

## 초등 예비교사들의 먹이그물, 생태피라미드 모형 개발 과정의 단계별 일관성과 과학적 모형 평가와의 관계 분석

김 동 렬\*  
대구교육대학교(교수)

### A Study on Correlations between Scientific Model Assessments and Phased Consistency in the Process of Pre-service Elementary School Teachers' Developing a Food Web and Ecological Pyramid Model

Dong-Ryeul KIM†  
Daegu National University of Education(professor)

#### Abstract

This study analyzed correlations between scientific model assessments and consistency appearing in the process of pre-service elementary school teachers' developing a food web and ecological pyramid model. As research subjects, 15 students in the third school year of education graduate school, who were taking classes of science teaching material research and teaching methods, were selected and divided into 5 groups, each of three persons. They were made to develop a food web and ecological pyramid model for about a month. Then, their reports on results, models completed, inquiry diaries and PPT presentations were all used as analysis data. The analysis results were as follows; Firstly, when analyzing consistency in the process of developing such a model, this study found consistency in two different perspectives from three groups and one perspective from two other groups. Secondly, when analyzing causes leading consistency to break-off, this study found one cause in the phase of setting learning goals, two causes in the phase of actual survey, one cause in the phase of analyzing textbooks and three causes in the phase of developing a model. Thirdly, this study discovered that as a group had higher frequency of consistency, it received higher scores from the scientific model assessment.

**Key words** : Pre-service elementary school teacher, Food web, Ecological pyramid model, Scientific model assessments

#### I. 서론

과학과 교육과정에서 강조하는 학습의 올바른 방향을 수업시간에 제시하고 과학에 대한 태도를 높이기 위해서는 교사의 일관된 수업 방향이 중요하다. Kim et al.(2009)는 과학과 교수 활동에서 교사가 설정한 학습 목표는 학생의 활동 유형과

수준을 결정하고 평가까지 영향을 미치므로 시종 일관적이어야만 성공적인 학습 효과를 얻을 수 있다고 보았다. Park et al.(2012)은 학습 목표에 맞지 않는 일관성 없는 수업의 흐름은 학습자의 학습 의욕을 감소시킨다고 주장하였다.

과학의 본성에서 일관성은 매우 중요한 특징으로(Tala and Vesterinen, 2015), 일관성 있는 과학

† Corresponding author : 053-620-1347, ahabio@hanmail.net

과정과 결과는 널리 인정을 받을 수 있다. 그만큼 과학에서 일관성은 신뢰성과 관련이 있다. 이러한 맥락에서 과학을 가르치는 교사가 개발한 수업 자료는 일관성을 지녀야 하며, 애초에 교구를 개발하기 위한 계획단계부터 일관성 있게 진행되어야 교사가 달성하고자 하는 목표를 달성할 수 있다.

일관성(consistency)은 항목과 항목, 학습 목표에서 최종 평가까지 긴밀하게 연결되어 이루어지는 것이고, 교수자의 입장에서는 교사가 달성하고자 하는 학습 목표에서 실태 분석, 교과서 분석, 학습교구까지 논리적으로 긴밀하게 구성되어야 한다는 원리이다.

수업의 일관성은 학습 목표, 수업내용 및 전략, 그 속의 수업 교구, 마지막으로 수업 평가까지 일관성 있게 유지될수록 응집성 있고 좋은 수업으로 평가받을 수 있다(An, 2018). 즉, 수업 설계는 수업의 시작부터 마무리 단계까지 일관성 있게 이어져야 체계적인 수업 설계를 했다고 평가받을 수 있다(Cho, 2020). 따라서 교사의 수업 전문성 향상을 위해서는 어떤 내용의 수업이든지 수업의 전 과정의 일관성에 대한 고찰이 필요하다.

교사의 학습 도구는 교과서의 기본 개념 전달과 교사의 교수 방향을 결정하는 중요한 역할을 수행한다(Park and Li, 2016). 따라서 학습 도구는 단순히 정보 전달의 매체가 아니라 학습자의 관심을 지속시키기 위해서 학습 목표부터 교과서 내용, 실제 지도 활동까지 지속성을 띠어야 한다. 즉, 과학 교구를 개발할 때에는 단계적 유기적인 통합이 이루어져야 한다. 이와 같이 학습 교구의 일관성은 학습 목표 설정 단계에서부터 실제 활용 단계까지 모두 포함하는 개념이다.

특히, 과학 교과에서 생태계 개념은 절차적 전략을 바탕으로 구성해 나가야 하며(Han and Kim, 2013), 관련된 요소들을 유기적인 관계로 접근하는 시스템적으로 이해해가야 한다(Kim and Hwang, 2019). 무엇보다도 생태계에서 먹이그물, 생태피라미드 개념은 유기적인 관계로 접근을 해

야 통합적인 의미로 살릴 수 있다. 그러나 기존의 수업과 연구에서는 별개로 구분하여 진행하는 경우가 가장 큰 문제점으로 지적받고 있다(Kim et al., 2008). 이러한 개념의 유기적인 관계를 구성하기 위해서는 실태 조사부터 시작하여 교과서 분석, 모형 개발 및 적용까지 일관성을 유지하는 것이 중요하며 이러한 일관성 분석을 통하여 앞으로 과학을 가르치는 교사로서의 전문성 있는 수업을 진행할 수 있다.

2015 개정 과학과 교육과정에서는 ‘모형의 개발과 사용’을 강조하고 있으며(MOE, 2015), 이는 과학 현상과 개념을 설명하기 위하여 구조적 기능적으로 있는 그대로 표현하여 나타내고자 하는 과정으로 해석할 수 있다. 특히, 생태계의 먹이그물과 생태피라미드는 눈으로 직접 그 관계를 확인하기에는 매우 어려움으로 모형을 직접 개발하고 사용하는 과정 학습이 필요하다(Matić, 2013). 이러한 과정은 예비교사 때부터 경험하는 것이 실제 현장에서 모형의 교육적 가치를 학생들에게 전달할 수 있다. 모형 개발은 개발자의 선개념을 기초로 하여 달성하고자 하는 학습 목표에 부합되어야 하며 실태 확인과 교과서상에서 추구하고자 하는 방향을 검증 수정하는 과정을 통해서 완성도 높은 모형을 만들어 가게 된다. 이러한 일관성을 통하여 숨겨진 과학적 사실을 찾을 수 있고 규칙성을 밝힘으로써 최초 관찰 사실이 정교화될 수 있다.

일관성 있는 계획안 작성은 수업의 전문성 요소가 작용한다. 그러나 교사의 수업계획 및 설계 능력은 단기간에 쉽게 획득되기 어려우므로 예비교사교육 과정에서부터 다양한 접근을 통해 지속해서 발전시켜나가야 한다. 즉, 수업계획의 면밀한 검토와 더불어 계획이 효과적으로 이루어질 수 있도록 예비교사 때부터 직접 해보는 활동과 수업 단계별 구체적인 전략 체계를 통한 집중적인 교사교육이 필요하다(Anthony and Ding, 2011; Kim, 2020).

따라서 본 연구는 초등 예비교사들의 과학 교

과 교재연구 및 지도법 프로그램의 일환으로 먹이그물과 생태피라미드 주제에 대한 학습 목표, 실태조사, 교과서 분석, 모형 개발까지 체계적인 탐구 활동을 통하여 나타난 일관적 접근성의 정도와 과학적 모형 평가와의 관계를 분석하였다.

본 연구의 목적하에 설정된 연구 문제는 다음과 같다.

- 첫째, 먹이그물과 생태피라미드에 대한 학습 목표-실태조사-교과서 분석-모형 개발 단계별 접근에서 있어서 일관성이 있는가?
- 둘째, 일관성 단절의 원인과 발생 단계는 어떠한가?
- 셋째, 일관성 정도와 과학적 모형 평가와는 어떠한 관계가 있는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구에서는 과학교과 교재연구 및 지도법을 수강하는 교육대학교 3학년에 재학 중인 15명을 대상으로 하였다. 이들은 3명을 한 조로 총 5개조를 구성하여, 초등 과학 교과서의 생물 영역의 내용 중에서 생물과 환경 단원의 먹이그물과 생태피라미드의 효과적인 지도를 위한 모형 개발 활동을 자발적으로 선택하였다. 특히, 본 연구에서는 모형 개발을 약 한 달 동안 진행한 다음 그 결과를 정리한 보고서와 개발 모형, 탐구 일기, 발표 PPT를 분석 자료로 활용하였다. 연구 대상자들에게는 일관성의 중요성을 1주차 오리엔테이션시간에 강조하였다.

### 2. 분석 방법

#### 가. 일관성 분석

초등 예비교사들의 탐구 보고서는 학습 목표-실태조사-교과서 분석-모형 개발(먹이그물, 생태피라미드) 단계로 작성되었으며 그 외의 단계는 조별로 추가할 수 있으나 일반적으로 4단계로 작

성이 되었다. 단계별로 담당 교수의 피드백이 있으나 피드백이 예비교사들의 활동에 결정적인 영향을 미치지 않도록 활동 과정에서의 조연자의 역할만 할 뿐 새로운 아이디어를 내거나 진행 과정에 개입하지 않았다. 탐구 보고서를 바탕으로 조별 50분간 동료 예비교사들이 참가하는 가운데 발표를 진행하였다. 일관성 분석은 4단계에 따라 핵심 소제목과 분석 내용을 추출하여 단계별 일관성을 분석하였다. 즉, 보고서와 발표 PPT 자료를 통하여 주된 키워드를 중심으로 단계별로 수행한 활동을 추출하고 그 속에서 핵심요소를 추출하여 단계별로 일관성을 살펴보았다. 예를 들어, 학습 목표로 화살표의 의미 이해하기로 설정했다면, 실태조사에서 화살표의 의미를 조사하였고, 교과서에서는 화살표의 의미를 어떻게 설명하고 있으며 표현하고 있는지, 모형 개발 활동에서 화살표의 의미를 어떻게 접근하여 모형에 반영하였는지 일관성을 분석하였다.

분석 결과에 대한 신뢰성 확보를 위하여 과학교과 교재연구 및 지도법 강의를 직접 진행한 연구자와 이 강의를 진행 본 경험이 있는 초등교사 1인의 상호검증과 합의 과정을 거쳐 이루어졌다. 5개 조의 일관성을 분석자 2인이 각자 분석한 다음 적합성 여부를 확인한 후에 불일치한 부분에 대한 합의 과정을 거쳐 합의된 내용에 대해 각 단계에 따라 일관성 정도를 제시하였다.

#### 나. 단절 원인과 발생 단계 분석

단절 원인 분석은 일관성 있게 진행하는데 어떠한 어려움이 작용하였고 어떠한 새로운 관점이 발생하여 단절 원인으로 작용하는지를 확인하는 것이다. 분석은 일관성 분석과 마찬가지로 연구자와 초등교사 1인의 상호 협의 과정을 거쳐 이루어졌다. 특정 단계에서 다음 단계로 넘어갈 때 일관성 있게 이어지지 않고 중단되거나 새로운 관점이 생겨 새로운 측면으로 활동이 전개되었는지를 논의하고자 하였다. 단절 원인과 발생 단계는 보고서에 포함되어 있는 개인 탐구일기와 시

행착오 부분을 중심으로 분석하여 추출하였다.

다. 일관성 정도와 과학적 모형 평가 분석

먹이그물과 생태피라미드 모형의 과학적 모형으로서의 특징을 평가하기 위하여 Kim (2019)이 제시한 과학적 모형의 4가지 관점(#1 과학 개념적 맥락: 모델은 과학 개념 이해를 촉진해야 한다. #2 시각적 맥락: 모델은 표현하고자 하는 현상과 유사해야 하고 보기 좋아야 한다. #3 실용적 맥락: 모델은 조작하기 그리고 사용하기 쉬워야 한다. #4 역동적 맥락: 학습자의 과학적 개념 이해가 증진됨에 따라 모델은 수정된다.)을 바탕으로 5칸 리커트 척도로 먹이그물과 생태 피라미드 모형을 평가하여 5개 조의 모형이 만들어지기까지의 일관성 정도와 과학적 모형 평가 결과와의 관계를 알아보았다. 각 먹이그물과 생태피라미드의 과학적 모형 평가는 교육대학교 초등 과학교육 전공 대학원 수업인 생물학 교재연구의 수강생인 초등교사 5인이 예비교사들이 개발한 모형을 직접 조작해 보면서 4가지 관점에 따라 50분간 이루어졌다. 연구 결과에서는 4가지 관점 별 평가 평균값을 제시하고 논의하였다.

### Ⅲ. 연구 결과 및 논의

#### 1. 먹이그물, 생태피라미드 모형 개발 단계 별 일관성 분석

5개 조에서 먹이그물과 생태피라미드의 모형 개발 과정의 일관성 분석 결과는 <Table 1>과 같다.

1조의 경우는 생태계 평형의 의미 및 생태계 평형 유지 원리와 관련하여 학생들의 실태를 직접 조사하여 그에 대한 문제점들을 알아보았고, 이러한 학습 목표를 달성하기 위해서 교과서상의 달성 여부를 확인하는 것으로 나타났다. 또한 모형 개발까지 이어지면서 두 가지 관점이 일관성 있게 반영된 것으로 분석되었다. 그러나 화살표의 의미와 에너지 개념에 대해서는 학습 목표 단계에서 제시되지 않았으며, 실태조사와 교과서

분석, 실제 모형에 표시하고자 하였다. 학습 목표에서는 다루어지지 않았으나 화살표의 의미를 제시하는 것이 먹이그물이 단순히 먹고 먹히는 관계만을 의미하는 것이 아니라 에너지의 흐름을 표현한다는 것을 이해시킬 수 있다고 보았다. 따라서 실제 개발한 먹이그물에서 에너지양을 화살표의 굵기로 달리 표시하여 실태조사부터 실제 모형 개발까지 화살표에 대한 일관성을 유지한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 애초에 교육과정에서 화살표의 의미를 강조하기보다는 생태계에서 먹이 관계와 평형 유지의 원리에 초점을 두었기 때문이다. 모형 개발 단계에서만 나타난 내용은 생태피라미드를 왜 피라미드 형태로 표현해야 하는지로, 학습 목표에서 교과서 분석까지는 파악하지 못했으나 직접 모형을 만들어 보면서 피라미드로 표현하는 것의 장점을 알게 된 것으로 나타났다.



[Fig. 1] Food Web and Ecological Pyramid Model Developed by Group 1.

그러나 예비교사로서 실제 학습자료를 개발한다는 것은 철저한 학습 목표 정립을 바탕으로 이루어져야 하나 학습이 진행되는 과정에서 학습 목표를 변경한다는 것은 아이들에게 혼란을 유발할 수 있으므로 학습 목표부터 일관성 있게 유지할 필요가 있다. 다행스러운 일일 수도 있으나 실제 예비교사들이 학습교구를 만들고 이것을 실제 현장에 사용한다고 했을 때, 학습 목표부터 일관성을 유지하면서 실제 교구를 활용할 가능성이 크다고 판단되었다. 1조가 실제 개발한 먹이그물과 생태피라미드는 [Fig. 1]과 같다.

<Table 1> Analyzed Consistency in Process of Developing a Food Web and Ecological Pyramid Model

Group	Perspective	Learning Goal	Actual Survey	Textbook Analysis	Model	Consistent or Not
1	Explaining correlations among different kinds of living things' foods composing the ecological system	√				×
	Explaining the meaning of ecological system balance	√	√	√	√	○
	Clarifying the meaning of food web arrows		√	√	√	×
	Explaining correlations between eating and being eaten as methods to gain energy		√	√	√	×
	Differentiating food web arrows in size to show energy loss in each nutrition phase of food web		√	√	√	×
	Explaining the principle of keeping the ecological system balanced by ecological pyramid	√	√	√	√	○
	Explaining reasons why ecological pyramid should be in the form of pyramid				√	×
2	Explaining correlations among different kinds of living things' foods composing the ecological system	√	√	√	√	○
	Explaining the meaning of ecological system balance	√	√	√	√	○
	Understanding the composition of food web		√		√	×
	Understanding of the definition of the ecological system		√			×
	Directions of arrows in food web			√		×
	Understanding that arrow direction implies the direction of energy flow			√		×
	Understanding that the higher the nutrition phase is, the less energy will be available			√	√	×
3	Suggesting more various ecological system examples beside land ecological system			√	√	×
	Explaining correlations among different kinds of living things' foods composing the ecological system	√				×
	Explaining the meaning of ecological system balance	√	√	√	√	○
	Understanding the meaning of food web		√			×
	Predators and preys different in body size		√			×
	Limited to land - Expressing more diversity of ecological system			√	√	×
	Understanding the meaning of arrows			√	√	×
Principles of keeping the ecological system balance	√	√	√	√	○	
Understanding intents of dividing the pyramid into 4 floors				√	×	

4	Explaining correlations among different kinds of living things' foods composing the ecological system	√					×
	Explaining the meaning of ecological system balance	√	√	√	√		○
	Understanding the meaning of food web		√	√			×
	Understanding that arrows imply the flow of energy		√				×
	Understanding the concept of ecological pyramid		√	√			×
	Understanding that the higher the phase is, the less energy will be available					√	×
	Understanding that the source of energy is the sun					√	×
	Expressing terrestrial, marine and fresh-water ecosystems in 4 different sides					√	×
5	Explaining correlations among different kinds of living things' foods composing the ecological system	√					×
	Explaining the meaning of ecological system balance	√					×
	Understanding that predators are usually bigger than preys in size			√			×
	Understanding the meaning of food web			√			×
	Principles of keeping the ecological system balance	√	√	√	√		○
	Strategies to clarify the meaning and increasing the credibility of arrows				√	√	×
	Making food web understood at a glance					√	×
	Understanding that all the phases are affected by solar energy					√	×

우드락을 이용해서 정육면체를 만듦으로써 연속적인 단면의 형태가 아닌 각 개체를 빼고 더할 수 있으므로 생태계 평형이 유지되는 원리를 효과적으로 설명할 수 있다고 보았다. 이를 통하여 학습 목표인 생태피라미드를 통한 평형 유지의 원리를 이해시키고자 하는 관점이 반영되었다. 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자 상자를 각 1개씩 더 만들어 생태계 평형이 유지되는 원리를 설명할 수 있도록 했다.

그러나 왜 피라미드 형태인지에 대해서는 학습 목표에서는 이야기하지 않았으나 모형을 만들어 보면서 각 상자의 면에는 1, 2, 3, 4번 먹이사슬의 개체를 한 면씩 넣어 하나의 상자를 4가지 먹

이사슬에 이용할 수 있고 생태계는 단일 생태계로 구성된 것이 아니라 다양한 생태계의 조합이라는 것을 이해시킬 수 있다는 것을 알게 되었고 그들의 보고서에 진술하였다.

2조의 단계별 일관성을 분석한 결과, 탐구 활동의 내용을 생태계를 구성하는 생물의 먹이 관계를 설명할 수 있고 생태계 평형의 의미를 설명할 수 있도록 하기 위한 과정적 측면으로 접근한 것으로 나타났다. 즉, 두 관점에 대해서는 학습 목표부터 모형 개발 단계까지 일관성이 유지되면서 반영되었다. 그러나 먹이그물 구성 이해하기는 실태조사와 모형 개발 단계에서는 적용된 것으로 나타났고, 생태계의 정의 이해는 실태조사

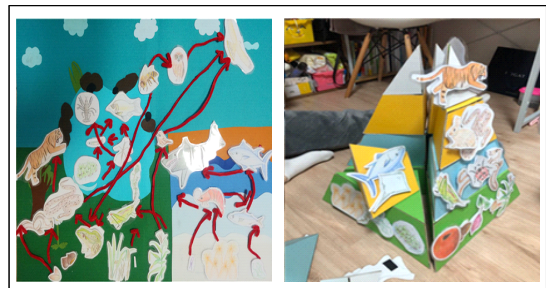
에서만 확인한 것으로 나타났다. 특히, 화살표의 방향과 에너지 방향과 관련해서는 교과서 분석을 통해 추가 설명을 해야 한다는 관점으로 접근하였고, 에너지양과 생태피라미드를 통하여 다양한 생태계를 표현하는 것의 중요성은 교과서 분석과 모형 개발 과정에서 나타났다. 따라서 탐구를 진행하면서 새로운 관점들에 대해 관심과 의견이 모와 지면서 비록 일관성은 단절되었으나 모형의 완성도를 높이는데 작용한 것으로 나타났다. 2조의 먹이그물과 생태피라미드는 [Fig. 2]와 같다. 옷걸이와 고리를 이용하여 먹이사슬이 모여 복잡하게 얽히면서 먹이그물이 되는 과정을 가시적으로 관찰할 수 있는 역할을 할 수 있도록 구성하였다. 생물카드는 고리를 통해 유동적으로 바뀌기울 수 있도록 구성한 것으로 확인되었다. 생태피라미드는 두꺼운 철사를 이용하여 피라미드 형태를 만들고 먹이그물에서 사용한 고리형 생물카드를 피라미드에 걸 수 있도록 만들어졌다. 또한 생물카드에 걸린 고리의 크기를 달리하여 에너지 양을 표시하고 피라미드 면마다 육지, 해양, 하늘 생태계 등을 구성하는 생물들을 걸어 다양한 생태계를 표현하고자 한 것으로 분석되었다.



[Fig. 2] Food Web and Ecological Pyramid Model Developed by Group 2.

3조에서 일관성을 보인 내용은 생태계 평형의 의미에 대한 것으로 학습 목표부터 모형 개발까지 지속해서 관심을 가지고 모형을 개발한 것으로 나타났다. 동시에 생태계 평형이 유지되는 원리까지 학습 목표 단계부터 시작하여 모형 개발

까지 표현하고자 한 것으로 나타났다. 즉, 생태계의 평형은 먹이그물과 생태피라미드의 핵심 개념으로 본 것으로 판단된다. 학습 목표부터 분석된 생태계를 구성하는 생물의 먹이 관계에 대해서는 지속성을 보이지 않았다. 실태조사에서는 먹이그물의 의미와 포식과 피식의 몸의 크기에 관해서는 조사가 이루어졌으나 교과서 분석이나 모형 개발에서는 반영되지 않았다. 화살표의 의미에 관해서는 교과서 분석에서 그 의미에 대해 설명 부족을 지적하였고 실제 모형 개발까지 이어져 그 의미를 살리려고 한 것으로 나타났다. 반면에 생태피라미드에서 3차 소비자까지 이루어진 것에 대해서는 에너지 손실과 에너지양과 관련하여 모형 개발 단계에서만 반영하여 표현하자 한 것으로 나타났다. [Fig. 3]은 3조의 먹이그물과 생태피라미드의 모형이다. 먹이그물 모형에서는 다양한 서식지를 표현하여 펠트지로 제작하였고, 바다, 담수, 땅, 하늘의 먹이그물을 구성하였다. 화살표는 학생들이 쉽게 구부릴 수 있도록 철사로 제작하였다. 생태피라미드는 삼각뿔의 구조로 4층으로 구성하여 생산자와 3차 소비자까지 표현하여 에너지의 흐름에 따라 3차 소비자에서 실제 에너지양의 한계에 도달한다는 것을 표현하였다. 그리고 유동성 있게 조립을 할 수 있는 형태로 각면의 위치를 바꿀 수 있게 하면서 생태계는 상호작용한다는 사실을 알려주기 위해서 모형을 구성한 것으로 나타났다.



[Fig. 3] Food Web and Ecological Pyramid Model Developed by Group 3.



4조의 경우 생태계 평형의 의미 이해하기를 학습 목표로 설정하고 실태조사와 교과서 분석, 모형 개발 단계까지 지속해서 고려된 것으로 나타났다. 따라서 생태계 평형에 관해서는 모형을 통해 효과적으로 달성하고자 한 것으로 나타났다. 그 외에 내용에 대해서는 일관성을 보이지 않았다. 먹이그물의 의미와 생태피라미드의 개념은 실태조사와 교과서 분석까지 나타났으며, 화살표의 에너지 흐름의 의미에 대한 관점은 실태조사에서는 나타나고 그 이후 과정에서는 표현이 되지 않은 것으로 분석되었다. 모형 개발을 통해서 에너지양과 에너지 근원인 태양, 생태피라미드의 4면이 활용과 관련하여 표현하고자 한 것으로 나타났다. 4조가 개발한 먹이그물과 생태피라미드 모형은 [Fig. 4]와 같다. 4조의 경우 오히려 먹이그물에서 먹이 관계를 화살표로 나타내게 되면, 먹고 먹히는 관계만 나타낼 뿐 에너지의 흐름을 명확하게 나타내지 못한다고 보았다. 상위 단계로 갈수록 에너지의 양이 감소한다는 사실을 고려하여 도르레 그림을 통하여 창의적으로 표현해보고자 하였다. 에너지의 흐름을 시각적으로 볼 수 있는 소재를 생각하여, 무거운 무게를 들 수 있는 도르레를 이용하여 에너지의 전달을 표현하였고, 도르레는 기존의 화살표의 역할로 표현하였다. 생물카드 옆에 놓인 양동이에에는 각 영양 단계의 생물들이 다음 단계의 생물들에게 전달하는 에너지가 담겨있다. 위로 갈수록 에너지의 양이 감소하므로 양동이에 담긴 에너지도 위로 갈수록 감소하는 것을 볼 수 있다. 생산자들 또한 태양으로부터 광합성을 하고 에너지를 얻는 것을 표현하였다. 피라미드 모양에 더 가까워지기 위해서 각 층을 사각기둥 모양으로 구성하였고 층별로 생물들을 하나씩 선정하여 생물카드를 여러 개 뽑아 사각기둥 안에 집어넣어서 생물의 수가 증가하고 감소함을 표현하고자 하였다. 생물카드의 증감도 더 가시적으로 보여주기 위해서 부직포 벨트의 옆면에 붙이기로 하였다. 그리고 각 4개의 면에는 육지 생태계, 해양 생태계,



[Fig. 4] Food Web and Ecological Pyramid Model Developed by Group 4.

담수 생태계, 사막 생태계로 구분하여 표현하였다. 완성된 피라미드 모형을 이용하여 생태계 평형이 깨졌다가 다시 이루어지는 과정을 설명하고자 한 것으로 분석되었다.

5조의 경우는 학습 목표부터 모형 개발까지 일관되게 반영된 내용은 생태계 평형이 유지되는 원리였다. 생태계에서 평형 유지의 원리는 생물과 환경 단원의 핵심적인 요소로 보고 실태조사와 교과서의 반영 여부, 실제 모형까지 어떻게 표현할지를 고민한 것으로 나타났다. 학습 목표 설정에서만 끝난 경우는 먹이 관계로 생태계 평형의 의미 측면이었다. 물론 생태계 평형의 의미를 그대로 원리까지 확장해서 적용했다고 볼 수 있으나 실제 의미보다는 원리에 초점을 둔 것으로 보고서 분석 결과 확인이 되었다. 학습 목표는 교사로서 과학을 잘 가르쳤는지에 대한 판단 기준이 되며 만족스러운 수업의 평가 기준이기도 하다(Cho and Kim, 2020). 이러한 학습 목표를 달성한다는 것은 단계별 수업의 일관성을 유지한 결과로 해석할 수 있다. Kim (2008)은 학습 목표를 일관성 있게 진술하고 수행하는 것은 초등 과학과 교육과정에서 강조하고 있는 목표뿐만 아니라 본인의 학습 목표 도달 정도를 높이는 일이 된다고 주장하였다. 실태조사에서는 포식자와 피식자의 몸집의 크기 비교, 먹이그물의 의미를 조사한 것으로 분석되었고, 화살표의 의미와 그 의미의 가독성을 높이기 위한 전략이 교과서 분석과 모형 개발에서 반영된 것으로 나타났다. 이



와 함께 화살표의 의미를 살리면서 먹이그물이 한눈에 파악되도록 모형 개발 단계에서 고려한 것으로 나타났다. 실제 5조에서 개발한 먹이그물과 생태피라미드는 [Fig. 5]와 같다. 5조는 교과서에서 제시된 먹이사슬, 먹이그물 형태는 서로 먹고 먹히는 관계가 드러나 있지만 복잡한 형태로 되어있어 한눈에 들어오지 않는다고 분석하였다. 이러한 맥락에서 지하철 노선도에서 착안하여 먹이그물을 한눈에 들어오도록 모형을 제작하였다. 배경은 벨크로를 사용할 수 있는 재질을 이용하였고 각 개체의 사진은 벨크로를 이용하여 붙였다 뗄 수 있도록 하였다. 각 개체의 관계를 화살표를 사용하여 먹고 먹히는 관계를 보여주었다. 또한, 태양 이미지를 추가하여 먹이그물의 관계가 태양 에너지의 영향을 받는다는 것을 표현하였다. 생태피라미드의 디자인은 이집트의 사각뿔 피라미드가 아닌 아스테카 문명의 계단식 피라미드의 디자인을 본 떠 제작하였다. 총 4면의 4층 구조로 만들어 각 면은 다른 개체의 관계를 보여주고 각 층에 따라 개체 수의 차이를 나타내기 위해 각 개체의 사진 수에 차이를 두었다. 생태피라미드를 통해 생태계 평형 원리를 설명하기 위해, 각 층에 벨크로를 부착하여 벨크로를 때면 층의 넓이가 늘어나고 붙이면 줄어들게 하여 개



[Fig. 5] Food Web and Ecological Pyramid Model Developed by Group 5.

체수의 증감을 표현할 수 있게 만들었다. 또한 각 면에 ‘피, 라, 미, 드’ 구역을 표시하고 태양 모양으로 꾸며 모든 층이 태양 에너지의 영향을 받는다는 것도 표현하였다.

## 2. 일관성 단절 원인 및 발생 단계 분석

먹이그물과 생태피라미드 모형 개발 단계까지 탐구내용의 일관성 단절 원인과 발생 단계를 분석한 결과는 <Table 2>와 같다.

1조의 경우는 학습 목표 단계에서 3개의 관점이 발생하였고 그중 2개의 관점은 일관성을 유지한 것으로 나타났으나 1개의 관점은 단절된 것으로 분석되었다. 이는 실태조사나 교과서 분석까지 이어지기에는 학습 목표를 너무 포괄적으로

<Table 2> Causes of Consistency Break-off in Different Phases

Cause	Phase	Group					Sum
		1	2	3	4	5	
Comprehensive leaning goals	Leaning Goal	√		√	√	√	4
Students' confirmation of simple concepts	Actual Survey		√	√		√	3
Pre-service teachers' attempts from new perspectives	Actual Survey					√	1
Lack of key concepts in Textbooks	Textbook Analysis		√		√		2
New ideas	Model Development				√	√	2
Trial and error	Model Development	√					1
Acquisition of new information	Model Development	√		√	√	√	4

접근한 것이 원인인 것으로 판단된다. 실태조사 단계에서는 3개의 관점이 발생하였으며 모두 교과서 분석과 모형 개발까지 반영한 것으로 나타났다. 교과서 분석 단계에서는 새로운 관점이 나타나지 않았으며, 모형 개발 단계에서는 1개의 관점이 새롭게 나타났는데 이는 직접 모형을 만들어 보면서 시행착오와 생태계 평형에 대해 새로운 정보를 습득한 원인인 것이 보고서와 탐구 일기를 통해 확인할 수 있었다. 1조에서는 학습 목표에서 없었던 내용이 모형 개발 단계에서 나타나는 것은 직접 만들어 봄으로써 새로운 학습 목표에 도달해야 하는 사항을 찾았기 때문으로 볼 수 있다. 즉, 모형을 개발하기 위하여 새로운 아이디어를 냄으로써 새로운 상황이 도출된 것으로 볼 수 있다. 따라서 수업을 위해 직접 모형을 개발해 보는 과정이 매우 중요하다고 볼 수 있다. 또한 수많은 시행착오 과정에서 새로운 사항을 가르쳐야 한다는 점과 교사로서 알아야 한다는 것이 있다는 점을 반영한 것으로 볼 수 있다. 따라서 이러한 원인이 일관성 유지의 단절 원인은 될 수 있으나 발전된 방향으로 나아가기 위한 과정으로서 볼 수 있다. 특히, 학습 목표를 지도서에 제시한 형태로 설정할 경우 그다음 단계에서 실제 탐구자들의 개인적 의견이 추가로 반영되는 때도 있으므로 학습 목표는 지도서에 설정된 것만을 목표로 삼을 것이 아니라 전체적 시각에서 바라보면서 세부적으로 접근할 필요가 있다.

2조의 경우 학습 목표 단계에서 2개의 관점이 발생하여 모두 일관성 있게 반영된 것으로 분석되었다. 실태조사에서는 2개의 새로운 관점이 발생하였으나 1개는 모형 개발 단계에서 다시 나타났으며 1개는 단절된 것으로 나타났다. 모형 개발 단계에서 다시 나타난 것은 모형을 개발하면서 초등 학생들의 개념 이해에 대한 문제점을 모형에 반영하고 기본적인 먹이그물의 이해를 목표로 삼은 결과로 볼 수 있었다. 단절된 1개 개념은 단순 개념조사에 그침으로써 다음 단계로 이어지지 못한 것으로 볼 수 있다. 교과서 분석 단

계에서는 4개의 새로운 관점이 나타났으며 그중에서 화살표와 관련해서는 교과서 분석에서 중요하게 다루어졌으나 모형 개발 단계까지 이어지지 않았고, 에너지양과 생태피라미드에서 다양한 생태계를 표현하고자 한 것은 모형 개발 단계까지 이어진 것으로 나타났다. 화살표 의미가 그다음 단계로 반영되지 않은 것은 교육과정에서 핵심 개념으로 다루어지지 않으므로 모형에도 반영하지 않은 것으로 2조의 탐구 일기에서 확인할 수 있었다. Leach et al. (1996)의 연구에서도 생태계 이미지에서 화살표의 의미와 방향을 단순 먹고 먹히는 관계로만 해석하는 경향이 있다고 보고하였다. 따라서 화살표가 에너지 흐름을 의미한다는 것에 대한 분명한 설명이 있어야 한다(Kim and Hwang, 2019). 2조에서는 학습 목표 단계에서는 단절 현상을 볼 수 없으므로 학습 목표를 그대로 모형 개발 단계까지 반영하고자 한 것으로 나타났다. 단절된 대표적인 부분은 교과서 분석을 통하여 개선해야 할 점을 찾아냄으로써 학습 목표에서는 제시하지 않았던 부분에 대해 중요성을 알게 됨으로써 새로운 관점으로 접근하게 된 것으로 나타났다. 따라서 교과서는 학습 내용과 탐구 활동의 전반적 내용으로 다루고 있는 만큼 어떻게 분석하느냐에 따라 새로운 모형 개발로 이어진다고 볼 수 있다. 즉, 먹이그물과 생태피라미드에 관한 교과서 개선점을 찾고 그에 대해 모형으로 반영하게 된 것으로 나타났다. 특히, 교과서 활동의 분석에 주안점을 두면서 새로운 활동을 위해서는 먹이그물과 생태피라미드의 개발이 필요하며 그 개발 과정에서 새로운 아이디어가 반영된 것으로 볼 수 있다.

3조의 경우 새로운 관점은 학습 목표 단계(3회), 실태조사(2회), 교과서 분석(2회), 모형 개발 단계(1회)에서 각각 발생하였다. 학습 목표 단계에서 발생한 2개의 관점은 일관성 있게 유지된 것으로 나타났으나 1개의 관점은 학습 목표 단계에서 단절된 것으로 나타났다. 이러한 원인은 너무 포괄적인 학습 목표를 설정한 원인일 수 있

다. 실태조사에서 발생한 2개의 관점은 모두 다음 단계로 이어지지 않았는데 이는 곧 학생들의 개념의 문제점만 확인하고자 하는 것에 있다고 판단된다. 교과서 분석 단계에서 발생한 2개의 관점은 모형 개발 단계까지 이어진 것으로 나타났으며 모형 개발 단계에서 발생한 1개의 관점은 직접 만드는 과정에서 새로운 사실을 알게 되었고 그것을 반영하게 된 것으로 볼 수 있었다.

4조의 경우는 학습 목표 단계에서 2개의 관점이 발생하여 1개의 관점은 일관성을 유지하였으나 1개의 관점은 단절된 것으로 나타났다. 이는 다른 조와 공통적인 학습 목표로 지도서에 제시된 먹이 관계를 설명하는 것으로 실태조사나 교과서에서 중요하게 다루지 않았기 때문으로 보인다. 실태조사 단계에서는 3개의 관점이 발생하였고 그중 2개의 관점은 교과서 분석까지 이어졌으나 1개의 관점인 화살표가 에너지 흐름이라는 의미에 대해서는 실태조사까지만 하고 그 후에는

그 관점을 적용하지 않은 것으로 나타났다. 이는 교과서에서 핵심 개념으로 다루지 않았기 때문으로 보인다. 이는 현재 교과서의 생태계 단원에서는 지나치게 먹이사슬 및 생태피라미드 개념 중심의 설명으로 이루어지고 있음을 추정케 한다(Kim and Hwang, 2019). 교과서 분석 단계에서는 새로운 관점이 나타나지 않았다. 모형 개발 단계에서는 3개의 관점이 나타났으며 즉 그 이전에는 언급되지 않았다가 모형을 직접 만들어 봄으로써 새로운 정보 습득과 새로운 아이디어가 가미됨으로써 새로운 3개의 관점이 나타난 것으로 판단된다.

5조의 경우는 학습 목표 단계에서 3개의 관점이 발생하였고 1개의 관점에 대해 일관성을 유지하여 모형 개발 단계까지 반영된 것으로 나타났으나 2개의 관점은 학습 목표 단계에서 단절된 것으로 나타났다. 이는 교과서 분석 단계에서 중요 개념으로 보지 않았으며 이번 활동에서의 핵심적인 개념과 연결 짓지 않은 것으로 볼 수 있다. 그러나 교사가 자신의 학습 목표를 적절히 선정하고 이에 따라 수업내용 및 방법을 계획 실

행 평가하는 것은 좋은 수업을 위한 필수 요소가 된다(An, 2018). 실태조사 단계에서는 2개의 관점이 발생하여 모두 단절된 것으로 나타났다. 즉, 초등학생들의 개념 실태만 조사하고 교과서 분석과 모형 개발과는 연결 짓지 않은 것으로 나타났다. 이는 교과서에서 주요개념으로 다루어지지 않았거나 교과서 활동이나 모형 개발을 새로운 관점으로 접근하고자 한 것에 원인이 있는 것으로 판단된다. 교과서 분석 단계에서는 1개의 관점이 발생하여 모형 개발 단계까지 이어진 것으로 분석되었다. 이는 교과서에 화살표의 의미와 가독성과 관련하여 개선점을 제시하여 모형에 반영한 것으로 볼 수 있다. 모형 개발 단계에서는 2개의 새로운 관점이 나타났으며 이는 생태계에 대한 새로운 정보 습득과 직접 모형을 만들면서 새로운 아이디어의 도출에 따른 것으로 판단된다.

따라서 일관성 단절 원인으로는 학습 목표의 포괄적 제시를 통하여 그다음 단계로 관점이 이어지지 않는 경우로 4회가 나타났으며, 모형 개발 단계에서 새로운 정보 습득을 통한 새로운 관점이 생겨 모형에 반영한 것이 4회가 나타났다. 따라서 적절한 학습 목표의 설정은 일관성을 유지하는 데 중요한 역할을 하는 것을 볼 때 세부적인 접근을 통한 학습 목표를 세울 필요가 있다. 특히 교사로서는 학습 목표를 먼저 세우기보다는 전체적인 교과서 분석과 모형을 구성한 다음 세부적인 학습 목표를 세우는 것도 일관성의 단절을 예방할 방법으로 판단된다. 모형 개발을 위하여 새로운 정보를 습득한다는 더욱 효과적인 모형 개발과 오개념을 방지할 수 있는 모형 개발을 위한 하나의 과정이므로 단절이 나타날 수 있으나 그때 발생한 새로운 관점은 다시 학습 목표 단계에서 재설정하는 과정이 필요하다. 교사는 교육과정이나 지도서에 제시된 학습 목표를 그대로 따라 하는 것이 아니라 자신의 수업 환경과 방법에 따라 좀 더 세분하거나 변형하여 적용하는 능력을 갖추어야 한다(An, 2015; Kang et al., 2019; Won and Kim, 2020).

### 3. 일관성과 과학적 모형 평가와의 관계

먹이그물과 생태피라미드의 과학적 모형 평가 결과를 분석한 결과, 일관성이 높은 조의 먹이그물과 생태피라미드의 과학적 모형 평가 점수가 높은 것으로 나타났다(<Table 3> 참조). 즉, 학습 목표에서 시작하여 실태조사, 교과서 분석, 모형 개발까지 일관성을 유지할수록 과학적 모형으로의 개념적 맥락, 시각적 맥락, 실용적 맥락, 역동적 맥락이 반영될 가능성이 높은 것으로 볼 수 있었다. 이는 곧 일관성을 유지한다는 것은 시행착오를 통한 지속적인 개선이 이어졌다는 것이며, 동시에 새로운 아이디어를 얻어 과학적 모형에 가까워진 것으로 평가할 수 있었다. 이는 Han (2004)의 연구에서 교사가 인식하는 과학 학습 목표와 사용하는 실제 전략이 일치할 때 효율적인 과학적 모형 활동이 이루어질 수 있다는 주장과 일치한다. Fortus and Krajcik (2012)의 학습 도구의 일관성 있는 특징으로 교과의 특징을 살릴 수 있는 수업 진행이 가능하다는 연구 결과와 일치한다. 또한 Khishfe (2017)는 과학 교과에서 일관성 있게 학습을 진행하는 것이 학생들이 대안

적인 환경에서 과학적 아이디어를 꾸준히 사용하게 할 수 있고, 핵심 개념을 체계적이고 일관된 구조로 모형화하는데 도움이 된다고 보았다.

과학 개념적 맥락은 지식적 측면으로 학습 목표에서부터 핵심 개념을 설정하여 모형 개발까지 반영되어야 한다. 학습 목표에서 핵심 개념이 빠져 있으면 모형에서도 그 개념을 이해시키는 데 한계가 있다. 따라서 과학 개념적 맥락은 일관성과 밀접한 관련이 있는 맥락이다. 시각적 맥락은 화살표의 사용이나 먹이그물이 한눈에 보이게 한다든지 실제 설명하고자 하는 먹이그물과 생태피라미드의 개념적 의미를 시각적으로 알아보기 쉽게 표현하는 것으로, 일관성이 높을수록 모형을 통해 시각적으로 표현하고자 하는 것이 현상과 유사해서 세밀하게 접근할 수 있을 것으로 판단된다.

실용적 맥락은 사용하기 쉬워야 하므로 교육과정의 목표와 학습방법을 초등 수준에서 적합하게 구성해야 한다는 관점이다. 따라서 학습 목표는 교육과정의 목표를 따르므로 일관성이 높을수록 조작하기 그리고 사용하기 쉬운 형태로 나타날 수 있을 것으로 기대된다. 역동적 맥락은 조작적 활동을 통하여 개념을 추가하고 수정하는 것을

<Table 3> Scientific Model Assessment (on a scale of 5)

Context	Content	Food Web Group (number of consistent perspectives)					Ecological Pyramid Group (number of consistent perspectives)				
		1(2)	2(2)	3(2)	4(1)	5(1)	1(2)	2(2)	3(2)	4(1)	5(1)
Science-conceptual context	The model should stimulate learners' understanding of scientific models.	4.4	4.8	4.6	3.8	3.6	4.8	4.6	4.6	3.4	3.4
Visual context	The model should be similar to intended phenomena and look good and clear in meaning conveyance.	4.6	4.6	4.8	3.6	4.0	4.6	4.8	4.8	3.8	3.6
Practical context	The model should be easy to manipulate and use.	4.4	4.8	4.6	3.4	3.4	4.4	4.6	4.6	3.4	3.8
Dynamic Context	The model can be modified as learners have better understanding of scientific concepts.	4.6	4.4	4.4	3.6	3.6	4.6	4.6	4.4	4.0	3.4
	Sum Total	4.5	4.6	4.6	3.6	3.6	4.6	4.6	4.6	3.6	3.5

의미한다. 모형은 과학 현상에 대한 새로운 이해를 만들어 내거나 그 이해를 전달하는 데 사용할 수 있다. 즉, 학습 목표부터 다양한 관점이 반영된 모형일수록 학생들에게 다양한 측면으로 개념에 접근할 수 있도록 하고 그에 따라 그들의 개념을 수정하게 보완할 기회를 제공할 수 있다. 모형은 동적인 수업 자료로 모형을 수정 보완해 가는 과정에서 학생들의 심화학습이 가능하다는 측면에서 학습효과 또한 크다(Schwarz et al., 2009).

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등 예비교사들의 먹이그물과 생태피라미드 모형 개발 과정에서 나타난 일관성과 과학적 모형 평가와의 관계를 분석하였다.

본 연구의 결과에 따라 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

첫째, 먹이그물과 생태피라미드 모형 개발 과정의 일관성을 분석한 결과, 연구 대상인 3개 조에서 2가지 관점의 일관성이 나타났다. 그리고 2개 조에서는 각각 1개의 관점에 대해 일관성이 나타났다. 학습 목표 단계에서 단절이 발생하는 경우 그다음 단계로 관점이 이어지지 않으므로 학습 목표의 설정은 매우 중요한 단계로 판단할 수 있었다. 생태계 평형의 의미를 설명하는 관점에 대해 4개 조에서 일관성이 나타난 것을 볼 때 먹이그물과 생태피라미드 모형 개발 과정에서는 생태계 평형에 대한 의미가 설명되어야 한다는 공통된 관점을 가진 것으로 평가할 수 있었다. 그다음으로 생태계 평형의 원리가 일관성 있게 반영된 조는 3개 조로 분석되었다. 이는 생태피라미드와 관련된 것으로 생태피라미드의 기본적인 특징이 생산자, 소비자 단계가 개체 수에 변화가 생길 때 위아래의 소비자나 생산자의 개체 수는 어떻게 변화되는지를 학습하는 것과 관련하여 초등 교과서에서는 이야기 형태로 등장하기 때문에 교과서 이야기와 모형을 매치시키기 위해

서는 이러한 관점이 일관성 있게 반영되어야 한다는 관점에서 나온 결과로 볼 수 있다. 그 외에는 생물의 먹이 관계를 설명할 수 있어야 한다는 관점의 일관성 유지를 한 경우가 1개 조에서 나타났다. 따라서 5개 조에 탐구의 전체 과정에서 추출된 관점은 39개 도출되었으나 8개 관점만이 일관성을 유지한 것으로 볼 때 실제 예비교사들은 모형 개발할시 일관성에 대한 중요성을 고려하지 않고 모형을 구성한 것으로 볼 수 있다. 즉, 학습 목표를 세웠으나 탐구가 진행되면서 새로운 관점이 생기고 그 관점을 그 단계에서 반영하고 끝나거나 그때부터 모형 개발에 반영하는 것으로 평가할 수 있다. 따라서 예비교사들을 대상으로 한 과학과 탐구 활동 프로그램에서는 일관성의 중요성과 교육적 관점에서 어떠한 효과가 있는지에 대한 체계적인 피드백이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

둘째, 일관성 단절 원인과 발생 단계를 분석한 결과, 학습 목표 단계에서 1개의 원인, 실태조사 단계에서 2개 원인, 교과서 분석 단계에서 1개의 원인, 모형 개발 단계에서 3개의 원인이 있는 것으로 나타났다. 즉, 모형 개발 단계에서 가장 많이 단절의 원인이 발생한 것으로 분석되었다. 모형 개발 단계에서 그 전단계까지는 생각하지 못했던 새로운 아이디어가 생겨 그 아이디어를 반영한다거나 만드는 과정에서 시행착오를 반복되면서 새로운 생각이 반영되었다거나 다양한 정보를 습득함으로써 새로운 관점이 생겼고 그 새로운 관점을 모형에 반영한 것으로 해석할 수 있다. 실태조사 단계에서는 직접 아동의 실태를 조사하면서 모형에 새롭게 반영되어야 할 관점이 생긴 경우로 학습 목표 단계에서 생각하지 못한 것을 알게 된 결과로서 관점을 반영하게 된 것으로 판단된다. 교과서 분석 단계에서는 교과서를 분석하다가 개선점을 찾아냄으로써 그 개선을 모형 개발에 반영해야겠다는 것에서 단절의 원인이 발생한 것으로 볼 수 있다. 학습 목표 단계에서는 최초로 예비교사들의 모형 개발을 통해 목표

를 달성하기 위하여 매우 포괄적인 학습 목표를 세우거나 지도서에 있는 그대로 학습 목표를 세우면 다음 단계 진행에서 세부적으로 접근하면서 새로운 관점이 발생하여 학습 목표 단계부터 단절이 발생한 경우이다. 따라서 모형 개발 활동은 학습 목표를 세우기를 바로 할 것이 아니라 예비적으로 각 단계를 먼저 진행해보고 그에 따라 세부적인 학습 목표를 세운 후 모형 개발 과정을 진행하는 것이 단절을 방지할 수 있는 전략이 될 것으로 기대된다.

셋째, 일관성 정도와 과학적 모형 평가와의 관계성을 확인해 본 결과, 일관성이 빈도가 높은 조에서 과학적 모형 평가 점수가 높게 나타난 것으로 확인이 되었다. 즉, 1~3조까지는 일관성이 2개 관점에서 나타났고 4~5조는 일관성이 1개의 관점에서 나타났다. 1~3조에의 과학적 모형에 대한 3가지 맥락에 대한 평균점수는 약 4.5점 정도였으나 4~5조에서는 평균점수가 3.6점으로 약 1점까지 차이가 난 것을 볼 때 일관성 관점이 많으면 그만큼 과학적 모형으로서 조건을 충족할 가능성이 클 것으로 판단된다. 따라서 모형을 통해 개념 이해를 돕고자 하거나, 시각적으로 유사하게 표현하고자 할 때, 사용하기 쉽게 하려고, 그리고 과학적 개념의 이해 수준이 모형의 조작에 반영될 여지를 높이기 위해서는 학습 목표 단계에서부터 일관성을 유지해야 할 것으로 판단된다.

본 연구의 결론을 바탕으로 제언을 하면 다음과 같다.

본 연구에서는 모형 개발 과정까지의 일관성과 단절 원인을 분석하였으나, 실제 교육실습을 통하여 본인들이 개발한 모형을 실제 현장에 적용했을 때 본인들이 의도한 일관성이 어떻게 작용하는지를 분석하여 일관성의 중요성과 일관성이 실제 수업의 효과 측면에서 어떻게 작용하는지를 질적 연구를 통해 확인해 볼 필요가 있다. 또한 향후 교과서는 본 연구의 결과를 반영하여 일관성을 세부적으로 우선 분석하여 수정·보완한 후

에 출판하는 것이 교과서 활용 단계에서 발생하는 단절을 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

## References

- An BG(2015). The Analysis of Coherence on Kindergarten Daily Lesson Plan. *Early Childhood Education Research and Review*, 19(5), 29~54.
- An BG(2018). The Effect of Consulting Based on Science Class Analysis Tool on Class Coherence of Early Childhood Teachers. *Journal of Early Childhood Education and Educare Welfare*, 22(4), 481~508.  
<http://dx.doi.org/10.22590/ecee.2018.22.4.481>
- Anthony G and Ding L(2011). Instructional Coherence: A Case Study of Lesson on Linear Equations. *Mathematics: Traditions and new practices: Proceedings of the AAMT and MERGA conference*, 41~49. Alice Springs: AAMT and MERGA.
- Cho JH(2020). Perception of Fisheries and Maritime High School Teachers for 'Good Teaching'. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 32(3), 770~779.  
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2020.6.32.3.770>
- Cho SJ and Kim YG(2020). The 2009 and The 2015 Revised Curriculum Comparative Analysis of Science Textbooks - Focused on Earth and Space Area -. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 32(5), 1231~1241.  
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2020.10.32.5.1231>
- Fortus D and Krajcik JS(2012). Curriculum Coherence and Learning Progressions. In B. J. Fraser, K. Tobin, and C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 783~798). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Han MH and Kim HB(2013). The Role of Teacher's Question Prompt in Elementary Students' "Food Web" Modeling. *Biology Education*, 41(2), 296~309.  
<http://dx.doi.org/10.15717/bioedu.2013.41.2.296>
- Han YM(2004). Teachers' Awareness toward Educational Goals and Teaching Strategies for Early Childhood Science Education. *Journal of Future Early Childhood Education*, 11(2), 121~138.

- Kang EJ, Park JH, Back NG, Park KE and Jo TH(2019). Analysis of Elementary School Students' Conception of Heat Phenomenon. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 31(6), 1724~1733.  
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2019.12.31.6.1724>
- Khishfe R(2017). Consistency of Nature of Science Views Across Scientific and Socio-Scientific Contexts. *International Journal of Science Education*, 39(4), 403~432.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1287976>
- Kim DR(2019). Analyzing Korean Elementary School Teachers' Arm Muscle Models as Scientific Models. *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 34~47. <https://doi.org/10.12973/tused.10264a>
- Kim DR(2020). Analyses of Relations among Environmental Consciousness, Environmental Teaching Anxiety and Environmental Teaching Efficacy in Elementary Pre-service Teachers through Structural Equation Modeling. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 32(2), 353~365.  
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2020.4.32.2.353>
- Kim DR, Son YA and Moon DH(2008). Effects of Role-Play Method Related to the Global Warming and Ecosystem on High School Students' Knowledge Achievement as well as the Attitude towards Environment. *Korean Journal of Environmental Education*, 21(4), 12~24.  
<http://dx.doi.org/10.15717/bioedu.2013.41.2.296>
- Kim HT and Hwang SY(2019). Analyzing the Levels of Understanding about the Concept of Ecosystem and Food Web among Elementary and Middle School Students. *Biology Education*, 49(3), 403~410.  
<http://dx.doi.org/10.15717/bioedu.2019.47.3.403>
- Kim JM(2008). A Analysis on Consistency of Learning Objectives of Units and Instructional Units in Elementary School Biology Teaching Guide-Books. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(1), 75~82.
- Kim YH, Yoon KS and Kwon DK(2009). Analysis of Summative Evaluation Objectives in Middle School Biology based on Bloom's Revised Taxonomy of Educational Objectives. *Journal of Science Education*. 34(1). 164~174.
- Leach, J, Driver R, Scott, P and Wood-Robinson C(1996). Children's Ideas about Ecology 2: Ideas Found in Children aged 5-16 about the Cycling of Matter. *International Journal of Science Education*, 18(1), 19~34.
- Matić V(2013). Teaching and Learning of Ecology for The Students of Vocational Secondary Schools in Multimedia Environment. *International Journal of Cognitive Research in science, engineering and education*, 1(2), 1~12.
- MOE(2005). Science and Curriculum. Ministry of Education.
- Park C and Li S(2016). The Analysis of Consistency in the Chapter Construction of Theory 'Understanding of Skin' and Practice 'Reality of Skin care' of Skin care Textbooks for High School. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 16(10), 311~327.  
<http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2016.16.10.311>
- Park HJ, Bea JJ and Jo KS(2012). Analysis of Instructional and Evaluational Objectives in Chemistry I Textbooks. *Journal of the Korean Chemical Society*, 56(4), 491~499.  
<http://dx.doi.org/10.5012/jkcs.2012.56.4.491>
- Schwarz CV, Reiser BJ, Davis EA, Kenyon L, Acher A, Fortus D, Shwartz Y, Hug B and Krajcik, J(2009). Developing a learning progression for scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of research in science teaching*, 46(6), 632~654.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20311>
- Tala S and Vesterinen VM(2015). Nature of Science Contextualized: Studying Nature of Science with Scientists. *Science and Education*, 24(4), 435~457.  
<https://doi.org/10.1007/s11191-014-9738-2>
- Won HY and Kim HJ(2020). An Analysis on the Experience of Fisheries and Maritime High School Teachers on NCS-based Curriculum. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 32(3), 681~693.  
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2020.6.32.3.681>

- 
- Received : 07 December, 2020
  - Revised : 28 December, 2020
  - Accepted : 04 January, 2021