과학적 개념의 혼합 정신 모형 구조를 가진다고 하였다. Plummer and Krajcik(2010)는 지평관점에서 천체운동 즉 태양, 달, 별의 시운동을 이해하지 못하면 이 영역에서의 더 발전된 개념이해로 나아가지 못한다고 하였다. Chae and Lim(2011)은 학생들이 계절변화에 대한 학습이 이루어지기 전에 다양한 선개념을 가지고 있고 이는 일상생활에서의 경험이나 교과학습에 의한 학습 등에 영향을 받는다고 하였다.

다음으로 계절변화 원인에 대한 수업방법관련 연구를 살펴보면, Chae(1998)는 지구본에 막대빨판을 이용한 실험모형이 계절변화에 대한 과학적 개념 형성에 효과가 있다고 하였다. Tsai and Chang(2005)은 타이완의 9학년 두 반을 대상으로 계절변화의 개념 학습을 한 후 1주, 2개월, 8개월이 지나서 다시 개념을 질문하였더니 여전히 태양과 지구의 거리로 인해서 계절이 결정된다는 대안개념을 공통적으로 가지고 있었으며, ‘갈등지도’ 방법이 과학적 개념 형성에 효과가 있다고 하였다. Jeong and Han(2006)은 초인지 개념변화 수업 적용이 오개념을 올바른 과학적 개념으로 변화시키는데 효과가 있고 자기 효능감도 향상시킨다고 하였다. Plummer(2009)는 1,2학년 63명에

계 태양, 달, 별 등의 천체운동을 운동학습기술이 활용된 플라네타리움 프로그램으로 실험하였더니 천체운동을 설명하였다고 보고하였다. Trumper (2009)의 연구결과에서 초등예비교사의 오개념이 심각함을 알 수 있었으며 구성주의적 접근이 필요하다고 하였다. Chae(2011)는 초등예비교사들의 개념오류에 맞추어 태양 지름 그래프, 태양계 모형 등을 이용한 ‘반증-실험’ 모형이 과학적 개념을 획득하게 한다고 하였다.

이와 같이 계절변화와 관련하여 기본적인 개념을 정리, 조사한 내용은 있으나, 개념과 개념의 연계 관계를 이용하여 계층적 구조를 연구한 것은 거의 없었다. 본 연구에서는 학생들이 자유롭게 계절변화와 관련하여 대답한 결과로 계층적인 개념체계를 분석한 후 학생들이 가지고 있는 계절변화와 관련한 개념 또는 원리의 위계 관계를 파악하고자 한다.

특히 학생들이 어떤 단계의 개념을 가지고 있는가에 초점을 맞추었다. 계절변화 원인에 대하여 가지고 있는 다양한 개념들을 기존의 연구와는 다른 각도에서 살펴보고 단계를 설정할 것이다. 그리고 학생들이 생각하고 있는 ‘계절변화의 주요 원인’과 ‘과학적 개념 정립’과의 관련성 등을 연구하고자 한다.

연구방법 및 절차

연구 대상과 기간

본 연구는 교육대학교 1학년 학생 164명을 대상으로 2012년 8월과 2012년 12월에 초등학교 과학교과에 나오는 계절변화와 관련된 개념 실태를 조사하였다. 학생들의 사전 실태 검사를 하고 5개월의 학습이 이루어지고 난 뒤에 사후 조사를 실시하였다. 사전 조사는 대상 학생들이 이미 초중고에서 기본적인 학습을 하였기 때문에 그에 대한 실태 조사가 주목적이었다. 사전 조사 기간은 2012년 8월 29일부터 30일까지 3일 동안 실시하였다. 이어서 초등학교 과학교과에 나오는 계절 변화와 관련하여 천문 내용을 체계적으로 다루는 학습을 한 학기 동안 실시한 이후에 2012년 12월 7일 사후 조사를 하였다.

검사 도구와 방법

본격적인 천문 관련 학습이 진행되기 이전 조사에 사용된 문항은 초등학교 과학 교과 내용 중에서 다루고 있는 천문 관련 내용에 한정하였다. 이 내용 중에서 기본 되는 개념을 중심으로 총 22개의 문항을

개발하였다. 문항은 초등학교 과학 교과에서 계절변화와 직접 또는 간접으로 관련된 내용을 바탕으로 구성하였다. 문항의 개발은 5년 이상 장기간에 걸쳐서 매년 수정과 보완을 거쳐 만들었다.

문항의 형태는 논술형과 선택형으로 되어 있다. 사전 조사에 사용한 전체 22개의 문항 중에서 1개 문항은 논술형으로 계절변화에 대하여 직접 자신이 알고 있는 내용을 기술하도록 하였다. 나머지 선택형의 21문항은 태양의 운행과 관련된 것이 6문항, 달의 운동과 관련된 것이 6문항, 별자리 관련된 것이 4문항, 태양계 관련된 문항이 5문항 등으로 구성되어 있다.

사후 검사는 일정한 천문 관련 학습을 한 후 같은 대상 학생들에게 질문하였으며 개념의 변화를 알기 위해 사전 검사와 같은 유형의 논술형 문항으로 출제하여 계절 변화의 원인을 직접 기술하도록 하였다. 이 때 함께 개발된 천문 관련된 선택형 문항은 총 32개로 사전과는 다른 유형의 문제이다. 이 문항은 충분히 천문 관련 수업을 받은 후에 실시한 것이다. 32개 문항의 구성은 천구 관련이 8문항, 태양 운동 관련이 9문항, 달 운동 관련이 7문항, 별자리 관련이 8문항으로 되어 있다.

연구 결과

계절변화의 개념 원리 체계

우선 계절이 변하는 가장 근본적인 원인은 지구의 자전축이 기울어진 채 일정한 궤도면을 따라 자전하면서 동시에 태양 주위를 공전하는 것이 기본 조건이다. 이렇게 자전축이 궤도면의 수직 방향에 대하여 23.5° 기울어진 상태에서 공전 궤도를 따라 자전과 공전을 하면 지면에 태양 광선이 수직하게 비치는 위도가 변하게 된다. 지구에서 볼 때 태양의 위치는 북위 23.5° 에서 남위 23.5° 사이를 오르내리게 된다. 이 때 적도 위를 오르내리는 각도는 태양의 적위(declination, δ) 값이 된다. 따라서 태양의 적위(δ)는 $+23.5^\circ$ 에서 -23.5° 사이로 변하게 된다.

태양의 적위가 $+23.5^\circ$ 가 되는 날이 하짓날이 되고 -23.5° 되는 날은 동짓날이 된다. 만일 궤도면이 기울어지지 않은 상태에서 지구가 자전을 하면서 공전을 하게 되면 계절에 관계없이 태양의 적위는 항상 0° 가 된다. 지금과 같이 태양의 적위(δ)가 변하게 되면 지구가 자전할 때 한 지면에서 본 태양의 위치가 변하게 된다. 태양이 천구상을 지나는 위치가 변하기

때문에 특정한 지점에서 태양을 보면 1년 동안 태양의 남중고도가 변하게 된다.

서울지방의 위도(ϕ)에서 태양이 서울을 지나는 자오선 상에 오게 되면 태양의 고도가 가장 높아지는데 이를 남중이라 한다. 서울지방의 남중고도는 간단히 표시하면 $90^\circ - \phi(37.5^\circ) + \delta$ (태양의 적위)이 된다. 하짓날로 갈수록 태양의 적위가 $+23.5^\circ$ 에 가까우므로 태양의 남중고도가 높아지고 동짓날로 갈수록 적위가 -23.5° 에 가까우므로 태양의 남중고도가 낮아진다. 어느 지방이든지 남중고도가 높아지면 일정한 면적당, 일정한 시간당 지면에 도달하는 태양에너지가 증가하기 때문에 따뜻해지고, 남중고도가 낮아지면 추워진다.

앞서 알아본 바와 같이 특정한 위도에서 관측한 태양 남중고도는 태양의 적위에 따라 달라진다. 이는 계절에 따라 태양의 남중고도가 변하게 되는 원인이 된다. 한 지방에서 태양의 남중고도가 높은 날은 낮은 날보다 하루종일 같은 시각에서의 태양의 고도가 높다. 이 때문에 태양의 남중고도가 높은 날은 낮은 날보다 하루동안 받는 에너지가 훨씬 큰 값을 갖게 된다.

춘분과 추분날은 태양이 정동쪽에서 뜨기 때문에 천구 위를 완전히 반원을 그리며 지나간다. 이 때문에 낮과 밤의 길이가 같게 된다. 그러나 춘분에서 하지로 갈수록 태양이 지평선에 떠오르는 위치가 북쪽으로 이동하면서 천구를 지나는 경로의 중심각이 180° 보다 커지기 때문에 낮의 길이가 길어진다. 반대로 동짓날은 태양이 떠오르는 위치가 남쪽으로 이동하면서 낮의 길이가 짧아진다. 낮의 길이가 길게 되면 지면에 태양에너지를 받는 일조시간이 길기 때문에 에너지가 증가하여 일평균 기온이 상승한다. 반면에 낮의 길이가 짧으면 일조시간이 줄어들어 받는 에너지양도 감소하여 일평균 기온이 낮아진다.

계절변화의 개념 위계

계절이 변하는 원인에 대하여 체계적인 조사를 위해서는 학생들의 답안 내용을 분석할 수 있는 기본틀의 개발이 필요하다. 이러한 틀을 만들기 위해서는 먼저 계절이 변하는 원리에 대하여 단계적인 개념들의 위계 관계를 정립해야 한다. 이를 간단히 정리하면 다음과 같다.

본 연구에서는 연구 대상으로 선정된 교육대학교 1학년 학생 164명에게 계절이 변하는 원인이 무엇인지 자유롭게 각자의 생각을 서술토록 했다. 단순한

질문이지만 학생들이 대학에 들어오기 전까지 계절변화에 대하여 알고 있는 생각을 자유롭게 기술한 내용에서 학생들이 가지고 있는 관련 개념 체계를 파악할 수 있었다.

이어서 한 학기 동안 천체의 위치 변화, 태양의 좌표 개념, 태양 그림자 측정을 이용한 태양의 고도, 남중고도의 변화 요인 등 초등학교 과학 교과를 이해시키기 위한 학습 과정을 진행하였다. 한 학기 학습을 한 후 사후검사를 위해 계절이 변하는 원리를 설명하도록 같은 질문에 대한 답을 자유롭게 기술하게 하였다. 사후 조사의 결과도 예상 외로 다양한 응답이 나타났다.

이미 앞에서 알아본 계절 변화의 원인에 대하여 위계적인 단계에 따라 분석하기 위해 분석틀을 마련하였다. 이 분석틀은 전체 학생들이 답한 내용을 읽어가면서 기본적인 개념들을 추출, 정리하였다. 이 과정에서 학생들이 가지고 있는 계절 변화와 관련된 뚜렷한 사고의 유형과 개념 형성의 유형을 발견할 수 있었다. 이렇게 유형을 분석하여 학생들이 가지고 있는 계절변화와 이와 관련한 위계적 구조를 파악하고자 한다.

사전 조사를 면밀하게 분석한 결과를 이용하여 계절변화의 개념과 사고 유형에 따라 개념 간의 위계 관계를 3단계로 분류하였다. 우선 계절이 변하는 원리를 설명하기 위한 요소의 하나로 1차 원인은 지구 자전축의 경사, 지구의 자전과 공전이다. 2차 요인은 1차 요인에서 생겨나는 태양의 적위 변화에 의해 태양의 남중 고도 변화와 낮의 길이 변화에 대한 내용이다. 그리고 3차 요인은 1차와 2차 요인에 이어서 나타나는 지표면의 일정 면적, 일정 시간에 받는 에너지의 변화와 일조시간 변화이다.

Fig. 1에 나타나 있는 위계에 대해 자세히 설명하면 1차 원인은 우주적 관점으로 태양과 지구의 관계, 즉 지구가 어떻게 운동을 하느냐 하는 직접적인 원인이다. 우주에서 바라보았을 때 지구의 자전축이 기울어지거나 지구가 태양을 공전하거나 스스로 자전을 하는 경우, 또는 비과학적 개념을 답하거나 직접적으로 관련이 없는 개념으로 답하는 경우이다. 예를 들어 지구가 타원 궤도를 돌거나 태양과 지구와의 거리가 달라지는 경우, 태양을 바라보는 면, 공전과 자전주기 등으로 모두 지구의 운동과 관련된 것이다.

2차 원인은 이러한 지구의 운동으로 인하여 지구에 미치는 직접적인 영향이다. 태양으로부터 오는 빛의

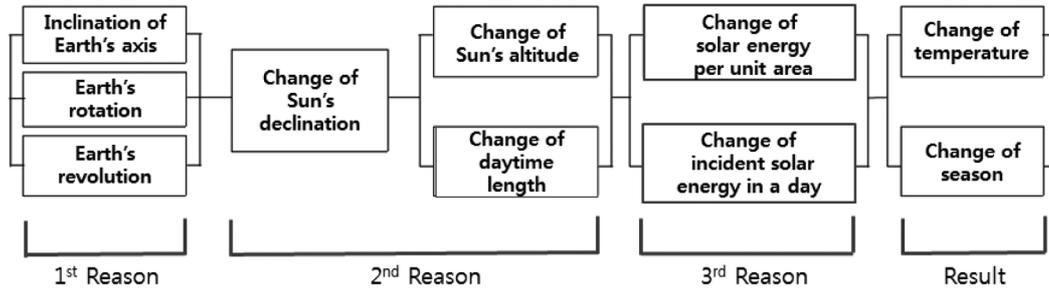


Fig. 1. Hierarchical structure on the reason of seasonal change.

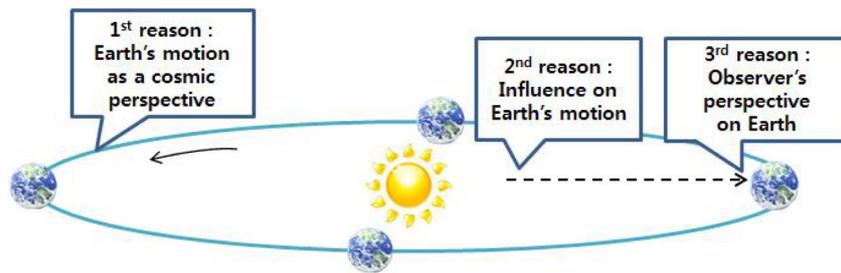


Fig. 2. Classifying criterion of the reason on the seasonal change

방향이나 각도, 태양빛이 영향을 미치는 시간 등을 말하는 것으로 자전축이 기울어지지 않았거나 공전하지 않았으면 변하지 않았을 요인들 즉, 1차 요인으로 인해 변할 수 있는 영향들이다. 우주적 관점과 지평적 관점의 중간 단계라고 할 수 있다.

3차 원인은 2차 원인으로부터 받는 영향이다. 이는 지구 위의 한 지표면에서 바라보는 지평적 관점으로 태양빛이 얼마나 많이 오는지 또 태양빛이 얼마나 오래 오는지를 말하는 것이다. 2차 원인으로 인해 태양의 고도와 낮의 길이가 달라진다. 태양의 고도가 높아지면 태양빛의 고도가 높아져 단위면적당 태양에너지가 많아지고, 태양이 떠 있는 시간인 낮의 길이가 길어지면 태양에너지를 받는 시간이 많아진다. 여기에 학생들이 갖는 비과학적 개념을 더한다면, 한 지역의 계절변화가 아닌 여러 지역의 계절을 비교한다거나 남반구, 북반구의 계절이 반대라는 개념, 기후변화 등을 포함한다. Fig. 2는 계절 변화의 원인을 단계적으로 분류한 기준을 그림으로 나타낸 것이다.

응답한 모든 학생들의 기술 내용을 순차적으로 읽어가면서 그 유형의 내용을 분류하였다. 그 결과 모든 학생들이 어느 단계에 속해 있는지 알 수 있었고 그 유형에 따라 다양한 형태의 개념을 추출해 낼 수 있었다. 유형을 분류하면서 추출한 개념들은 다음에서 다룬다.

사전과 사후검사의 유형 분류

사전과 사후 검사한 서술형 문항을 하나하나 분석하여 응답한 개념 유형과 사고 유형을 자세하게 분석하였다. 나타난 결과를 보면 학생들의 계절변화 원인에 대한 개념 체계는 여러 가지 특징이 있었다. 응답 내용을 볼 때 한 가지 이상의 개념들을 이용하여 설명한 학생들이 많았다. 한 학생의 답안을 예로 들면 ‘계절이 변하는 것은 지구가 태양주위를 공전하는 동시에 스스로 자전하기 때문이다. 지구의 자전축이 약간 기울어져 있으므로 지구에 도달하는 태양빛의 양에 차이가 생겨서 계절이 변하게 된다.’에는 지구의 공전, 자전, 자전축의 경사, 태양빛의 양 차이 등 이렇게 4가지의 개념을 이용하여 계절변화를 설명하고 있다.

한 가지 개념만을 이용하여 설명한 학생들이 사전과 사후검사 때 각각 64명과 29명이었고 한 가지 이상의 개념으로 설명한 학생들이 100명, 127명이었다. 학생들이 가지고 있는 개념 체계를 이해하기 위해서는 각각의 개별 개념들을 추출하여 분석할 필요가 있다. 그 개념들을 각각 추출하여 Fig. 2에서 제시한 분석틀을 바탕으로 분류한 뒤 Table 1에 정리하였다. Table 1에 나타난 각 개념에 대한 빈도수는 전체 대상 학생 중에서 이 개념을 이용하여 기술한 학생의 수를 말하고 괄호 안에 있는 값은 전체 학생에 대한

Table 1. The concept type in responses for seasonal change

| Classification Reason | Each concepts in answers | Number of response (%) | | Related concept or not |
|-----------------------|---|------------------------|-----------|------------------------|
| | | pre-test | post-test | |
| 1st Reason | Earth's revolution | 145 (88) | 153 (93) | ○ |
| | Inclination of Earth's axis | 78 (48) | 118 (72) | ○ |
| | Earth's rotation | 47 (29) | 20 (12) | ○ |
| | Distance from Sun to Earth | 20 (12) | 8 (5) | × |
| | Position of the Earth and the Sun | 9 (5) | 4 (2) | ○ |
| | Earth's motion of elliptical orbit | 8 (5) | 11 (7) | × |
| | Sun's disk | 6 (4) | 2 (1) | × |
| | Period of revolution | 3 (2) | 0 (0) | × |
| | Period of rotation | 1 (1) | 0 (0) | × |
| | Moon's motion around the Earth | 1 (1) | 0 (0) | × |
| 2nd Reason | Change of the Sun's altitude | 10 (6) | 140 (85) | ○ |
| | Change of solar angle | 7 (4) | 0 (0) | ○ |
| | Change of daytime length | 7 (4) | 136 (83) | ○ |
| | Change of sunlight direction | 2 (1) | 0 (0) | ○ |
| 3rd Reason | Change of sunlight amount | 60 (37) | 69 (42) | ○ |
| | Sunlight change depending on the region | 21 (13) | 1 (1) | × |
| | Different season between Northern and Southern Hemisphere | 8 (5) | 3 (2) | × |
| | Sunlight change | 4 (2) | 7 (4) | ○ |
| | Change of solar energy per unit area | 3 (2) | 14 (9) | ○ |
| | Change of climate | 2 (1) | 0 (0) | × |

() percent by 164 students

백분을 값이다.

Table 1에서처럼 학생들의 응답을 분석해 본 결과 모두 20가지의 개별 개념 유형이 나타났다. 그 중 1차 원인은 10가지, 2차 원인은 4가지, 3차 원인은 6가지 종류의 개별 개념들이 나타났다. 추출한 개념들을 다시 구분하여 계절변화와 직접 관련된 개념은 뒷부분에 ○로 표시하였다. 비과학적이거나 또는 직접 계절 변화 설명에 사용될 수 없는 개념들은 ×로 표시하였다.

과학적 개념을 직접 활용한 것인지의 여부는, 계절이 변하는 원인인 지구의 자전축 경사, 공전을 비롯하여 순차적으로 발생하는 모든 영향에 포함되는지를 보고 판단하였다. 또한 기온이 변하여 계절이 변한다는 결과를 이끌어낼 수 있는지 여부를 이용하여 결정하였다. 예를 들어 지구가 공전을 하면 태양과 지구의 위치가 변화하지만 타원 궤도를 공전하는 것은 계절의 변화가 변하는 것과 거의 관계가 없다.

1~3차 원인으로 분류하였더니 1차 원인은 4가지, 2차 원인은 4가지, 3차 원인은 3가지가 계절변화와 연관되어 있는 과학적 개념에 해당하였다. 내용 설명에 무관한 개념은 1차 원인에서 6가지, 2차 원인은 없으며, 3차 원인 3가지가 해당하였다. 즉, 1차 원인

과 3차 원인은 종류 중 절반이 넘게 계절변화원인과 무관한 개념이었고, 2차 원인은 모두 과학적 개념임을 알 수 있었다.

사전검사 또는 사후검사 모두 1차 원인 중 여러 종류의 개념들을 포함시킨 답안이 많았다. 사전검사 중 과학적 개념은 지구 공전을 포함시킨 학생이 88%로 가장 많았고, 그 다음은 48%가 자전축의 경사를, 29%가 지구의 자전을 들었다. 계절변화와 무관한 개념으로 설명한 경우는 태양과 지구와의 거리가 원인이라고 한 학생이 12%, 타원궤도 공전을 원인으로 든 학생이 5%, 태양을 바라보면 기온이 올라가기 때문이라고 한 학생이 4%, 기타 대답이 4%로 모두 20%이었다. 의외로 계절변화에 대한 원인을 지구가 태양에 가까워지고 멀어지는 이유로 알고 있는 학생이 많았다. 이 학생들 중에는 구체적인 이유를 모른 채 지구와 태양간 거리가 변한다고 하는 학생이 있다. 반면에 지구가 태양 주위를 타원궤도로 공전하고 있기 때문에 태양이 근일점을 통과할 때 여름이고 원일점을 통과할 때 겨울이 된다고 하는 구체적인 과학적 근거를 들면서 잘못 알고 있는 경우도 있다.

사전검사의 2차 원인은 모두 과학적 개념으로 '태양의 고도 변화'라는 단어를 적은 학생이 10명이었

다. 그리고 ‘태양 각도’, ‘태양 빛의 방향’ 등과 같이 태양의 고도와 같은 개념으로 볼 수 있는 것까지 포함하면 전체 19명이 된다. ‘태양 빛의 시간’ 즉 낮의 길이로 알고 있는 7명보다 태양의 고도를 더 많이 계절변화 요인으로 알고 있다.

3차 원인에서는 태양 빛의 양 변화를 포함시킨 답이 60명으로, 상당히 많은 학생들이 이 개념을 원인으로 포함시켰다. 주목할 만한 것은 계절변화란 한 지역에서의 기온 변화임에도 불구하고 여러 지역의 태양 빛이 다르기 때문에 계절이 생긴다고 응답하고 있거나 남반구와 북반구의 계절이 반대이기 때문에 계절이 변한다는 학생이 29명으로 상당히 많았다는 것이다. 이는 교육대학교 1학년 학생들이 배웠던 7차 교육과정 6학년 ‘계절의 변화’ 단원 중 ‘위도에 따른 계절변화’ 차시에서 지역, 위도, 북반구와 남반구의 계절 차이가 계절변화의 원인으로 정립된 것이라 여겨진다.

사후검사에서는 1차 원인으로 지구의 공전을 153명이, 자전축의 기울어짐을 118명이 답하여 사전 검사보다 많아졌음을 알 수 있다. 그러나 계절변화와 무관한 개념 중 타원궤도의 공전 개념이 11명, 태양과 지구와의 거리 개념은 8명으로 여전히 잘못된 개념 체계를 가지고 있다. 타원궤도 공전 개념을 가진 11명 중 사전검사에서도 타원궤도 개념을 가지고 있던 학생은 1명이었다. 나머지 10명은 과학적 개념인 지축경사, 공전주기, 기후변화, 지구공전, 여러 지역의 태양 빛 변화 개념 등을 가지고 있었다.

태양과 지구 사이 거리에 의한 것으로 알고 있는 8명 중에서는 사전 검사 때부터 나타난 태양과 지구와의 거리 개념을 그대로 가지고 있던 학생이 2명이었다. 나머지 6명은 사전검사 때 과학적 개념, 태양을 바라보는 면, 지구의 공전 개념만 가지고 있거나 여

러 지역의 태양빛 변화 개념을 가지고 있었다. 또한 사후검사 때 태양을 바라보는 면을 원인으로 생각한 학생 2명도 사전검사 때에는 지구 공전과 자전만을 이유로 들었다. 이는 계절변화의 원인에 대한 학습을 받은 후라도 전혀 새로운 비과학적 개념을 형성할 수 있다는 기존의 연구들과 일치하는 부분이다.

2차 원인에서는 사전검사 때 태양의 고도와 낮 길이에 관한 답이 26명이었던 것에 비해 사후검사 때에는 거의 모든 학생들이 답했음을 알 수 있다. ‘태양 각도’나 ‘태양빛의 방향’이라는 단어는 사용하지 않고 정확하게 ‘태양 고도’와 ‘낮 길이’라는 과학적 용어를 사용하였다. 즉 천문 관련 수업 후에는 우주에서 바라본 1차 원인과 지평에서 바라본 3차 원인을 연결시켜 주는 2차 원인에 대하여 많은 학생들이 이해하였다는 것을 뜻한다.

3차 원인에서는 태양 빛에 관한 과학적 개념을 90명이 원인으로 포함시켰으나 여전히 여러 지역이나 위도에 따른 태양 빛 차이를 계절 변화의 원인으로 생각하는 학생이 4명이다. 이들 또한 사전검사 때 같은 종류의 무관한 개념이 아니었으나 수업 후 새로운 개념이 정립되었다.

계절 변화의 원인 답안에 따른 유형별 분석

가. 사전과 사후 검사에 나타난 특징

이미 앞서 알아본 바와 같이 전체 연구 대상의 학생인 164명이 계절이 변하는 이유에 답한 유형에는 1가지 이상의 개별적인 개념들이 포함되어 있었다. 아래의 Table 2는 학생들이 응답한 내용 중에 1~3차 원인에 따른 과학적 개념 체계 답안의 예시이다. 이 예시와 같이 한 답안에 여러 개의 개별 개념이 포함되어 있기 때문에, 사전 검사를 실시할 때 계절변화 원인에 대해 작성한 답안을 1~3차 원인에 따라 분류

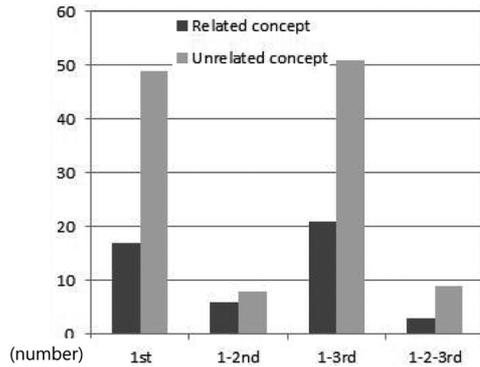
Table 2. Examples of reasons on the season change written by students

| Reason | The type of response | Individual concepts |
|--------|--|---|
| 1 | Because the Earth rotates around the Sun. | Earth's revolution |
| 1-2 | Because solar energy is varied by the Sun's altitude, inclined rotational axis, location of earth and sun alters meridian transit altitude with inclined Earth's axis and rotation | Earth's revolution +inclination of earth's axis +changing Sun's altitude |
| 1-3 | Because seasonal change is varied by sunlight on inclined Earth's axis and rotation | Earth's revolution +inclined Earth's axis +changing Sun's altitude |
| 1-2-3 | Because incident energy on the Earth varies by the seasonal change, season varies by the Sun's declination, Earth's inclined axis and rotation | Earth's revolution +inclined Earth's axis +change of solar angle +change of sunlight |

Table 3. Frequency of students' on the 1~3rd reasons in pre-test on seasonal change

| | 1st | 1-2nd | 1-3rd | 1-2-3rd | Total |
|-------------------|---------|--------|---------|---------|-----------|
| Related concept | 17 (26) | 6 (43) | 21 (29) | 3 (25) | 47 (29) |
| Unrelated concept | 49 (74) | 8 (57) | 51 (71) | 9 (75) | 115 (71) |
| Total (%) | 66 (40) | 14 (9) | 72 (44) | 12 (7) | 164 (100) |

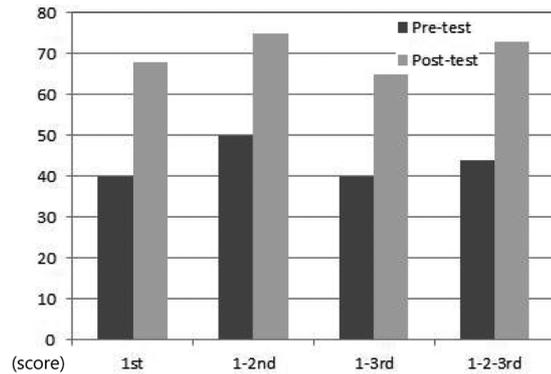
() percent related with total number of students

**Fig. 3.** 1~3rd reasons of scientific and unrelated concept on seasonal change and their frequency in pre-test.

하여 Table 3에 나타내었다.

1-3차 원인을 쓴 학생이 72명으로 가장 많았고 1차 원인, 1-2차 원인, 1-2-3차 원인을 쓴 학생이 각각 66명, 14명, 12명이었다. 여기에서 특이사항은 2차, 3차만을 각각 쓴 학생은 없었고, 2,3차 원인은 1명, 기록 안한 학생이 1명 있었다는 것이다. 그러나 통계에 포함시키기에 인원이 적어서 본 논문에서는 제외하였다.

Table 3과 Fig. 3은 사전조사에서 나타난 각 원인 중 관련 개념을 제대로 활용하여 응답한 경우와 그렇지 않은 경우의 상대적인 값을 보여준다. 여기에서 알 수 있듯이 1-3차 원인을 답한 학생이 44%로 가장 많고 1차 원인만 답한 학생은 40%로서 그 다음으로 많다. 그에 비해 1-2차 원인은 9%, 1-2-3차 원인을 모두 쓴 학생은 7%로 2차 원인을 포함하여 쓴 학생들이 상대적으로 적다는 것을 알 수 있다. 우주적 관점인 1차 원인과, 1차 원인에서 2차 원인을 생략하고 3차 원인인 지평적 관점으로 바로 연결시켜서 설명하는 1-3차 원인은 쉽게 생각할 수 있다. 그러나 두 관점을 연결시켜주는 2차 원인에 대하여 대부분 이해를 못하는 것으로 나타났다. 우주에서 바라본 지구의 운동과 지평에서 바라본 태양의 운동은 각각 받아들이기 쉬우나 그 두 가지의 관점을 서로

**Fig. 4.** Results of pre-test and post-test on the 1~3rd reasons of seasonal change.

연결하여 하나의 체계 속에서 이해한 뒤 계절변화를 설명해야 하는 개념 체계는 대단히 이해하기 어렵다는 것을 알 수 있다.

전체적으로 볼 때 과학적 개념을 가지고 설명한 학생들은 47명으로 전체 학생 중 29%에 해당한다. 1-2차의 과학적 개념을 원인으로 쓴 학생은 6명으로 14명 중에서는 43%였고 1차, 1-3차, 1-2-3차 원인에서는 과학적 개념을 쓴 학생이 25~29%를 차지하여 비슷한 수준을 보여주었다. 각 그룹에서 과학적 개념과 무관한 개념 인원수의 차이를 보면 1차와 1-3차 원인 그룹이 계절변화와 무관한 개념을 많이 가지고 있음을 알 수 있다. 결국 1-2차 원인 그룹이 다른 그룹보다 과학적 개념을 더 많이 포함하고 있는데, 이는 2차 원인이 모두 과학적 개념이며 무관한 개념을 포함하고 있지 않기 때문에 나온 결과라고 할 수 있다.

이미 앞서 알아본 바와 같이 천문 관련 선택형 평가 문항을 개발한 것을 이용하여 사전과 사후에 평가하였다. 이 결과를 각각 원인의 그룹에 속한 학생별로 분류하여 Fig. 4로 나타내었다.

이 결과를 보면 사전 검사에서 1-2차 원인 그룹이 50점으로 가장 높았고, 그 다음이 44점인 1-2-3차 원인 그룹이었으며 1차와 1-3차 원인 그룹은 40점으로

가장 낮았다. 또한 사후검사에서 1-2차 원인 작성 그룹이 75점으로 가장 높았고, 1-2-3차 원인 작성 그룹이 73점이었으며, 1차 원인은 68점, 1-3차 원인은 65점이었다. 그룹별 결과 순위는 사전, 사후검사가 거의 유사하였고 상승폭은 1-2-3차 원인 그룹이 가장 높았다.

사전검사에서 계절변화의 1~3차 원인별로 분류된 그룹들의 특징을 보면 1-2차와 1-2-3차 원인을 작성한 그룹이 천문관련 선택형 문제에서의 사전과 사후검사의 결과가 모두 높았다. 즉 공통적으로 2차 원인에 대한 개념을 가지고 있는 학생들의 천문 관련 선택형 사전과 사후검사 점수가 높았다고 할 수 있다. 그렇다면 과연 사전검사에서 1~3차 원인을 가지고 있는 학생들이 사후검사의 '계절변화의 원인' 부분에서 어떠한 개념으로 변화했는지에 대해서 알아보도록 하겠다.

나. 계절변화의 원인에 대한 사전과 사후 검사의 비교

학생들이 학습 후에 어떻게 계절변화에 대하여 체계적으로 이해했는가를 알아보기 위해 사후 조사한 서술형 계절변화 응답 결과를 분석하였다. 분석을 명쾌하기 위해 모든 응답한 결과를 4가지 유형으로 분류하였다. 사후 검사 중 계절변화의 원인 작성 답안에서 기록하지 않았을 때에는 0점, 무관한 개념을 가진 답안일 경우에는 1점, 계절변화와 관련된 과학적 개념 중에서도 1차→2차→3차 원인의 순서를 가진 답안은 3점, 과학적 개념이 포함되었으나 논리적 순서가 갖추어지지 않았을 경우에는 2점을 부여하였다.

과학적 개념을 예로 들면 자전축이 경사진 채 지구가 공전한다는 1차 원인만 쓴 경우, 1차 원인과 그의 영향인 태양고도, 낮 길이 2차 원인까지를 쓴 경우, 1-2차 원인과 태양에너지의 영향인 3차 원인까지 쓴 경우 즉, 1차 원인, 1차→2차 원인, 1차→2차→3차 원인까지 모두 과학적 개념을 쓴 경우는 3점을 주었다. 그러나 1차→3차→2차 원인, 또는 1차→2차→3차→2차 원인 등과 같이 과학적 개념을 포함하고 있지만 과학적 개념들의 순서가 맞지 않는 경우는 2점을 주었다. 그 밖에 Table 2에서 분류했던 계절변화와 무관한 개념이 하나라도 포함되어 있으면 1점을 주었다.

이렇게 개인별 사후 조사 결과를, 사전에 조사한 원인 그룹에 따라 인원 분포를 구하여 Table 4를 만

Table 4. Number of students on reason of the seasonal change in each group by post-test

| post-test pre-test group | 3 score | 2 score | 1 score | 0 score | Total |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 1st reason | 28 | 10 | 24 | 4 | 66 |
| 1-2nd reason | 12 | 0 | 2 | 0 | 14 |
| 1-3rd reason | 31 | 8 | 29 | 4 | 72 |
| 1-2-3rd reason | 9 | 2 | 1 | 0 | 12 |
| Total | 80 | 20 | 56 | 8 | 164 |

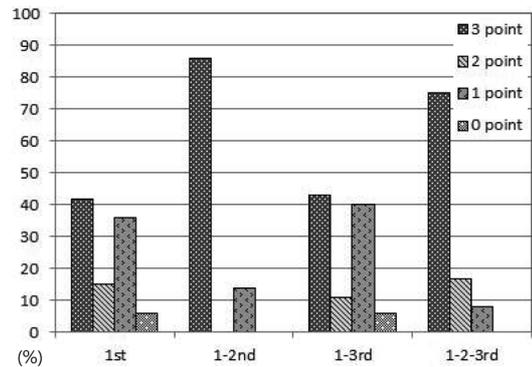


Fig. 5. Score distribution and percent of 1~3rd reason on the seasonal change by post-test.

들었다. 이를 살펴보면 기준에 따라서 1~3차 원인 그룹들이 사후검사 때에는 과학적 개념을 얼마나 가지게 되었고 원인의 논리적 순서를 얼마나 잘 이해했는지 파악하는 것이 용이하다.

사후 검사의 특성상 계절변화가 왜 생기는데 대해 학습을 받은 이후이기 때문에 0~3점 중 3점의 분포가 가장 높다. 앞에서 살펴보았듯이 사전검사에서 학생 중 계절변화의 과학적 개념을 포함한 경우는 29%에 불과하였지만, 사후검사에서 과학적 개념인 3점이 49%를 차지하였다. 나머지 51%는 논리적 순서가 결여된 개념이거나 비과학적 개념, 또는 이에 답안을 작성하지 않은 경우이다. 한 학기동안의 천문 관련 수업을 받은 후에도 과학적 개념을 갖지 못한 51%의 학생들에 대해서는 또 다른 연구가 필요할 것이다. 3점 다음으로 1점 즉 계절변화와 무관한 개념을 쓴 학생이 34%였고 작성하지 않은 학생까지 포함하면 39%가 사후검사에 비과학적 개념을 가졌다고 할 수 있다.

Fig. 5의 원인별 그룹을 자세히 살펴보면, 1-2차 원인 그룹은 86%가 3점, 14%가 1점을 받았고, 1-2-3차 원인 그룹은 75%가 3점, 17%가 2점을 받았다.

그에 비해 1-3차 원인 그룹은 43%만이 3점을 받고 1점에 40%나 있음을 알 수 있다. 사전검사에서 1-2차 원인을 적은 학생들이 1-2-3차 원인을 가졌던 학생들보다 사후검사 시 과학적 개념을 가질 가능성이 더 많았다. 또 1차, 1-3차 원인 그룹은 수업 후에도 계절변화 원인에 관한 과학적 개념을 가진 학생이 50%에 미치지 못하였다.

크게 구분해보면, 2차 원인을 인지하고 답에 기록한 학생들과 2차 원인을 인지하지 못하여 답에 기록하지 못한 학생들로 구분해 볼 수 있다. 2차 원인을 인지하고 답에 기록한 학생들의 검사 점수가 단연 뛰어났다. 2차 원인을 인지하지 못했던 학생들은 사후검사에서조차도 여전히 계절변화의 원인을 정확히 설명할 수 없었다.

이를 통합해 볼 때 사전검사 때 계절변화의 원인으로 1-2차 원인을 쓴 학생이 수업 후에는 과학적 개념을 가질 확률이 가장 높으며, 반대로 사전검사 때 1-3차 원인을 작성했다면 계절변화의 원인에 대해 학습했다라고 과학적 개념을 갖는 학생이 50%를 넘지 못했다. 또한 사후검사에서 계절변화 원인에 대해 3점인 과학적 개념 다음으로 1점을 많이 받았는데 1점을 받은 학생들은 계절이 왜 변하는지 정확한 이해를 하지 못했다고 볼 수 있다. 2점 답안을 작성한 학생들은 과학적 개념의 논리적 관계를 혼동하였고 이는 1차, 2차, 3차 원인 사이의 위계 관계를 이해하지 못한 채 단순 암기를 했다고 여겨진다.

결 론

교육대학교 1학년 초등예비교사 164명은 거의 7차 교육과정에 따라서 6학년 때 ‘계절의 변화’ 교육을 받았다. 그리고 중학교, 고등학교에서도 계속해서 학습할 기회가 있었음에도 불구하고, 사전검사 시 과학적 개념이 정립되어 있는 경우는 Table 3에서와 같이 47명에 불과했다. 이와 관련하여 정립되지 못하는 원인, 개념의 사고과정, 다양한 교수 방법에 대한 많은 선행 연구들이 있었다. 하지만 본 논문은 ‘왜 계절이 변하는 원인의 위계를 분석하여 체계적으로 가르치고 이해를 시켜야 하는지’ 그 근거에 초점을 맞추었다.

계절이 변하는 이유는 지구의 자전축이 기울어져서 자전하고 태양 주위를 공전하므로 태양의 적위 값이 달라지고 그에 따라 태양의 고도와 낮의 길이가 변하여 한 지역이 받는 태양 에너지가 달라지기 때문

이다. 연구 대상 학생 164명이 이 질문에 대하여 기재한 답안을 중심으로 분석해본 결과 계절변화의 원인은 과학적 개념과 무관한 개념을 포함하여 3단계로 나눌 수 있었다.

계절이 변하는 원인 중 먼저 가장 근본적 원인으로 지구의 상태, 운동과 관련되어 지구, 태양과의 관계에 영향을 주는 우주적 관점 원인을 1차 원인, 지구의 상태와 운동에 따라서 지구가 받는 직접적인 영향으로 우주적 관점과 지평적 관점을 이어주는 원인을 2차 원인, 2차 원인에 따라 지구 위의 관측자가 받는 영향으로 지역마다 달라지는 지평적 관점 요인을 3차 원인으로 분류하였다. 과학적 개념의 경우에는 자전축의 경사와 지구 자전, 공전을 1차 원인, 태양의 고도와 낮 길이 변화를 2차 원인, 태양 에너지의 변화를 3차 원인으로 분류하였다.

계절변화와 무관한 개념으로는 1차 원인에 태양과 지구 사이의 거리, 지구의 타원궤도 공전, 태양을 바라보는 면, 자전과 공전주기, 태양과 달 운동 등이 나타났으며, 2차 원인에는 없었으며 3차 원인에는 여러 지역의 태양 빛 변화, 위도의 계절변화, 기후변화 등이 포함되었다.

이러한 1~3차 원인과 과학적 개념의 여부에 따라 사전, 사후검사를 실시한 결과는 다음과 같다.

첫째, 학생들이 기재한 답안 중에서 개념의 종류는, 1차 원인은 10가지, 2차 원인은 4가지, 3차 원인은 6가지였다. 그 중 과학적 개념은 각각 4, 4, 3가지 종류였다. 1차, 3차 원인에서 개념 종류의 절반이 넘게 무관한 개념이었고, 2차 원인은 모두 과학적 개념이었다. 가장 많이 답한 개념은 1차 원인인 지구의 공전과 지축경사였으며 사전검사보다 사후검사 때 더 많이 답하였다. 계절변화와 무관한 개념 중 태양과 지구와의 거리, 타원궤도 공전 개념은 여전히 8명, 9명이 존재하였다. 2차 원인인 태양고도와 낮 길이에 대한 개념이 사후검사에서 증가하였으나 3차 원인인 태양빛의 양에 관한 개념은 큰 차이가 없었다.

둘째, 사전검사의 1~3차 원인으로 분류한 그룹 비교에서는 1-2차 원인을 적은 그룹의 천문관련 사전, 사후검사 점수가 다른 그룹보다 높았다. 그에 비해 1-3차 원인 작성 그룹은 천문 관련 사전, 사후검사의 점수가 다른 그룹보다 낮은 결과를 나타내었다. 특히 본 논문이 주목하는 바는 2차 원인에 대한 이해 여부였다. 학생들이 우주적 관점인 1차 원인과 지평적 관점인 3차 원인을 이어주는 역할을 하는 2차 원인

을 제대로 이해하고 있다면, 계절변화의 원인을 과학적으로 올바르게 설명할 수 있었다. 하지만 그렇지 않은 경우에는 계절변화와 무관한 개념만 가지고 있거나 과학적 개념을 가지고서도 무관한 개념들을 동원해서 설명하는 등 계절변화의 원인을 정확히 이해하지 못했음을 드러냈다.

셋째, 계절변화의 원인에 대해 작성한 사전, 사후 답안을 비교한 결과 과학적 개념을 가진 학생이 29%에서 49%로 증가하였다. 과학적 개념을 포함하였으나 그 논리적 순서를 갖추지 않은 학생들은 13%나 존재하였다. 1~3차 원인 그룹에서는 1,2차 원인 작성 그룹이 과학적 개념을 가장 많이 가지고 있었고 1-2-3차, 1차, 1-3차 원인 작성 그룹 순이었다. 1-2차, 1-2-3차 원인을 작성한 학생들은 수업 후 과학적 개념을 가질 확률이 높았으나 1차, 1,3차 원인을 작성한 학생들은 계절이 변하는 원인을 학습한 후에도 과학적 개념을 가지게 된 학생이 50%를 넘지 못하였다.

이제까지의 연구들은 계절변화의 원인을 학습시킬 때 학생이 어떠한 개념을 가지고 있고 학습 후에 이러한 선개념이 유지가 되는지 아니면 변화하여 형성이 되는지에 대해서만 관심을 가졌다. 또는 선개념이 과학적 개념으로 정립되도록 실험 모형을 비롯한 여러 방법들을 제시하는데 초점이 맞추어졌다. 하지만 정작 ‘계절이 변하는 원인’이 무엇인지에 대한 정밀한 연구는 없었다.

본 논문에서 자료를 분석한 결과 학생들이 이해해야 하는 원인의 단계는 자전축이 기울어진 채 지구가 자전, 공전한다는 1차 원인이 아니라 그로 인해 태양의 고도와 낮의 길이가 변한다는 2차 원인이었다. 1차 원인은 쉽게 습득할 수 있는 사실적 지식이며 이렇게 지구가 자전축이 기울어진 채 태양을 공전함을 알지만 왜 계절이 변하는지를 설명하지는 못하고 있는 것이다. 또한 그로 인한 영향으로 지평적 관점인 3차 원인에 대해서는 이해를 용이하게 하지만 우주적 관점인 1차 원인과 연결시켜주는 2차 원인에 대해서는 이해를 잘 하지 못하였다. 따라서 계절변화의 원인을 가르칠 때에는 1차 원인을 먼저 알려주어야 하겠지만, 2차 원인인 태양의 고도와 낮의 길이 개념을 분명히 주지시켜준 후 지평적 관점인 3차 원인을 가르쳐야만 한다. 이 계절 변화 원인의 위계를 이해했을 때에서야 비로소 정확한 개념을 갖게 되었다고 말할 수 있을 것이다.

References

- Atwood, R. and Atwood, V., 1996, Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 553-563.
- Chae, D.H. and Lim, S.M., 2011, The analysis of conception changes of preservice elementary teachers for causes of season change with disproof-experiment model. *Journal of the Korean Society of Elementary Science Education*, 30, 524-534. (in Korean)
- Chae, D.H., 1998, Preservice students concepts change on change in seasons through new models. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 17, 23-32. (in Korean)
- Chae, D.H., 2011, The investigation of six grades students' preconceptions about the cause of seasonal change. *Journal of the Korean Society of Elementary Science Education*, 30, 204-212. (in Korean)
- Chae, D.H., Byun W.S. and Son, Y.A., 2003, A qualitative study of preservice teachers' change of season. *Journal of the Korean Society of Elementary Science Education*, 22, 109-120. (in Korean)
- Ha, Y.S., 1999, A study on the students' concept of the sun's altitude and season change, Korea. Seoul National Educational University, Seoul, Korea, 57p. (in Korean)
- Jang, M.D., Cheong, C. and Jeong, J.W., 2001, Preconception and conceptional change about season in elementary school students. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 22, 268-277. (in Korean)
- Jeong, H.S. and Han, Y.W., 2006, Effects of metacognitive learning strategy on elementary school students' conception acquisition of seasonal change and self-efficacy. *Journal of the Korean Society of Elementary Science Education*, 25, 39-50. (in Korean)
- Kikas, E., 2004, Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 432-448.
- Oh, J.Y., 2006, Preservice elementary teachers' mental models about astronomical phenomena: seasons and moon phases. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26, 68-71. (in Korean)
- Plummer, J.D. and Krajcik, J., 2010, Building a learning progression for celestial motion: elementary levels from an earth-based perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 768-787.
- Plummer, J.D., 2009, Early elementary students' development of astronomy concepts in the planetarium. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 192-209.
- Schoon K.J., 1989, Misconceptions in the earth science (Doctoral dissertation, Loyola University of Chicago, 1998). *Dissertational Abstracts International* 50, 915-A.
- Trumper, R., 2006, Teaching future teachers basic astronomy concepts - seasonal changes - at a time of reform in science education. *Journal of Research in*

Science Teaching, 43, 879-906.
Tsai, C.C. and Chang, C.Y., 2005, Lasting effects of
instruction guided by the conflict map: experimental

study of learning about the causes of the seasons.
Journal of Research in Science Teaching, 42, 1089-
1111.

2013년 5월 20일 접수
2013년 6월 18일 수정원고 접수
2013년 7월 30일 채택