

ORIGINAL ARTICLE

## 초등학생의 계절 변화 개념 검사를 위한 도구 개발

노자현<sup>1</sup> · 손준호<sup>2</sup> · 김종희<sup>3\*</sup>

(<sup>1</sup>전남대학교 박사과정, <sup>2</sup>태봉초등학교 수석교사, <sup>3</sup>전남대학교 교수)

### Development of Tool for Examining Seasonal Change Concepts of Elementary School Students

Ja-Heon Noh<sup>1</sup> · Jun-Ho Son<sup>2</sup> · Jong-Hee Kim<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>Chonnam National University, <sup>2</sup>Taebong Elementary School)

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to develop a concept test tool for seasonal change with reliability and validity, and to objectively observe and analyze sub-concepts and misconceptions related to the concept of seasonal change to explain the relationship between variables. The development process of the conceptual change concept inspection tool consisted of the development of the inspection tool development plan, the development of the inspection tool draft, the modification of the preliminary inspection and inspection tools, the development of the final inspection tool, and the implementation of this inspection. The developed test tool can be used to provide students with appropriate learning and help by examining students' degree of seasonal change concept formation and analyzing the cause of the difficulty in concept formation. As a result of regression analysis of 198 students in 6th grade using the developed test tool, it was found that the understanding of pre-learning concept and correction of misconception had a statistically significant effect on the concept learned in the seasonal change unit, and misconception had greater effect. Correction of misconceptions had a significant effect on students above the average score among the two sections created and cut based on the average score, and on the students below the average score, the understanding of pre-learning concept had a significant effect.

**Key words** : seasonal change concept, development of tool for examining, misconception, pre-learning concept

## I. 서론

지구과학 교과에서 천문 분야는 교수자와 학습자 모두 어려움을 겪는 분야로 알려져 있다(배성희와 김형범, 2016; 이정아 외, 2015). 특히, 계절 변화와 관련된 연구 결과를 살펴보면, 초등 예비교사들은 천문학을 학습하는 데 상당한 노력이 필요하다고 느끼며, 천문학

진단 검사 결과 계절 변화와 관련 있는 '지구의 운동' 개념은 정답률이 24%로 매우 낮았다(이면우와 장은숙, 2007). 또한, 초등학교 6학년 학생들은 우주 공간에서의 관찰자 시점 이해에 대한 어려움, 학생의 무능함 등 다양한 원인으로 계절의 변화 단원 수업에서 어려움을 겪고 있었으며(이규호와 강지연, 2017), 학습 전 경험으로 인한 선개념과 오개념도 많이 가지고 있었다(채

Received 29 March, 2020; Revised 13 April, 2020; Accepted 23 April, 2020

\*Corresponding author: Jong-Hee Kim, Chonnam National University, 77

Yongbongro Buk-gu, 61186, Korea

E-mail: earthedu@jnu.ac.kr

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

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.

동현과 임성만, 2011). 이러한 이유로 지구과학 교과에서 계절 변화를 주제로 한 연구는 활발하게 진행되어 왔는데, 계절 변화에 대한 학생의 선개념이나 오개념을 분석하는 조사연구(고경만, 2000; 박정숙, 2010; 유병철, 2014; 정철 외, 2010; 채동현, 2011, 하옥선, 1999; 현동호와 양경은, 2016)나 계절의 변화 단원에서 개념 변화를 위한 수업의 효과(김성주, 2001; 김순미 외, 2013; 유연준과 오필석, 2016; 이항로 외 2003)를 검증하는 실험연구가 많았다.

조사연구에서는 연구자가 관심 있는 주제나 영역의 분석을 위해 질문지를 만들고, 질문지에 대한 응답을 받는 과정이 필요하다(김혜숙 외, 2018). 그리고 실험연구에서는 처치의 효과를 측정하기 위한 도구가 필요하며(김아영 외, 2016), 교수 전략에 대한 시사점을 찾기 위해 학생들이 어떠한 부분에서 잘못된 설명을 만들고 있는지 파악해야 할 필요가 있다(고민석 외, 2014).

이것으로 보아 조사연구와 실험연구에서는 학생들의 개념을 진단하기 위한 검사 도구가 필요함을 알 수 있는데, 선행연구에서 개념 진단을 위한 검사 도구를 살펴보면 몇 가지 문제점이 있었다. 첫째, 선행 연구에서는 Kikas(1998)의 검사 도구를 사용하거나 자체 개발한 검사 도구를 사용했는데, 해외에서 개발한 검사의 경우 역번역 및 측정학적 동등성 절차가 보고되지 않았고 자체 개발한 검사 도구는 신뢰도나 타당도 검증 절차가 보고되지 않았다. 자체 개발한 검사 도구 중 신뢰도가 보고된 검사 도구는 하옥선(1999)의 연구에서 사용된 검사 도구가 유일하였다. 둘째, 검사 문항은 계절 변화 개념에 대한 개념적·조작적 정의 없이 계절의 변화 단원에서 다루는 개념들을 물어보는 경우가 대부분이었다. 오개념이나 선수학습개념을 확인하기 위한 문항은 거리 이론(distance theory)과 지구의 공전 궤도 모양, 자전의 정의를 물어보는 3개 정도였다. 학생들의 오개념에 대한 지식은 교사들이 학생의 오개념 유형을 고려하여 수업 계획을 세울 수 있도록 도움을 주고(한수진 외, 2010), 선수학습에서 학습된 선행 개념은 학생들이 학습 내용을 이해하는 기초가 되므로(이호진과 최경희, 2004) 계절 변화 개념 검사에서는 두 영역에 대한 진단이 필요하다고 볼 수 있다. 셋째, 검사 도구의 문항 유형은 선다형과 단답형으로 주로 구성되어 있었다. 선다형 문항의 경우 답을 모르더라도 추측하

여 정답을 선택하는 것도 점수에 포함될 수 있고(성태제, 2019), 개념의 일관성이 없는 경우 객관식 질문을 통해 학생들의 계절 변화 개념을 확인하는데는 한계가 있다(Türk et al., 2015)는 단점이 있다. 일부 문항만 선다형 문항에 ‘왜 그렇게 생각합니까?’라는 후속 문항을 두어 학생의 오개념 등을 확인하려고 노력하였다.

따라서 이 연구에서는 선행 검사 도구에서 보완할 점을 반영하여 학생의 계절 변화 개념을 확인할 수 있는 검사 도구를 개발하였다. ‘계절 변화 개념’은 ‘계절의 변화를 설명하는데 사용되는 개념들’이라는 개념적 정의를 바탕으로 계절 변화와 관련된 선수학습개념의 형성 정도와 오개념을 확인할 수 있는 문항들을 개발하여 계절 변화 개념 검사에 반영하고 양호도(신뢰도, 변별도, 난이도)를 검증하여 검사 도구의 신뢰성을 높였다. 개발된 도구의 본 검사 결과를 바탕으로 회귀 분석(regression analysis)을 통해 선수학습개념과 오개념이 ‘계절의 변화’ 단원에서 학습한 개념에 미치는 영향력을 분석하여, 선수학습개념과 오개념이 본 학습에 미치는 영향력을 정량적으로 확인하고자 하였다. 또한, 검사 결과의 질적 분석을 통해 특정 문항들을 연결하여 해석함으로써 학생이 어떤 오개념을 가졌는지, 선수학습개념과 오개념이 ‘계절의 변화’ 단원의 학습에 어떻게 영향을 미쳤는지 확인할 수 있는 검사의 활용 방법을 제시하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 절차

계절 변화 개념 검사 도구의 개발은 김아영 외(2016)가 제시한 검사 도구 개발 절차를 참고하였으며, 검사 도구 개발은 검사 목적과 결과의 용도 결정을 위한 계획 수립, 문항 작성 및 척도 구성, 검사 점수 설계, 양호도 검증 순으로 진행하였다. 변인 간의 관계를 설명하기 위해서 기술적 연구(descriptive research)의 분석 방법인 회귀 분석을 통해 두 변인 간 관계의 정도를 분석하고 기술하였다. 이 연구를 위한 전체 연구의 절차는 Fig. 1과 같다.

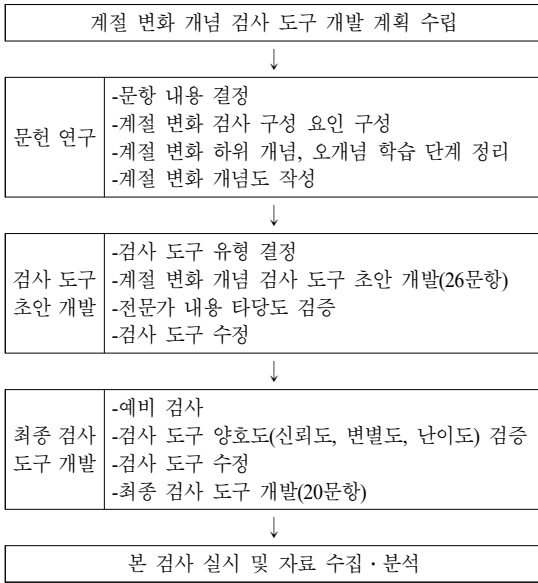


Fig. 1. Procedure of the study

## 2. 분석 방법

수집된 자료는 마이크로소프트 엑셀 프로그램을 이용하여 코딩한 후 SPSS 23.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 계절 변화 개념 검사 도구의 양호도 검증을 위해 신뢰도, 난이도, 변별도를 확인하였다. 신뢰도는 문항 내적 일치도 계수인 Cronbach  $\alpha$  값을 산출하였고, 난이도는 문항별 정답을 한 학생의 비율을 나타내는 정답률에 근거한 문항별 난이도 지수를 산출하였다. 변별도는 선행 연구(박미자와 김영옥, 2009)의 변별도 검증 방법을 바탕으로 계절 변화 개념 검사 총점을 기준으로 상위 25%와 하위 25%를 나누고 구성 요인별 평균 점수의 차이를  $t$  검증하였다.

이후 선수학습개념과 오개념이 계절 변화 단원에서 학습한 개념에 미치는 영향력을 분석하기 위해 회귀 분석을 하였다. 회귀 분석은 변수 간의 상관관계를 기초로 하여 선행 연구와 선행이론의 근거를 바탕으로 설정한 이론적 인과관계를 경험적으로 확인해 보는 것으로, 종속변수에 대한 독립변수의 영향력(예측력)을 분석할 수 있다(김재철, 2019). 계절 변화에 대한 학생들의 선개념을 조사하거나 개념 변화의 관점에서 학생들의 오개념을 과학적 개념으로 수정하는 연구는 지구 과학교육 분야에서 지속되어 왔으므로 이것들의 영향력을 구체적으로 확인해 볼 수 있는 계기가 될 수 있

을 것이다. 또한, 계절 변화 단원에서 학습한 개념의 평균 점수를 기준으로  $\pm 1$  표준편차에 근거한 절단점을 생성하여 2개의 구간으로 구분하고 각 구간에 속한 학생들의 계절 변화 학습에 미치는 선수학습개념과 오개념의 영향력 크기를 분석하였다.

## Ⅲ. 연구 결과 및 논의

### 1. 계절 변화 개념 검사 도구의 개발

#### 가. 계절 변화 개념 검사 도구 개발 계획 수립

계절 변화 개념 검사의 목적은 초등학교 6학년 2학기 과학과 ‘2. 계절의 변화’ 단원을 학습한 학생들을 대상으로 계절 변화 개념의 형성 정도를 검사하고 학생이 가지고 있는 선수학습개념과 오개념을 확인하는 것이다. 계절 변화 개념 형성에 어려움이 있다면 어느 요인과 어떤 개념에서 처방이 필요한지 판단하고 적절한 학습과 도움을 제공하는데 검사 결과를 활용할 수 있다.

본 연구에서 ‘계절 변화 개념’이란 ‘계절의 변화’를 설명하는데 사용되는 개념들(교육부, 2015)이며, 계절 변화의 원인은 Kikas(1998)와 Trumper(2006), 2015 개정 과학과 교육과정(2015)에서 설명한 ‘지구의 공전궤도면에 대한 지구 자전축의 경사(기울어짐)’와 ‘태양 주위를 지구가 공전’으로 정의하였다.

#### 나. 문헌 연구

문헌 연구 단계에서는 문항의 내용을 결정하고 개념 검사의 구성 요인을 정하였다. 문항 내용을 결정하기 위한 첫 번째 과정으로 예비 검사 대상 학생들에게 ‘계절 변화의 원인은 무엇이라고 생각합니까?’와 같은 문항으로 계절 변화 개념을 자유 반응식으로 수집하였다. 이 방법은 경험에 근거한 접근(empirically-based approach)으로 대상 집단에게 측정하고자 하는 개념에 대한 의견을 자유 반응식으로 수집해서 그 내용을 중심으로 검사 도구의 문항을 작성하는 방식이다(김이영 외, 2016). 두 번째로 계절 변화를 주제로 한 선행 연구들을 분석하였다. 계절 변화를 주제로 한 실험연구(김순미 외, 2013; 이항로 외, 2003; De Paor *et al.*, 2017; German, 2017; Mason *et al.*, 2017)와 기술적 연구(강용희 외, 2004; 국동식, 1995;

Table 1. Examples of students' conception about seasonal change and categorization of conception

응답 결과	범주
태양과 지구의 거리 차이에 의해 계절이 바뀐다. 태양이 더 뜨거우면 여름이고 더 차가우면 겨울이다.	선개념, 오개념
지구가 태양 주위를 공전하면 계절이 바뀐다. 지구가 자전을 하면서 태양 주위를 공전해서 계절이 변한다.	선수학습 개념
여름이면 기온이 높고 겨울이면 기온이 낮다. 계절에 따라 해가 뜨고 지는 시각이 달라진다.	기타

김형범 외, 2013; 장명덕 외, 2001; 정선라와 이용복, 2013; 채동현, 2011; 현동호와 양경은, 2016; Allen, 2014; Gooding & Metz, 2011, Plummer & krajcijk, 2010)를 분석하여 학생들의 계절 변화 개념을 수집하였다. 세 번째로 계절 변화를 주제로 한 문헌 자료를 분석하여 2015 개정 교육과정 과학과 공통 교육과정과 선택 중심 교육과정의 우주 영역에서 계절 변화와 관련된 내용 요소와 성취 기준에서 사용한 개념들 그리고 성취 기준 해설에서 다룬 학습 요소들을 수집하였다. 이렇게 수집한 자료들은 과학 교육 전문가 2명, 지구과학교육 박사과정 1명이 협의회를 통해 범주화하였으며(Table 1), 매주 1회 이상(2시간) 약 10주간의 협의회를 통해 계속해서 수정·보완하였다.

이상의 자료를 근거로 계절 변화 개념 검사의 구성 요인을 ①선수학습 개념, ②오개념, ③계절 변화 단원에서 학습한 개념으로 정하였다. 그리고 세 가지 구성

요인에서 평가할 세부 개념들을 도출하기 위해 하위 개념과 오개념 학습 단계를 정리하였다.

계절 변화의 하위 개념은 문항 내용 결정 단계의 문헌 자료 분석 과정에서 정리하였으며, 분석 순서는 단원 학습 계열을 따라 계절의 변화 단원이 있는 6학년 2학기부터 5학년 1학기까지 역순으로 진행하였다. 이렇게 하여 도출한 개념들을 성취 기준과 같은 문장 형태로 서술하여 학습 순서에 알맞게 학년별로 오름차순으로 정리하였다.

오개념은 문항 내용 결정 단계의 선행 연구 분석 과정에서 정리하였으며, 오개념의 범주는 질적 연구 방법의 한 종류인 근거이론(grounded theory)의 방법론을 이용하여 생성하였다. 근거이론은 연구자의 이론적 민감성에 바탕을 두고 수집한 데이터를 이해하기 위한 이론이나 범주를 생성하는 것(Glaser & Strauss, 1967)으로,

Table 2. The process of creating five categories of misconceptions based on the grounded theory methodology

순서	근거 이론의 방법론	설명	생성 과정
1	이론적 표집	이론적 개념에 근거하여 자료를 수집하고 분석한 후 다시 다음 데이터를 수집하고 분석을 반복하는 과정	선행 연구에서 조사한 계절 변화 선개념을 기준으로 보충이 필요한 선개념 영역에 대해 의도적 표집 수행
2	이론적 포화	수집·분석한 데이터가 충분하다고 판단하여 더 이상의 추가적인 데이터 수집이 필요하지 않다고 판단	계절 변화 선개념 중 오개념에 속하는 것들을 분류하고, 같은 오개념이 추가로 발견되지 않을 때까지 수집
3	반복적 비교를 통한 분석	귀납적으로 분석하여 각각의 개념 및 카테고리를 형성하고 유사점과 차이점, 연관성에 대한 분석	오개념으로 인해 나타나는 계절별 현상의 유사점과 차이점을 기준으로 귀납적으로 분석
4	개방 코딩	연구 데이터를 해체, 검토, 비교를 통해 개념을 형성하고 범주화	오개념이 발생하는 근본 원인을 선수학습개념(자전, 공전 등)과 연관 지어 상향적 과정으로 범주화
5	축 코딩	개방 코딩을 통해 생성된 범주들의 관계성 파악을 위해 연결시키는 과정	생성된 범주들을 계절 변화 오개념이 발생하는 순서에 맞게 연결

Table 3. Key conceptions commonly assessed by prior research

선행 연구	개념 태양 고도의 일변화	그림자 길이 일변화	태양 고도의 연변화	낮의 길이 연변화	태양 고도와 기온 변화	계절 변화 이유	태양 고도와 낮의 길이	위도별 태양 고도와 기온, 변화	태양 고도별 에너지양	기타
이주미 (2017)	●		●	●	●	●	●		●	
현동호와 양경은 (2016)				●		●				전등이론 검사 공전궤도 모양 계절별 지구 위치
서희석 (2005)	●	●	●	●	●	●			●	기온의 연변화
고경만 (2000)			●	●	●	●	●	●		기온의 연변화
이은옥 (2011)				●		●				전등이론 검사 공전궤도 모양 계절별 지구 위치
김수정 (2007)		●			●	●		●	●	자전운동 기온의 연변화
유병철 (2014)	●	●	●	●	●	●		●	●	
정홍식 (2005)	●	●	●	●	●	●		●	●	기온의 연변화
하옥선 (1999)	●	●	●			●				공전궤도 모양
박정숙 (2010)			●	●		●	●	●	●	태양 고도 정의
김성주 (2001)	●	●	●	●	●	●		●	●	
TOTAL	6	6	8	9	7	11	3	6	7	

외부에서 부여된 틀이 아닌 연구자 자신의 데이터를 가장 중심에 두고 이론적 틀을 생성할 수 있다는 점에서 유용하다(Bednarz, 2000). 근거이론의 방법론적 특징을 도입하여 수집한 데이터를 유사점과 차이점을 중심으로 반복적으로 분석하고 분류하는 과정을 거쳐 5개의 범주를 생성하였다(Table 2). 이 과정에서 생성된 범주의 틀이 적절한지, 범주에 따라 오개념들이 논리적으로 분류되었는지를 협의회를 통해 계속해서 검토하였다.

또한, 선행 연구(고경만, 2000; 김성주, 2001; 김수정, 2007; 이주미, 2017; 박정숙, 2010; 서희석, 2005; 유병철, 2014; 이은옥, 2011; 정홍식, 2005; 하옥선, 1999; 현동호와 양경은, 2016; Kikas, 1998)에서 수행한 계절 변화 개념 검사 도구 11개에서 평가한 주요 개념들은

Table 3과 같이 정리하였다. 이렇게 정리한 개념들 중 6개 이상의 검사 도구에서 공통으로 평가한 개념들은 평가할 세부 개념들을 도출할 때 반영하였다.

계절 변화의 하위 개념과 오개념 학습단계를 바탕으로 계절 변화 학습 단계 개념도(Fig. 2)와 오개념 개념도(Fig. 3)를 작성하였다. 계절 변화 학습 단계 개념도는 계절 변화를 설명하기 위해 알아야 하는 선수학습개념과 계절의 변화 단원에서 학습하는 개념들을 학습 단계별로 정리하였고 계절 변화 개념 검사에서 평가할 개념들은 Concept의 C로 명명하였다. 오개념 개념도는 근거이론의 방법론을 이용하여 생성한 5가지 범주를 기준으로 작성하였고, 계절 변화 개념 검사에서 평가할 개념들은 Misconception의 MC로 명명하였다.

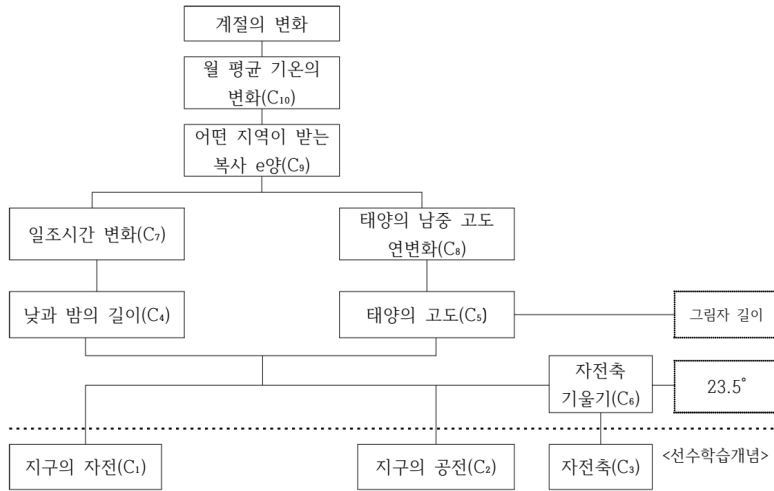


Fig. 2. Conceptual diagram of the seasonal change sub-conception

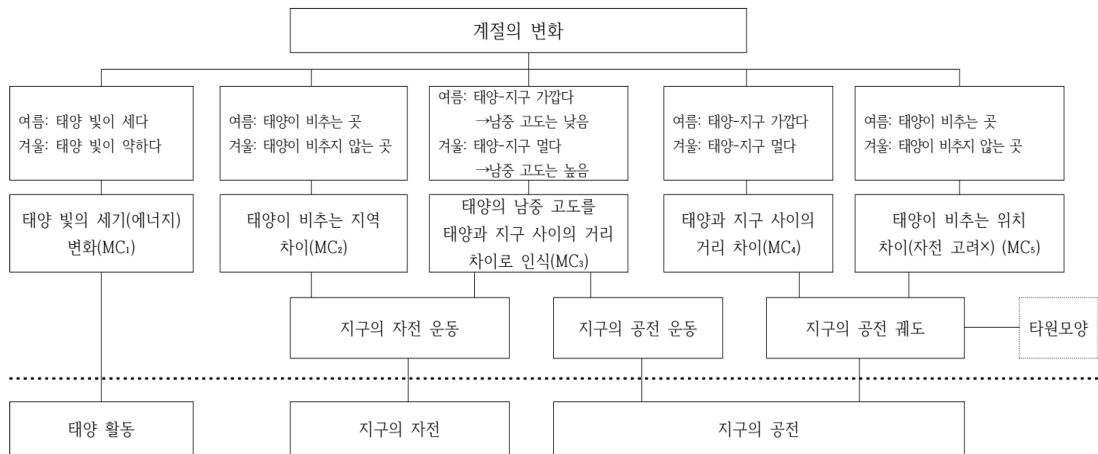


Fig. 3. Conceptual diagram of the seasonal change misconception

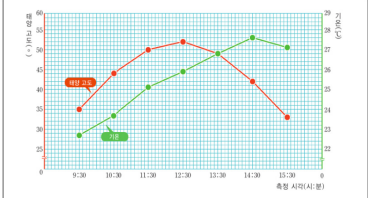
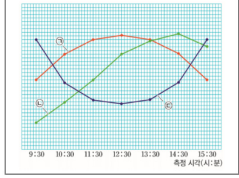
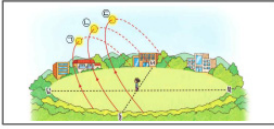
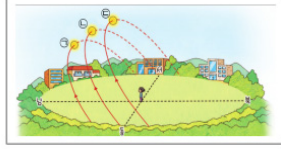
### 다. 검사 도구 초안 개발

검사 도구 초안 개발 단계에서는 검사 도구의 유형을 결정하였다. 계절 변화 개념 검사 도구의 유형은 개별 검사 형태의 자기보고식 검사이고 인지적 영역의 평가를 위한 성취도 검사이다. 검사 도구 초안은 계절 변화에 대한 선수학습개념(8개), 오개념(8개), 계절 변화 단원에서 학습한 개념(10개)을 확인하는 문항으로 총 26문항을 개발하였다. 검사 도구 초안의 질적 분석을 위해 과학 교육 전문가 3명을 대상으로 내용 타당도 검증을 의뢰하고 초·중등 과학 교사 7명을 대상으로 현장 적합성 검토를 의뢰하였다.

과학 교육 전문가를 대상으로 한 내용 타당도 검증

은 계절 변화 학습 단계 및 오개념 개념도를 제시하고 각 문항에서 확인하고자 하는 개념을 평가하기에 적절한지, 특정 문항들의 정·오답 결과를 연결하여 해석했을 때 문헌 연구 단계에서 정리한 오개념 유형으로 판단하는 것이 타당한지 4점 척도로 평가하고 비교란에 보완 사항을 제안하도록 하였다. 내용 타당도에 대한 양적 표현은 Lynn(1986)의 내용 타당도 지수(content validity index, CVI) 활용하였으며, Rubio(2003)의 절차를 따라 계산하였다. 일반적으로 내용 타당도 지수는 0.7 이상이면 적절하다고 판단하는데 검사 도구 초안의 내용 타당도 지수는 0.8 이상이므로 적절하다고 판단하였다. 초·중등 과학 교사 7명을 대상으로 한 현장

Table 4. Correction of tool reflecting the opinion on the content validity index and the opinion

문항 번호	수정 전	수정 후
7	<p>지구의 공전과 대한 설명으로 알맞으면 ○로, 알맞지 않으면 ×표를 하시오.</p> <p>(1) 지구는 자전하면서 동시에 태양 주위를 공전한다. ( )</p> <p>(2) 지구는 자전축이 기울어진 채 태양 주위를 공전한다. ( )</p> <p>(3) 지구가 공전할 때 태양이 정면으로 비치고 있으면 여름, 반대쪽은 겨울이다. ( )</p>	<p>7. 지구의 공전에 대한 설명으로 알맞으면 ○로, 알맞지 않으면 ×표를 하시오.</p> <p>(1) 지구는 자전하면서 동시에 태양 주위를 공전한다. ( )</p> <p>(2) 지구가 공전할 때 태양이 정면으로 비치고 있으면 여름, 반대쪽은 겨울이다. ( )</p>
<p><b>[개선 의견 및 반영사항] 소문항 (2)의 문장이 앞선 문항 1번에 대한 정보를 제공 : 삭제</b></p>		
11	<p>다음은 태양 고도 측정기를 이용하여 측정한 하루 동안 태양 고도 변화 그래프입니다. 막대의 그림자 길이는 하루 동안 어떻게 변화는지 설명해 보시오.</p> 	<p>* (11-12) 다음은 하루 동안 태양 고도와 그림자 길이, 기온 변화를 나타낸 그래프입니다. 물음에 답하십시오.</p>  <p>11. 그림자의 길이를 나타낸 그래프는 무엇인지 고르시오. ( )</p> <p>① ㉠ ② ㉡ ③ ㉢ ④ ㉣</p>
<p><b>[개선 의견 및 반영사항] 학생들의 답변이 다양하고 구체적이지 않을 가능성이 높음 (예. 짧아졌다가 길어진다 등) : 선택형 문항으로 수정</b></p>		
16	<p>다음 그림을 보고 태양의 남중 고도와 낮의 길이에 관계에 대한 설명으로 옳은 것을 고르시오. ( )</p>  <p>① 태양의 남중 고도가 ㉠일 때 낮의 길이가 가장 길다.                  ② 태양의 남중 고도가 ㉡일 때 낮의 길이가 가장 길다.                  ③ 태양의 남중 고도가 ㉢일 때 낮의 길이가 가장 길다.                  ㉣ 낮의 길이는 태양의 남중 고도에 상관없이 모두 같다.                  ⑤ 태양의 남중 고도가 ㉤, ㉠일 때 낮의 길이가 가장 길다.</p>	<p>그림은 태양이 떠서 질 때까지의 이동 경로를 계절별로 나타낸 것이다. 그림을 보고 다음 물음에 답하십시오.</p>  <p>(1) 태양의 남중 고도가 가장 높을 때는 연례인지 기호를 쓰시오. ( )</p> <p>(2) 낮의 길이가 가장 길 때는 연례인지 기호를 쓰시오. ( )</p> <p>(3) 기온이 가장 낮을 때는 연례인지 기호를 쓰시오. ( )</p>
<p><b>[개선 의견 및 반영사항] 그림에 대한 구체적인 설명 필요/ 보기 그림으로 남중 고도와 기온, 낮의 길이 관계 설명 가능: 그림에 대한 설명 추가, 서답형으로 수정</b></p>		

적합성 검토는 각 문항과 보기가 초등학교 과학과 교육과정의 범위를 넘어서는 않는지, 문항 서술 방식이 초등학생의 인지적 수준에 적절한지 검토하여 비교란에 보완 사항을 제안하도록 하였다. 보완 사항의 개선 의견을 수렴하여 문항 형태를 수정하고 문항 수를 조정하였는데, 대표적인 예는 Table 4와 같다.

**라. 예비 검사 및 검사 도구 수정**

예비 검사 및 검사 도구 수정 단계에서는 편의 표집 방법(convenience sampling)으로 6학년 2개 학급 48명을 대상으로 예비 검사를 하였다. 예비 검사에서는 검사 도구의 신뢰도와 문항별 정답률을 바탕으로 한 난이도 지수를 산출하여 문항의 이상치를 파악하였고 학생들의 평균 검사 시간 측정과 함께 면담을 통해 문항별 문장 이해도 및 출제 의도 파악 정도를 분석하였다. 신뢰도 측정 결과 Cronbach  $\alpha$  값은 .73으로 바람직한 수준의

신뢰도를 보였고 문항별 난이도는 .17~.90의 범위 사이에 속해 평균 난이도 지수는 약 .53 정도였다. 문항별 난이도는 규준참조평가의 경우 문항 정답률이 일반적으로 40%에서 70%의 범위 사이에 속하며 평균 난이도 지수가 .55 일 때 적절하다고 보며, 준거지향평가의 경우 문항 정답률이 학습한 집단은 70%에서 100%, 학습하지 않은 집단은 0에서 50%일 때 학업 성취도에 적절한 문항으로 본다(Berk, 1980). 이상의 근거를 바탕으로 예비 검사의 문항별 난이도와 평균 난이도 지수는 적절하다고 판단하였다.

학생 면담은 예비 검사의 난이도 지수가 .40 이하거나 .90 이상인 문항을 기준으로 하였다. 그 결과 문항이 어렵거나 문항의 서술 방식 문제로 문장 이해도가 낮아 문제를 풀지 못한 경우 문항의 난이도 지수가 낮았으며, 문항이 쉽거나 같은 개념을 다른 방식으로 물어보는 문항들이 있어 정답의 단서를 제공해준 경우 문항의 난이도 지수가 높았다. 문항의 난이도와 상관없

Table 5. Correction of tool reflecting the opinion on preliminary examination

문항 번호		수정 전		수정 후		수정 이유 및 수정 사항	
6	문항 번호 6	관련 개념 C, MC <sub>3</sub>			<p>문항 5번에서 선택한 1년 동안 지구의 움직임을 그리고 우리나라가 이동할 때 지구의 위치와 거리를 측정하시오.</p>		<p>문항 5번에서 선택한 지구의 공전 궤도를 문항 6번에 그리고 우리나라가 여름, 겨울일 때 공전 궤도 상에 지구의 위치를 나타내도록 한 문제였으나, 학생들은 문항 5번과 6번을 서로 다른 문제로 인식하여 문항 5번에서 선택한 것과 다른 지구의 공전 궤도를 그림</p> <p>→ 문항 5번에서 선택한 지구의 공전 궤도에 바로 계절별 지구의 위치를 나타내도록 하고 왜 그렇게 생각했는지 이유를 설명하도록 하여 그림에 대한 근거와 오개념을 확인</p>
6	문항 번호 6	관련 개념 C, MC <sub>3</sub>			<p>태 그렇게 생각했는지 이유를 설명하시오.</p>		
10	문항 번호 10	관련 개념 C, MC <sub>3</sub>	<p>태양 고도에 대한 설명으로 알맞으면 ○표, 알맞지 않으면 ×표를 하시오.</p> <p>(1) 태양 고도가 낮을 때보다 높을 때 태양과 지구 사이의 거리는 더 멀다. ( )</p> <p>(2) 태양 고도가 낮을 때보다 높을 때 거리는 더 낮다. ( )</p> <p>× 그렇게 생각했는지 이유를 설명하시오.</p>		<p>6. 문항 5번에서 선택한 그림에 우리나라가 이동할 때 지구의 위치를 그림으로 그리고, 여름과 겨울을 표시하시오.</p> <p>* × 그렇게 생각했는지 이유를 설명하시오.</p> <p>10. 그림은 태양의 고도를 측정하는 것을 나타냅니다. 태양 고도와 태양과 지구 사이의 거리에 대한 설명으로 옳은 것을 고르시오. ( )</p>		
10	문항 번호 10	관련 개념 C, MC <sub>3</sub>	<p>태양 고도에 대한 설명으로 알맞으면 ○표, 알맞지 않으면 ×표를 하시오.</p> <p>(1) 태양 고도가 낮을 때보다 높을 때 태양과 지구 사이의 거리는 더 멀다. ( )</p> <p>(2) 태양 고도가 낮을 때보다 높을 때 거리는 더 낮다. ( )</p> <p>× 그렇게 생각했는지 이유를 설명하시오.</p>		<p>소문항 (2)가 태양 고도와 기온 간의 관계를 물어봄으로써 한 문항에 2가지 개념이 포함됨 → 하나의 문항으로 조정</p> <p>* 남이도 지수는 .17로 매우 낮았으나 오개념을 구별하는 문항 개발 목적에 부합하여 수정하지 않고 최종 검사에 반영</p>		
17	문항 번호 15	관련 개념 MC <sub>1</sub> , MC <sub>2</sub> , MC <sub>3</sub>	<p>계절별 기온 변화에 대한 설명으로 알맞으면 ○표, 알맞지 않으면 ×표를 하시오.</p> <p>(1) 여름은 태양 빛이 가장 세서 기온이 높다. ( )</p> <p>(2) 겨울은 태양의 남중 고도가 높아서 기온이 낮다. ( )</p> <p>(3) 겨울은 태양과 지구 사이의 거리가 멀어서 기온이 낮다. ( )</p>		<p>17. 계절별 기온 변화에 대한 설명으로 알맞으면 ○표, 알맞지 않으면 ×표를 하시오.</p> <p>(1) 여름은 태양 온도가 높아서 기온이 높고, 겨울은 태양 온도가 낮아서 기온이 낮다. ( )</p> <p>(2) 겨울은 태양의 남중 고도가 높아 태양과 지구 사이의 거리가 멀다. 그래서 기온이 낮다. ( )</p> <p>(3) 겨울은 태양과 지구 사이의 거리가 멀어서 기온이 낮다. ( )</p>		
17	문항 번호 15	관련 개념 MC <sub>1</sub> , MC <sub>2</sub> , MC <sub>3</sub>	<p>계절별 기온 변화에 대한 설명으로 알맞으면 ○표, 알맞지 않으면 ×표를 하시오.</p> <p>(1) 여름은 태양 빛이 가장 세서 기온이 높다. ( )</p> <p>(2) 겨울은 태양의 남중 고도가 높아서 기온이 낮다. ( )</p> <p>(3) 겨울은 태양과 지구 사이의 거리가 멀어서 기온이 낮다. ( )</p>		<p>소문항(2), (3)에 모두 ○를 하면 MC<sub>3</sub>와 MC<sub>2</sub>가 혼용된 오개념을 가진 학생으로 해석하고자 하였으나, 일관된 개념 없이 문제 상행에 따라 다르게 해석하고 답한 경우가 있음</p> <p>→ 소문항(2), (3)을 하나의 문항으로 수정</p>		



이 같은 개념을 묻는 문항에서 하나의 문항은 옳게 답하고 다른 하나의 문항은 틀리게 답한 학생이 다수 있었다. 이 현상은 학생들의 오개념은 상황에 따라 일관적이지 않고 혼재해 있다는 선행 연구(하옥선, 1999), 과제 상황에 따라 대안개념 사용이 일관되지 못한다는 선행 연구(Clough & Driver, 1986; Finegold & Gorsky, 1991)에서도 찾아볼 수 있다. 학생 면담 결과를 반영하여 문항의 서술 방식과 문항의 형태를 수정하고 같은 개념을 물어보는 문항들은 하나의 문항으로 만들어 조정하였으며 대표적인 예는 Table 5와 같다.

문항 17번의 소문항 (1)은 계절 변화 원인을 태양 빛(에너지)의 세기 변화로 생각하는 오개념 MC<sub>1</sub>을 묻는 문항이다. 이 오개념은 선행 연구(고경만, 2010; 김성주, 2001; 박정숙, 2010; 하옥선, 1999)에 따르면 학생들은 여름은 태양 빛이 강하고 겨울은 태양 빛이 약해서, 여름은 빛의 양이 많고 겨울은 빛의 양이 적어서 계절이 변한다고 생각하였다. 이를 확인하기 위해 예

비 검사에 ‘여름은 태양 빛의 세기가 가장 세서 기온이 높다.’로 진위형 문항을 출제하였고, 검사 결과 문항 출제 시 예상했던 난이도 지수보다 낮아 학생들을 면담하였다. 면담 결과, 빛의 세기를 빛의 밝기로 해석하는 학생들과 빛 에너지로 해석하는 학생들로 나뉘었다. 따라서 빛의 세기와 계절에 대한 개념적 정의를 바탕으로 문항을 수정할 필요가 있었다. 물리학에서 빛의 강·약은 빛의 세기를 나타내는 광도, 빛의 양을 나타내는 조도가 있으며 이 둘은 다른 개념이지만 검사 대상의 발달단계를 고려하여 구분하지 않고 빛 에너지로 사용하기로 하였다. 계절은 기온 구간에 따라 4개로 구분되는 기상학의 계절 정의(천문학의 계절은 춘·추분, 하·동지로 구분함)를 따랐다. 두 개념적 정의를 종합해보면 계절은 ‘태양의 빛 에너지 차이에 따른 기온 차이’로 해석하여 구분할 수 있다. 초등학교 교육과정에서 빛 에너지는 학습하지 않으므로 학생들이 친숙하게 생각하는 온도를 사용하여 문항을 수정하였다.

Table 6. Constitutive factors and information of seasonal change concept examining tool

구성 요인	문항 번호	문항 내용(문항에서 확인할 수 있는 개념)	문항 유형	난이도 지수	배점
선수학습개념	1	지구의 자전축(C <sub>3</sub> )	선다형	.95	3
	2	지구의 자전 방향(C <sub>1</sub> )	선다형	.68	4
	4	공전의 정의(C <sub>2</sub> )	단답형	.75	4
	5	지구의 공전 궤도(C <sub>2</sub> )	선다형	.33	5
	8	지구의 자전축 기울기(C <sub>6</sub> )	서술형	.36	5
오개념	3	태양이 비추는 지역 차이(MC <sub>2</sub> )	진위형	.82	6
	6	태양과 지구의 거리 차이(MC <sub>4</sub> )	서술형	.18	5
	7	태양이 비추는 위치 차이(MC <sub>5</sub> )	진위형	.57	6
	10	태양의 남중 고도를 태양과 지구 사이의 거리로 인식(MC <sub>3</sub> )	선다형	.17	5
	17	태양 빛의 세기(에너지 변화) (MC <sub>1</sub> ) 태양의 남중 고도를 태양과 지구 사이의 거리로 인식(MC <sub>3</sub> )	진위형	.70	6
계절 변화 단원에서 학습한 개념	9	태양의 고도 정의(C <sub>5</sub> )	선다형	.68	4
	11	하루 동안 그림자 길이 변화(C <sub>5</sub> )	선다형	.70	4
	12	하루 동안 태양의 고도 변화(C <sub>5</sub> )	선다형	.77	4
	13	계절별 태양의 남중 고도(C <sub>8</sub> )	선다형	.83	3
	14	태양의 남중 고도에 따른 기온 변화(C <sub>9</sub> )	선다형	.73	4
	15	태양의 남중 고도에 따른 낮의 길이(C <sub>7</sub> )	선다형	.83	3
	16	태양의 남중 고도, 낮의 길이, 기온과의 관계(C <sub>7</sub> , C <sub>8</sub> , C <sub>10</sub> )	선다형	.86	9
	18	계절 변화가 일어나기 위한 1차 원인(C <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> )	선다형	.34	5
	19	계절별 태양과 지구의 위치(C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> )	선다형	.50	5
	20	계절 변화가 일어나는 원인과 그 과정(C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>4</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>8</sub> , C <sub>10</sub> )	선다형 서술형	.13	10

Table 7. The evaluation criteria for question 20

영역	평가 기준	배점
선다형	㉠, ㉡, ㉢을 선택	0점
	㉠~㉢ 중 두 개 선택	2점
	㉠~㉢ 중 세 개 선택	3점
	㉠~㉢ 네 개 모두 선택	4점
서술형	1차 원인까지 서술 (예, 지구의 자전축이 기울어진 채 공전하기 때문에 계절이 변한다.)	2점
	2차 원인까지 서술 (예, 지구의 자전축이 기울어진 채 공전하면, 낮의 길이와 태양의 남중 고도가 변한다. 그러면 계절이 변한다.)	4점
	3차 원인까지 서술 (예, 지구의 자전축이 기울어진 채 공전하면 낮의 길이와 태양의 남중 고도가 변한다. 그러면 태양 에너지양이 달라져 기온변화에 따라 계절이 변한다.)	6점

마. 최종 검사 도구 개발

최종적으로 완성된 계절 변화 개념 검사 도구는 3개 영역에서 진위형, 선다형, 단답형, 서술형이 포함된 총 20개의 문항으로, 선수학습개념을 확인하는 문항 5개, 오개념을 확인하는 문항 5개, 계절 변화 단원에서 학습한 개념을 확인하는 문항 10개로 구성하였다. 계절 변화 개념 검사의 구성 요인과 문항별 정보는 Table 6과 같으며, 최종 검사 도구는 ‘대한지구과학교육학회 홈페이지 > 교수학습자료실 > 지구과학교육’에 탑재하였다.

최종 검사 도구의 문항 수가 예비 검사보다 줄었으므로 문항별 배점도 달라하였다. 선수학습개념과 계절 변화 단원에서 학습한 개념 요인은 예비 검사의 문항 난이도 지수 .50과 .80을 기준으로 3점부터 5점까지, 오개념 요인은 난이도 지수 .50을 기준으로 3점과 5점으로 배점하였다. 20번 문항은 선다형과 서술형을 혼합한 문항으로 계절 변화를 설명하는데 필요한 개념들을 고르고 이것들을 연결하여 계절 변화의 과정을 서술하는 문항이다. 따라서 계절 변화를 설명하기 위해 선택한 개념의 개수와 계절 변화 과정을 설명하는 인과관계의 구체성 정도를 배점 기준으로 하였다.

선다형 평가를 위해 자원 기반의 관점(resources-based view, RBV)을 도입하였는데, Hammer 외(2005)에 따르면 학생들이 문제 상황을 지각하면 개념적 자원(conceptual resources)들이 문제를 해결하기 위한 맥락에 맞게 활성화되고 서로 다른 개념적 자원들을 결합하여 더 큰 인지적 구인인 ‘개념’을 형성한다고 보았다. Wild & Trundle(2010)은 계절 변화가 일어나는 과정의 과학적 이해를 위한 개념으로 ①지구 자전축이 기울어짐, ②지

구는 태양 주위를 공전함, ③궤도와 관련된 기울기로 인해 지구는 위치한 곳에 따라 연중 태양 빛을 받는 양이 다름, ④그 결과 낮의 길이와 기온이 다름과 같이 네 가지 핵심 요소를 이야기하였는데, 이 관점에서 본다면 초등학생 수준에서 계절 변화를 설명하는데 필요한 개념적 자원들은 ①지구의 자전축, ②지구의 공전, ③낮의 길이, ④태양의 남중 고도로 볼 수 있다.

서술형의 평가를 위해 계절 변화가 일어나는 과정을 인과관계에 따라 구분하였다. 정선라와 이용복(2013)은 계절 변화 과정을 ‘자전축이 기울어진 채 지구가 자전과 공전(1차 원인)→태양의 고도와 낮의 길이 변함(2차 원인)→태양 에너지의 변화(3차 원인)’와 같이 위계적 단계로 구분하였다. 이 관점을 바탕으로 계절 변화 과정을 개념적 자원의 활성화 관점에서 분석한 선행 연구(노자현 외, 2019; 유연준과 오필석, 2016)를 참고하여 학생들이 선택한 개념적 자원을 가지고 계절 변화의 과정을 설명하는 인과관계의 구체성 정도를 채점 기준에 반영하여 배점하였다. 구체적인 평가 기준은 Table 7과 같이 반영하였다.

2. 계절 변화 개념 검사 도구에 대한 검사 결과

가. 본 검사 실시

본 검사는 G광역시에 소재한 초등학교 6학년 198명을 대상으로 지필 검사 방법으로 실시하였다. 연구 대상 표집은 학구가 다른 네 곳의 학교에서 각각 2-3개 반을 선정하는 군집 표집(cluster sampling)을 실시하였는데, 이는 단순무선표집(simple random sampling)이 어

려울 경우 유사한 특성을 가진 것으로 가정할 수 있는 소집단을 표집 단위로 해서 무선적으로 표본을 선정하여 표집하는 방법이다(김아영 외, 2016). 표집 대상인 네 곳의 학교는 중산층 아파트 단지 가운데 위치한 곳으로 표집 대상인 학생들의 학습 수준은 3월 중 실시하는 교과 학습 진단 평가를 기준으로 G광역시 평균에 속해 있었다. 개념 검사 시기는 학생들이 계절의 변화 단원을 학습한 뒤인 2019년 12월 중에 개념 검사를 수행하였으며 응답 학생들의 인구 통계학적 특성은 Table 8과 같다.

Table 8. Participants of main test

단위: n(%)		
학교	학년 수	학생 수
A	2	44(22.2)
B	2	45(22.7)
C	3	67(33.8)
D	2	42(21.2)
계		198(100)

검사는 담임 교사의 주도하에 교실에서 진행하였으며 검사 시간은 40분 내외였다. 이때 검사 문항 중 이해가 되지 않는 부분은 교사에게 질문하여 설명을 듣도록 했고 앞선 문항이 후속 문항 해결의 단서가 될 수 있기에 해당 페이지의 검사가 완료되면 다시 앞 페이지로 넘어갈 수 없도록 안내하였다.

## 나. 검사 도구의 양호도 검증

### 1) 문항 내적 일치도

계절 변화 개념 검사 도구의 문항 내적 일치도 검사와 전체 학생들을 대상으로 했을 때 신뢰도는 Cronbach  $\alpha$  계수 .76으로 일반적으로 신뢰도의 허용기준인 .60에 비추어 볼 때 적절한 수준의 신뢰도를 보였다.

## 2) 변별도, 난이도

계절 변화 개념 검사 도구의 변별도를 살펴보기 위해서 선행 연구(박미자와 김영옥, 2009)의 검증 방법을 이용하여 계절 변화 개념 검사 총점을 기준으로 상위 25%와 하위 25%를 나누고 구성 요인별 평균 점수의 차이를 검증하였다. 변별도 검증 결과 Table 9와 같이 각 구성 요인에 대한 두 집단의 평균은 모두 통계적으로 유의한 차이가 있는 것을 확인할 수 있었다.

검사 도구의 난이도는 전체 문항 중 정답을 맞힌 비율을 근거로 한 정답률을 바탕으로 난이도 지수로 나타내었다. 문항별 난이도 지수는 .13~.95의 범위에서 평균 난이도 지수는 .54이었고, 문항별 난이도 지수를 근거로 했을 때 쉬운 문항이 5개, 적절한 문항이 9개, 어려운 문항이 6개로 구성되어 있어 쉬운 문항부터 어려운 문항까지 적절하게 구성되었음을 알 수 있었다.

## 다. 다중 회귀 분석

선행 연구에서 선수학습개념, 오개념이 계절 변화 학습에 영향을 준다는 것을 확인하였으므로, 다중 회귀 분석을 위한 독립변수는 선수학습개념, 오개념으로 설정하고 종속변수는 계절 변화 단원에서 학습한 개념으로 설정하였다. 모형의 통계적 유의성 검증 결과에 대한 적합도 판단 기준은 일반적으로 유의확률이 .05보다 작을 때 적합하다고 판단하며 이때 종속변수에 대한 독립변수의 영향력을 분석할 수 있다.

모형과 자료의 적합성을 검토하기 위한 회귀진단에서는 독립변수 사이의 다중공선성 여부와 잔차의 정규성, 선형성, 등분산성 및 상호 독립성을 검토하였다. 다중공선성 여부는 공차(tolerance)와 분산팽창계수(variance inflation factor, VIF)를 통해 확인할 수 있는데 공차와 VIF 모두 1에 근접할 때 다중공선성이 없는 것으로 판단한다. 잔차의 정규성, 선형성, 등분산성은 정규 확률 그

Table 9. Total discrimination for constituent factors

구성 요인	집단 구분	N	M	SD	t	p
선수학습개념	상위 25%	48	14.35	4.536	-4.958	.000
	하위 25%	58	10.09	4.256		
오개념	상위 25%	48	16.85	3.018	-7.944	.000
	하위 25%	58	12.16	3.048		
계절 변화 단원에서 학습한 개념	상위 25%	48	44.90	3.833	-24.973	.000
	하위 25%	58	17.74	6.674		

Table 10. Result of regression analysis of prerequisite learning concept, misconception for the concept learned in the seasonal change unit

독립변수	b	S.E.	$\beta$	t	유의확률
(상수)	9.866	2.780		3.549	.000
선수학습개념	.683	.161	.292	4.250	.000
오개념	.885	.201	.303	4.413	.000
$R^2(\text{adj. } R^2)=.254(.246), p=.000$					

래프(p-p도표)를 통해 확인할 수 있는데 그래프상에서 점들이 거의 직선상에 위치하면 정규분포 가정을 충족한다고 볼 수 있다. 잔차 간의 상호 독립성에 대한 가정은 Durbin-Watson 통계값으로 판단할 수 있는데 통계값이 2에 가까울수록 상호 독립적이라고 할 수 있다. 이와 같은 판단 기준에 비추어 볼 때 공차는 .811, VIF는 1.233, Durbin-Watson 통계값은 1.804였으며 정규 확률 그래프상의 모든 점이 직선상에 위치하여 모형의 적합성은 양호하다고 판단하였다.

선수학습개념, 오개념을 독립변수로 계절 변화 단원에서 학습한 개념을 종속변수로 설정하여 동시 다중 회귀 분석을 한 결과 Table 10과 같은데, 이에 대한 해석은 다음과 같다. 첫째, 선수학습개념과, 오개념은 계절 변화 단원에서 학습한 개념의 전체 분산 중 25.4%를 예측할 수 있는 것으로 나타났다( $R^2 = .254, p < .001$ ). 둘째, 선수학습개념의 이해 정도와 오개념의 교정 정도는 계

절 변화 단원에서 학습한 개념에 정적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다( $\beta = .292, p < .001; \beta = .303, p < .001$ ). 특히 선수학습개념과 오개념 중 계절 변화 단원에서 학습한 개념에 더 큰 영향을 미치는 것은 오개념으로 나타났다.

다음으로 계절 변화 단원에서 학습한 개념의 평균 점수를 기준으로  $\pm 1$  표준편차에 근거한 절단점을 생성하여 2개의 구간으로 구분하였다. 시각적 구간화의 기준이  $\pm 1$  표준편차이면 4개의 구간으로 구분되지만 (Table 11) 회귀 분석은 표본의 사례 수가 최소한 독립변수의 20배 이상이어야 하므로(성태제, 2019) 1구간과 2구간을 하나의 새로운 구간으로, 3구간과 4구간을 하나의 새로운 구간으로 구분하였다. 그 결과 평균 점수 31.16를 기준으로 평균 점수 이하 구간 96명, 평균 점수 이상 구간 102명으로 구분하였다.

평균 점수 이하 구간의 동시 다중 회귀 분석 결과 (Table 12), 선수학습개념과 오개념 중 계절 변화 단원에서 학습한 개념에 유의미한 영향을 미치는 것은 선수학습개념인 것으로 나타났다( $\beta = .348, p < .01$ ). 이것은 평균 점수 이하 구간에 속한 학생들은 계절 변화 개념과 관련된 선수학습개념이 잘 형성되어 있을 때 계절 변화 단원을 유의미하게 학습할 수 있음을 의미한다.

평균 점수 이상 구간의 동시 다중 회귀 분석 결과 Table 13과 같은 결과를 얻을 수 있었는데, 선수학습개념과 오개념 중 계절 변화 단원에서 학습한 개념에 유의미한 영향을 미치는 것은 오개념인 것으로 나타났다( $\beta = .249, p < .05$ ).

Table 11. Visual binning result of test group

구간	끝점		학생 수
	하한	상한	
1		20	32(16.1)
2	21	31	64(32.4)
3	32	42	70(35.4)
4	43		32(16.1)
계			198(100)

Table 12. Results of regression analysis of students who fall below the average score

독립변수	b	S.E.	$\beta$	t	유의확률
(상수)	13.794	3.129		4.408	.000
선수학습개념	.591	.174	.348	3.438	.001
오개념	.141	.238	.060	.591	.556
$R^2(\text{adj. } R^2)=.137(.118), p=.001$					

Table 13. Results of regression analysis of students who fall above the average score

독립변수	b	S.E.	$\beta$	t	유의확률
(상수)	33.472	2.654		12.609	.000
선수학습개념	.006	.137	.005	.044	.965
오개념	.389	.164	.249	2.374	.020

$R^2(\text{adj. } R^2)=.063(.044), p=.040$

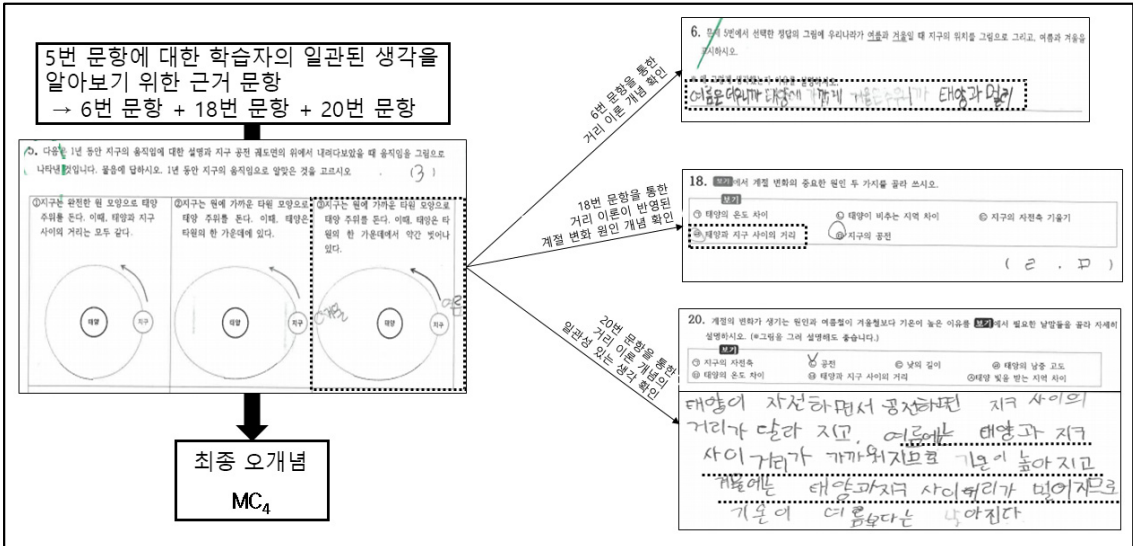


Fig. 4. Differences in explanation using linguistic explanations and pictures

이것은 평균 점수 이상인 학생들은 계절 변화 개념과 관련된 오개념을 더 적게 형성하고 있을 때 계절 변화 단위를 유의미하게 학습할 수 있음을 의미한다.

라. 검사 결과의 질적 분석

이 검사는 계절 변화 개념의 형성 정도를 검사하고 학생이 특정 개념에 어려움을 가지고 있다면 적절한 학습과 도움을 제공하는데 목적이 있으므로 검사 결과를 질적으로 분석하는 과정이 필요하다. 계절 변화 개념 검사 도구의 선택형 문항의 정·오답 결과와 서답형 문항 20번을 개념적 자원의 관점에서 분석한 결과를 교차 점검(cross-check)하여 학생이 가지고 있는 오개념을 확인할 수 있다. Fig. 4처럼 문항 5번에서 학생이 갖고 있는 거리 이론은 문항 6번, 18번, 20번에서도 계절 변화의 원인을 태양과 지구 사이의 거리, 공전으로 생각하며 일관되게 진술되고 있음을 확인할 수 있다. 이를 통해 이 학생은 오개념 MC4를 가지고 있다고 분석할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구의 목적은 신뢰도와 타당도가 확보된 계절 변화 개념 검사 도구를 개발하고 계절 변화 개념과 관련된 하위 개념과 오개념에 대하여 객관적으로 관찰하고 분석하여 변인 간의 관계를 설명하고자 한 것이다. 지금까지의 연구 결과를 바탕으로 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 신뢰도와 타당도가 확보된 계절 변화 개념 검사 도구를 개발하였다. 전체적인 검사 도구 개발 과정은 문헌 자료(김아영 외, 2016)를 참고하였으며, 문항 내용의 결정은 경험에 근거한 접근에 의해 수집한 자유 반응식 자료, 계절 변화를 주제로 한 선행 연구와 문헌 자료를 활용하였다. 수집한 자료는 범주화하여 계절 변화 개념 검사의 구성 요인을 정하고 계절 변화의 하위 개념과 오개념 학습 단계를 정리하는데 활용하였다. 검사 도구 초안은 전문가 내용 타당도와 초·중

등 교사의 현장 적합성 검토 결과의 보완사항을 근거로 수정하였다. 또한, 예비 검사 분석 결과로 신뢰도와 문항별 난이도를 측정하고 난이도 지수가 .40 이하이거나 .90 이상인 문항을 기준으로 학생 면담을 하였다. 학생 면담과 문항 분석 결과를 근거로 문항 수정을 거쳐 최종 검사 도구를 개발하였다. 최종 검사 도구는 선수학습개념을 확인하는 5문항, 오개념을 확인하는 5문항, 계절 변화 단원에서 학습한 개념을 확인하는 10문항으로 구성하였으며 신뢰도는 Cronbach  $\alpha$  계수 .76, 평균 난이도 지수는 .54, 변별도는 상위 25%와 하위 25%의 평균 차이를  $t$  검증으로 확인하였고, 그 결과 두 집단은 유의한 차이가 있었다.

둘째, 계절 변화 개념 검사 도구의 하위 영역인 선수학습개념, 오개념을 독립변수로 설정하고 계절 변화 단원에서 학습한 개념을 종속변수로 설정하여 독립변수의 영향력을 분석하였다. 그 결과, 선수학습개념의 이해 정도와 오개념의 교정 정도는 계절 변화 단원에서 학습한 개념에 정적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 특히 오개념의 교정 정도가 더 큰 영향을 미치고 있음을 양적인 수치로 확인하였다. 또한, 계절 변화 개념 검사 하위 영역인 계절 변화 단원에서 학습한 개념의 평균 점수를 기준으로  $\pm 1$  표준편차에 근거한 절단점을 생성하여 2개의 구간으로 구분하여 선수학습개념과 오개념의 영향력을 분석하였다. 그 결과, 평균 점수 이하 구간에 속한 학생들은 선수학습개념이 유의미한 영향을 미쳤고 평균 점수 이상 구간에 속한 학생들은 오개념의 교정 정도가 유의미한 영향을 미쳤다.

셋째, 계절 변화 개념 검사 결과를 질적으로 분석하여 학생이 계절 변화에 대해 가지고 있는 개념체계를 확인할 수 있는 방법을 제안하였다. 계절 변화 개념 검사는 각 문항에서 확인할 수 있는 개념과 오개념이 제시되어 있다(Table 6 참고). 문항의 정·오답 결과를 바탕으로 학생의 개념을 확인하고 서답형 문항인 20번을 교차 점검하면 학생의 개념 체계를 확인할 수 있다. 따라서 학생이 특정 개념에 어려움을 가지고 있다면 검사 결과를 활용하여 적절한 학습과 도움을 제공하는데 사용할 수 있다.

위와 같은 연구 결과를 바탕으로 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 이 연구는 G광역시 6학년 198명을 대상으로

이루어졌으므로 다양한 지역과 더 많은 응답 학생들을 대상으로 한 연구가 필요하다. 검사의 표본이 커질수록 계절 변화 개념 검사 도구의 신뢰도와 회귀 분석 시 독립변수의 영향력을 분석한 결과의 신뢰도를 높일 수 있기 때문이다.

둘째, 계절 변화 개념에 영향을 미치는 다른 영역들의 분석이 필요하다. 하옥선(1999)은 공간 지각 능력에 따라 태양 고도에 대한 과학적 개념을 소유한 학생들의 분포가 달랐다고 하였고, 윤현정과 강순희(2015)는 학습자의 인지 발달 수준이 과학 학습에 영향을 미친다고 보았다. 계절 변화 개념에 영향을 미치는 다양한 요소를 찾게 된다면 학생들의 계절 변화 학습에 도움을 줄 수 있을 것이다.

셋째, 이 연구는 문헌 연구 및 양적 연구에 근거하여 원인과 결과를 추론하였으므로 계절 변화 개념에 대한 학생 내면의 사고 과정을 해석하는데는 한계가 있었다. 개념 형성과 변화 과정은 내부적인 표상 과정이므로 심층적인 이해를 위한 질적 연구가 필요하다.

넷째, 계절 변화 개념 검사 결과를 분석하면 학생이 어떤 오개념을 가졌는지 확인할 수 있다. 이 연구에서 다룬 5개의 오개념 범주 이외의 사례를 수집하고 분석함으로써 오개념의 유형을 보다 세분화할 필요가 있다. 이를 통해 오개념 유형별로 수정할 수 있는 학습 방법을 개발하고 그 효과를 검증하는 후속 연구가 필요하다.

## 국문요약

이 연구의 목적은 신뢰도와 타당도가 확보된 계절 변화 개념 검사 도구를 개발하고 계절 변화 개념과 관련된 하위 개념과 오개념에 대하여 객관적으로 관찰하고 분석하여 변인 간의 관계를 설명하고자 하였다. 계절 변화 개념 검사 도구의 개발 과정은 검사 도구 개발 계획 수립, 검사 도구 초안 개발, 예비 검사 및 검사 도구 수정, 최종 검사 도구 개발, 본 검사 실시의 과정으로 이루어졌다. 개발된 검사 도구는 학생의 계절 변화 개념 형성 정도를 검사하고 개념 형성에 어려움이 있다면 그 원인이 무엇인지 분석하여 적절한 학습과 도움을 제공하는데 활용할 수 있다. 개발한 검사 도구를 이용하여 6학년 198명을 대상으로 한 회귀 분석 결과 선수학습개념의 이해정도 와 오개념의 교정 정도는 계

절 변화 단원에서 학습한 개념에 정적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 특히 오개념이 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 평균 점수를 기준으로 절단점을 생성하여 구분한 두 구간 중 평균 점수 이상 구간 학생들은 오개념의 교정 정도가 유의미한 영향을 미쳤으며, 평균 점수 이하 구간 학생들은 선수 학습개념의 이해정도가 유의미한 영향을 미쳤다.

주제어: 계절 변화 개념, 검사 도구 개발, 오개념, 선수 학습개념

## References

- 강용희, 임성규, 오준영(2004). 계절 변화에 대한 예비 중등교사의 대안개념과 핵심신념. *중등교육연구*, 52(2), 613-642.
- 고경만(2000). 계절의 변화에 대한 초등학생들의 개념. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.
- 교육부(2015). *과학과 교육과정*. 서울: 교육부.
- 국동식(1995). 중, 고등 학생들의 계절변화 개념이해 분석. *한국지구과학회지*, 16(4), 317-329.
- 김성주(2001). 지구의 운동과 계절 변화에 대한 초등학교 학생들의 개념 변화 연구. *서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 김수정(2007). 과학사 적용 수업을 통한 계절변화에 대한 초등학생들의 개념 변화. *부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 김순미, 양일호, 임성만(2013). 계절 변화의 원인에 관한 초등학생의 멘탈 모델 변화 과정 분석. *한국과학교육학회지*, 33(5), 893-910.
- 김아영, 차정은, 이채희, 주지은, 임은영(2016). 혼자 쓰는 연구 논문. 서울: 학지사.
- 김재철(2019). SPSS와 함께하는 사회과학 통계자료분석. 서울: 학지사.
- 김형범, 정진우, 전만국(2013). 초등학생의 공간능력에 따른 태양의 고도에 관한 개념. *대한지구과학교육학회지*, 6(1), 28-39.
- 김혜숙, 공운정, 여태철, 황매향(2018). 초보자를 위한 학위논문 작성법. 서울: 학지사.
- 노자현, 손준호, 정지현, 송진여, 김종희(2019). 단계별 질문 중심의 단원 설계가 초등학생의 ‘계절의 변화’ 개념 이해에 미치는 효과. *대한지구과학회지*, 12(2), 151-164.
- 박미자, 김영옥(2009). 유아 경제개념 검사도구 개발 및 타당화. *유아교육연구*, 29(1), 5-30.
- 박정숙(2010). 태양의 고도에 대한 초등학생들의 대안개념. *대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 배성희, 김형범(2016). 중등 교사의 과학 교수 효능감이 천문 수업에 미치는 영향. *한국콘텐츠학회논문지*, 16(3), 607-616.
- 서희석(2005). 초등학교 과학과 ICT 활용 수업이 계절의 변화 개념 이해에 미치는 효과. *경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 성태제(2019). *현대 교육 평가*. 서울: 학지사.
- 유기웅, 정종원, 김영석, 김한별(2019). 질적 연구 방법의 이해. 서울: 박영스토리.
- 유병철(2014). 2007 개정교육과정에 따른 태양의 고도와 계절의 변화에 대한 초등학생들의 개념 분석. *한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 유연준, 오피석(2016). 초등학생들의 계절의 변화 단원의 학습에서 모델링 중심 과학 탐구 수업의 효과. *초등과학교육*, 35(2), 265-276.
- 윤현정, 강순희(2015). 통합형 마인드맵 활동이 중학교 2학년 학생들의 창의적 사고력에 미치는 영향. *대한화학회지*, 59(2), 164-178.
- 이규호, 강지연(2017). 계절의 변화 단원 수업 중 학생들이 겪는 어려움. *한국초등과학교육학회 학술대회*, 72, 45.
- 이면우, 장은숙(2007). 한일 초등 예비교사들의 천문학 기초개념 이해와 천문학에 대한 태도. *한국지구과학회지*, 28(7), 789-802.
- 이은옥(2011). 계절변화에 대한 예비교사들의 대안개념. *충북대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 이정아, 이기영, 박영신, 맹승호, 오현석(2015). 초등학교 태양계와 별 수업에서 나타나는 공간적 사고 사례 연구. *한국과학교육학회지*, 35(2), 179-197.
- 이주미(2017). 동료교수법을 적용한 교수법이 초등학생의 과학개념형성에 미치는 효과 분석. *한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 이항로, 정진우, 윤상화(2003). 발생학습 전략의 적용이 계절변화 관련 지구과학개념 변화에 미친 효과. *한국지구과학회지*, 24(3), 160-171.

- 이호진, 최경희(2004). 과학 글쓰기에 나타나는 초등학생들의 선형 개념 및 오개념. *교과교육학연구*, 8(3), 421-435.
- 장명덕, 정철, 정진우(2001). 계절 변화에 대한 초등학생의 선개념과 개념 변화 양상. *한국지구과학회지*, 22(4), 268-277.
- 정선라, 이용복(2013). 계절변화 개념 위계에 관한 연구. *한국지구과학회지*. 34(4), 366-367.
- 정홍식(2005). 초인지 학습전략이 초등학생의 계절의 변화 개념 형성과 자기 효능감에 미치는 효과. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 채동현(2011). 계절 변화의 원인에 대한 초등학교 6학년 학생들의 선개념 조사. *초등과학교육*, 30(2), 204-212.
- 채동현, 변원섭, 손연아(2003). 초등예비교사들의 계절변화 원인에 대한 질적 연구. *초등과학교육*, 22(1), 109-120.
- 채동현, 임성만(2011). 반증-실험 모형을 이용한 “계절 변화의 원인”에 대한초등 예비 교사의 개념 변화 분석. *초등과학교육*, 30(4), 524-534.
- 하옥선(1999). 태양의 고도와 계절 변화에 대한 학생들의 개념 연구. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 한수진, 강석진, 노태희(2010). 학생의 과학 오개념에 대한 초등 예비 교사의 지식. *초등과학교육*, 29(4), 474-483.
- 현동호, 양경은(2016). 계절변화를 설명하는 초등학교 6학년 학생들의 대안개념 연구. *청람과학교육연구논총*, 22(2), 97-113.
- Allen, M. (2014). *Misconceptions in primary science*. UK: McGraw-hill Education.
- Clough, E. E., & Driver, R. (1986). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education*, 70(4), 473-496.
- De Paor, D. G., Dordevic, M. M., Karabinos, P., Burgin, S., Coba, F., & Whitmeyer, S. J. (2017). Exploring the reasons for the seasons using Google Earth, 3D models, and plots. *International Journal of Digital Earth*, 10(6), 582-603.
- Finegold, M., & Gorsky, P. (1991). Students' concepts of force as applied to related physical systems: A search for consistency. *International Journal of Science Education*, 13(1), 97-113.
- German, S. (2017). Tackling misconceptions about seasons. *Science Scope*, 40(7), 92.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. London: Weidenfeld & Nicolson, pp. 1-19.
- Gooding, J., & Metz, B. (2011). From misconceptions to conceptual change. *The Science Teacher*, 78(4), 34.
- Hammer, D., Elby, A., Sherr, R. E., & Redish, E. F. (2005). Resources, framing, and transfer. In J. Mestre (Eds.), *Transfer of learning from a modern multidisciplinary perspective* (pp. 89-120). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Kikas, E. (1998). Pupil's explanations of seasonal changes: Age differences and the influence of teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 68(4), 535-550.
- Mason, L., Baldi, R., Di Ronco, S., Scrimin, S., Danielson, R. W., & Sinatra, G. M. (2017). Textual and graphical refutations: Effects on conceptual change learning. *Contemporary Educational Psychology*, 49, 275-288.
- Plummer, J. D., & Krajcik, J. (2010). Building a learning progression for celestial motion: Elementary levels from an earth based perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 768-787.
- Rubio, D. M., Berg-Weger, M., Tebb, S. S., Lee, E. S., & Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social Work Research*, 27(2), 94-104.
- 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: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 43(9), 879-906.
- Türk, C., Kalkan, H., Kiroglu, K., & Ocak Iskeleli, N. (2016). Elementary School students' mental models about formation of seasons: A cross sectional study. *Journal of Education and Learning*, 5(1), 7-30.
- Wild, T. A., & Trundle, K. C. (2010). Conceptual understandings of seasonal change by middle school students with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 104(2), 107-118.