

광합성 실험에서 ‘틈’의 사건화를 통한 초등 예비교사들의 과학교사 되기의 확장

김 동 렬†

†대구교육대학교(교수)

Expanding Elementary Preservice Teachers' Becoming Science Teachers through the Eventization of 'Gaps' in Photosynthesis Experiments

Dong-Ryeul KIM†

†Daegu National University of Education(professor)

Abstract

This study examines the conflicts and transformations experienced by elementary preservice teachers during photosynthesis experiments, framing them as pivotal events in the process of becoming science teachers. These experiences were analyzed through four types of gaps: interpretive, temporal, spatial, and relational. The findings reveal that interpretive gaps occurred most frequently, often stemming from the limitations of strictly following textbooks and teacher guides. By interacting with teacher educators, preservice teachers reinterpreted these gaps, leading to more in-depth experimental inquiries. Temporal gaps emerged in managing nighttime durations for starch detection, spatial gaps in the search for optimal experimental environments, and relational gaps as participants navigated their intermediate positions between students and teachers. The eventization of these gaps illustrates how preservice teachers transcend a learner's perspective to reconstruct experiments from a pedagogical viewpoint, thereby expanding their professional identity and expertise as science teachers.

Key words : Gap, Elementary preservice teacher, Photosynthesis experiments, Becoming

I. 서 론

예비교사들이 과학을 가르치기 위해서는 다양한 경험을 해야 한다. 그 과정에서는 한 번에 성공적인 성과를 얻기는 쉽지 않다. 성공적인 성과를 얻기 위해서는 예상치도 못한 시행착오를 경험할 수도 있고 탐구의 일부 과정에서 부족함을 느낄 수 있다(Ko and Lee, 2019). 이러한 부족함을 느끼는 것은 경험의 부족에서 비롯된 간극,

즉 틈이 있기 때문이다.

틈의 사전적 의미는 어떤 행동을 할 만한 기회나 겨를, 벌어져 사이가 난 자리, 사람들의 관계에서 사이가 벌어진 것들 몇 가지 의미로 사용된다. 즉, 기본적으로 대상의 표면이나 사이에 생성된 공간적 개념의 틈, 어떤 행동을 할 만한 기회나 시간적인 여유를 나타내는 시간적 개념의 틈, 사람들 사이에 생기는 거리와 같이 서로를 인식하는 수단으로 사용하는 관계의 틈, 대상들 간의

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

* 이 논문은 2025년도 대구교육대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구 되었음

관계에서의 해석의 틈 등 네 가지로 분류되고 있다(Jang, 2022; Park, 2008). 과학 탐구에서의 틈은 결과에 도달하기 위해 탐구를 진행하는 과정에서 문제를 유발하는 요인이자, 동시에 문제 해결을 위한 방향성을 제시하는 요소라고 할 수 있다.

더욱이 틈은 학문적 경계에 해당하는 틈이기도 하고 새로운 학문을 창안하는 자유의 공간이며 학문과 학문의 중재 역할을 하기도 한다. 따라서 틈은 학문의 독립성을 유지하는데, 역할을 하지만 학문과 학문을 연결하는 역할을 하기도한다(Furman Shaharabani and Yarden, 2019; Jumani, 2013; Kisa et al., 2020). 그러나 이러한 틈의 의미가 중요함에도 교과교육에서 사용하지 않은 것은 수많은 의미가 교차하고 이중적이고 불확실한 성격 때문이다. 따라서 본 연구에서는 틈의 의미를 과학 교과에 도입하여 교사교육을 위한 방향 설정으로써 활용하고 과학교사 되기의 확장으로 삼고자 하였다.

과학교사 되기는 현직교사가 과학을 가르치기 위한 다양한 경험을 바탕으로 새로운 것을 창안하여 남다른 가르침에 대한 배움으로 이야기할 수 있다(Chang and Lee, 2011; Hwang and Won, 2018; Kim, 2024). 과학 교사 되기는 일부 연구에서는 교과서와 지도서에 나오는 것에 대한 차이가 나는 교수학습 설계를 통하여 새로운 학습 과정을 설계하는 것으로 보았다(Kim, 2024). 본 연구에서는 예비교사들이 교사 교육기관에서 제공되는 과학 강의를 통해 현장 수업에서 발생할 수 있는 다양한 시행착오를 경험하고, 이를 바탕으로 과학 교수 자신감을 확보하여 과학 교사로서의 전문적 자아를 형성하는 과정으로 보았다. 나아가, 틈 전략을 활용하여 과학 탐구를 새롭게 바라보는 과정으로도 해석하였다.

즉, 틈을 과학 교사 되기의 확장의 전략으로 본 것은 틈은 선택의 가능성을 높이기 때문이다. 틈은 비정형으로서 다양성을 띠며 틈에 대해 고민하는 과정에서 새로운 것을 설계할 수 있는 기회를 얻기 때문이다. 예비교사로서 다양한 대상

사이에서 고민하는 것은 진정한 의미 성찰의 기회를 가질 수 있다(Ji, 2022; Kim, 2020; Kohen and Dori, 2019). Bristol and Shirrell(2019)은 교사가 두 개 이상의 사이의 영역에서 긴장을 극복하기보다는 긴장한 상태로 거주해야 한다고 주장하였다. 그 과정에서 교사는 교육과정에 대해 끊임 없는 고민을 하게 되고, 이는 결국 질 높은 교육적 지원을 가능하게 한다고 보았다.

지금까지 예비교사들의 실험은 주로 결과를 도출하기 위한 과정, 즉 순서 자체에 집중하여 진행되었다(Kim, 2021; Magaji et al., 2024; Rios-Atehortua et al., 2024; Tsakeni, 2023). 그러나 실험 과정에서 나타나는 과정 사이의 ‘틈’은 상대적으로 등한시되어 왔다. 이러한 틈은 실험 과정에서 명시적으로 드러나지는 않지만, 또 하나의 탐구 방법으로 활용될 수 있다.

한편, 광합성 실험은 다양한 방법을 통해 결과를 확인할 수 있으며, 교사가 어떤 목적을 가지고 진행하느냐에 따라 실험 수준과 맥락이 달라질 수 있다. 특히 광합성 실험을 통하여 예비교사들의 실험에 대한 역량을 평가하거나 교사들의 실험수행 능력을 평가한 만큼(Kim, 2015), 광합성 실험은 예비교사로서 경험해야 할 초등 교육과정 생명과학 영역의 대표적인 실험이라고 할 수 있다.

광합성 실험은 초등학교에서 앞에서 하는 일 알아보기를 통해 녹말 검출 실험을 기초로 하여 중고등학교에서는 광합성에 미치는 영향요인과 광합성이 일어나는 심화적인 과정까지 학습하게 된다. 이러한 체계적으로 이루어지는 광합성은 교사가 광합성 실험에서 어려움을 느끼면 학생들 또한 광합성 실험의 기피 현상까지 이어질 수 있다. 따라서 광합성 실험에서 발생하는 다양한 ‘틈’의 사건을 해결해 봄으로써, 향후 광합성 실험뿐만 아니라 새로운 경험에 의해 진행되는 실험 전반에 긍정적으로 작용할 것으로 기대된다(Kim, 2022).

틈은 대상들과의 관계 고리를 형성하면서 수많

은 사건을 펼쳐나가는 잠재적 장이다. 기존의 고정관념에서 벗어나 새로운 관계를 생성하는 틈이다. 본 연구에서 사건은 들뢰즈의 사건 개념을 바탕으로 일반적으로 삶에서 벗어나 기존의 자신에서 탈주하여 새로운 것을 찾기 위한 우연히 발생하는 것을 인정하고 무작위적인 시도로 보았다(Deleuze, 2005a, 2005b). 이러한 사건화를 진행하기 위해서는 지속적인 사유가 필요하며, 본 연구에서는 이러한 사유를 시작한 과정을 하나의 사건으로 보았다. 초등 예비교사들은 중·고등학교에서 광합성 실험을 경험했지만, 교사 교육기관에서 교사로서 광합성 실험에 접근하는 것은 처음이었다. 본 연구는 예비교사들이 광합성 실험을 수행하며 기존의 실험 수행 능력에서 벗어나 변화를 시도하는 과정에서 나타나는 틈을 하나의 사건으로 보고, 이를 통해 과학 교사로서의 전문성을 확장하고자 하였다. 또한 본 연구에서는 이러한 사건을 해결하는 방법으로 교사교육자의 피드백을 활용하였으며, ‘틈’의 사건을 해결해 나가는 과정이 광합성 수행을 통한 효과적인 과학교사 되기의 하나의 전략이 될 수 있다고 보았다.

이에 본 연구에서는 틈의 사건을 선행연구에서의 틈의 의미를 해석한 것을 바탕으로 시간의 틈, 공간의 틈, 해석적 틈, 관계의 틈으로 나누어 예비교사들이 각 틈의 사건이 발생하였을 때 그 틈에 대해 피드백 진행내용을 제시하고 그에 대한 예비교사들의 반응을 확인하였다. 본 연구에서는 예비교사들의 반응을 과학 교사 되기로서의 확장으로 해석하였다.

이러한 연구 목적하에 설정된 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 광합성 실험이라는 사건에서 발생한 틈의 유형은 어떠한 것이 있는가?

둘째, 광합성 실험에서 출현한 틈의 유형과 관련된 초등 예비교사들의 과학교사 되기의 확장은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 교육대학교 생명영역 과학교과교재연구및지도법 강의에서 광합성 실험을 수행한 7개 조 21명을 연구 대상으로 하였다. 생명영역의 과학교과교재연구및지도법은 10개 주제에 대해 학과별 상의하여 각각 1가지 주제에 대해 심층적으로 탐구하는 것으로 예비교사들은 교과서 광합성 실험과 함께 빛의 세기에 따른 광합성 실험을 추가로 수행하였다. 연구에 참여한 예비교사들은 탐구 결과를 실험 보고서로 작성하였고 보고서 작성 과정에서 지속적인 피드백을 교사교육자의 연구실에서 진행하였다. 교사교육자는 강의과정과 피드백을 통해 발생한 여러 사건들을 강의일지에 기록하였다. 강의일지는 피드백이 진행된 다음 분량과 관계없이 1인의 교사교육자에 의해 정리되었다. 본 연구에서는 예비교사들이 작성한 실험 보고서와 교사교육자의 강의일지를 분석 대상으로 삼았다. 교사교육자 피드백 내용은 교사교육자의 강의 일지 중에서 추출하였다. 분석에 사용한 실험 보고서는 연구 목적에 한하여 사용됨을 사전에 안내하였다.

2. 연구 절차

초등 예비교사들은 광합성 실험을 3주에 걸쳐 실험실에서 진행하였다. 구체적인 실험 주제는 초등 과학 교과서 실험인 ‘잎에서 생성된 양분 알아보기 활동’, ‘잎에서 녹말 추출하기’와 ‘빛의 세기에 따른 광합성량’ 실험을 수행하였다(<Table 1>). 교과서 실험은 어둠상자를 제작한 뒤, 빛의 유무에 따른 처리를 실험실이나 원하는 장소에서 수행하고, 이후 아이오딘-아이오딘화칼륨 용액을 이용하여 반응 결과를 확인하는 과정으로 진행되었다. 빛의 세기에 따른 광합성 실험은 검정말을 채집하여 광합성을 수행하고, 그 결과를 기포 수로 측정함으로써 광합성량을 확인하는 방식으로

<Table 1> Contents of Photosynthesis Experiments

Topic	Experimental Procedures
Identifying Nutrients Produced in Leaves	Place two pepper seedlings of similar size in a well-lit area.
	Cover one seedling with a dark box and leave the other uncovered.
	On the following afternoon, collect leaves from both seedlings.
Extracting Starch from Leaves	Pour hot water into a large beaker and place the leaves from each seedling into separate small beakers containing alcohol.
	Place the small beakers into the large beaker filled with hot water and cover with a glass plate.
	Rinse the leaves removed from the small beakers with warm water, place them in a Petri dish, and add iodine-potassium iodide solution to observe color changes.
Photosynthetic Rate According to Light Intensity	Crush approximately ten light-exposed leaves and add water.
	Extract the juice using cloth.
	Add water, mix well, and let it stand for a short time.
Photosynthetic Rate According to Light Intensity	After about 10 minutes, use a dropper to collect the green extract.
	Once the moisture has dried, drop iodine-potassium iodide solution onto the white residue along the edge of the container.
	Extract starch from non-light-exposed leaves using the same method and compare the color changes with those of light-exposed leaves.
Photosynthetic Rate According to Light Intensity	Pour 0.3% sodium bicarbonate solution at approximately 25 °C into a 1 L beaker and install a thermometer.
	Cut the end of an Elodea stem diagonally underwater.
	Invert a test tube filled with 0.3% sodium bicarbonate solution into the beaker and fix it so that the cut end of the Elodea stem enters the test tube.
Photosynthetic Rate According to Light Intensity	Place a thin water-filled tank in front of the beaker and illuminate the Elodea from distances of 10 cm, 30 cm, and 50 cm.
	Count and record the number of air bubbles produced over 3 minutes.

진행되었다. 검정말의 채집은 예비교사들이 직접 하였다. 실험은 조별로 상의하여 실험을 설계하고 기본적인 준비물은 교사교육자의 허락하에 실험실에 있는 기구들과 재료를 사용하도록 하였다. 실험실 안전을 위하여 교사교육자나 조교가 상주한 상태에서 실험이 진행하였다. 1차 실험 결과가 나왔을 때 연구실에서 그 결과를 발표하였으며 그 과정과 결과에 따라 피드백을 받은 후 2차 실험을 진행하였다. 과학 교사교육자는 학생들의 실험 주제와 간단하게 실험 내용을 안내한 후에 수시로 실험실을 방문하여 예비교사들의 질문에 대해 답을 하였으며 구체적인 피드백은 1차 발표가 있고 난 뒤에 연구실에서 이루어졌다. 피드백은 틈의 사건화를 바탕으로 시간제한은 없이 수시로 진행하였다. 2차 실험 결과는 학과 동료 예비교사들이 있는 실험실에서 40분간 발표가 진행되었다.

3. 분석 방법

본 연구에서는 <Table 2>와 같이 선행연구(Bae, 2019; Ha, 2011; Kim, 2017; Shaharabani and Yarden, 2019)를 바탕으로 추출한 네 가지 틈 유형에 따라 사건을 사건화하고, 이에 대한 피드백을 통해 예비교사들의 광합성 실험에 대한 과학교사 되기의 확장을 시도하였다. 예비교사들의 발표 내용과 교사교육자의 강의일지를 분석하여 각 틈 유형에 해당하는 사례를 추출한 후, 틈 유형별 출현 빈도를 확인하였다. 이어서 각 틈 유형을 대표하는 사례를 제시하고 이를 중심으로 논의를 전개하였다.

시간의 틈은 성공적인 결과를 얻기 위해 요구되는 시간과 시간 사이에 존재하는 틈으로, 이 틈이 적절하게 선정될수록 의미 있는 결과가 생성될 가능성이 크다. 공간적 틈은 실험을 진행하기 위해 애초에 설정된 공간에서 새로운 생각에 따라 생긴 틈을 이야기한다. 어떠한 공간을 찾느냐가 실험의 성패를 좌우하기도 한다. 해석의 틈

<Table 2> Types of Gaps and Their Descriptions

Gap Type	Description
Temporal Gap	Differences between moments of time; relative time interpreted differently depending on context
	Opportunities or brief intervals
	Gaps between phases in experimental procedures
	Time gaps for confirming experimental results Time gaps for processing experimental results
Spatial Gap	Spaces not typically used in everyday contexts
	Open spaces between objects
	Interactive spaces generated through relationships with objects
	Gaps between spaces where experiments are conducted
	Conceptual gaps between ideas regarding appropriate experimental locations
	Boundaries between zones within a single space Boundaries or empty spaces between A and B
Interpretive Gap	Conflicts and gaps arising from interactions among teacher educators' intentions, textbooks, and preservice teachers
	Gaps in consciousness between existing and new perspectives
	Gaps emerging between conventional orders and unfamiliar events
	Gaps created by new changes in perception that serve as catalysts for transformation
Relational Gap	Relational gaps between students and teachers
	Role-based relational gaps between individuals
	A cognitive space that seeks to understand rather than judge one another's thoughts and actions
	Gaps emerging through enhanced communication and emotional exchange between teachers and students Gaps generated through changes made to resolve conflicts among interacting subjects

은 대상자가 직접적으로 관계를 맺고 있는 것과의 상호작용과 또 다른 대상과의 관계에서 생긴 틈으로서 두 대상 간 해석의 차이가 생기는데 이러한 해석의 차이를 어떻게 극복하고 전략으로 접근하는지가 광합성 실험의 결과에 중요하게 작용한다. 관계의 틈은 대상자가 놓여 있는 현 상황과 미래에 위치하게 될 상황과의 갈등에서 생

기는 것으로 예비교사들의 현재와 미래 존재 사이에 놓인 고민을 해결하기 위해 생긴 틈이기도 하다.

예비교사들이 4가지 틈 유형의 사건화를 통해 생성된 것 중에서 조별로 2회 이상 출현한 내용을 연구 결과로 제시하여 논의하였다. 즉, 분석단위의 대표성과 분석 결과의 안정성을 확보하기 위해 반복 출현 빈도를 활용하였다. 틈의 사건화에 따른 분석은 연구자와 광합성 실험에 대한 교사 연수를 진행한 경험이 있는 초등교사 2인(평균 교직경력 9.7년)이 2차 논의를 통해 이루어졌으며 최종 합의된 결과만을 분석 결과로 제시하였다.

Ⅲ. 연구 결과

초등 예비교사들의 광합성 실험에서 나타난 틈의 유형은 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Types of Gaps Observed in Photosynthesis Experiments

	N	%
Temporal Gap	6	21.4
Spatial Gap	5	17.9
Interpretive Gap	13	46.4
Relational Gap	4	14.3
Total	28	100

초등 예비교사들의 광합성 실험에서 틈의 유형은 시간의 틈, 공간의 틈, 해석의 틈, 관계의 틈으로서 모든 틈의 유형이 출현한 것으로 나타났다.

그중에서 해석의 틈의 빈도가 가장 많은 것으로 나타났다. 해석의 틈은 예비교사들이 광합성 실험을 교과서의 내용을 바탕으로 진행하면서, 교과서에서 확인할 수 없거나 교과서의 실험 절

차대로는 실현되지 않는 부분에서 갈등을 겪은 데서 비롯된 것이다. 특히, 초등 예비교사들은 광합성에 관한 정보를 교과서와 지도서에서 얻는 만큼, 초등 예비교사들이 광합성 실험을 기본적으로 교과서와 지도서를 바탕으로 진행하다 보면 교사교육자의 방향과 일치하지 않을 때 해석의 틈이 생긴다. 이러한 해석의 틈을 해결하기 위해서는 교사교육자의 역할도 필요하나 예비교사들도 좀 더 심층적으로 실험을 접근하기 위해 교사교육자의 조언을 받아들이는 노력이 필요하다. 이러한 해석적 성찰은 과학교사 되기에 주요한 요소로 작용한다(Shaharabani and Yarden, 2019).

다음 순으로는 시간의 틈, 공간의 틈, 관계의 틈 순으로 나타났다. 시간의 틈과 공간의 틈은 실제 실험 과정에서 드러나는 것으로, 직접적인 실험 수행을 통해 체득되는 경험을 의미한다. 비록 관계의 틈의 빈도는 낮으나 초등 예비교사로서 반드시 경험해야 할 것으로서, 교사와 학생 사이에서 겪는 갈등을 어떻게 해결하느냐가 과학을 가르치는 역량을 기르는 방법이 될 수 있다.

1. 시간의 틈 해결을 통한 과학교사 되기의 확장

시간 틈을 하나의 사건을 보고, 이를 해결해 나가는 과정에서 과학교사 되기를 경험하게 된다. 여러 시간의 틈의 사건화 중에서 기존에 생성된 녹말을 소모하기 위해서는 시간을 사건화할 필요가 있음을 예비교사들은 피드백을 통해 알게 된 것으로 나타났다. 피드백 전에는 대조군 실험군 모두 청람색 반응이 나타나 특정 시간의 중요성을 알지 못하였으나 피드백을 통해 시간과 시간 사이의 틈의 중요성에 대한 정보를 얻어 2차 실험을 수행하여 가설에 맞은 결과를 얻게 된 것으로 나타났다. 즉, 녹말 검출을 위해서는 시간의 틈으로서 밤 시간대가 중요하다는 것에 대한 새로운 지식을 얻게 된 것으로 나타났다. 이는 곧 예비교사는 일반적으로 기존의 실험 결과와 이론

을 자신의 수행 능력과 동떨어진 것으로 간주하므로 교사교육자는 이러한 격차를 좁히도록 예비교사를 지속적으로 피드백할 필요가 있다는 것을 의미한다(Shaharabani and Yarden, 2019).

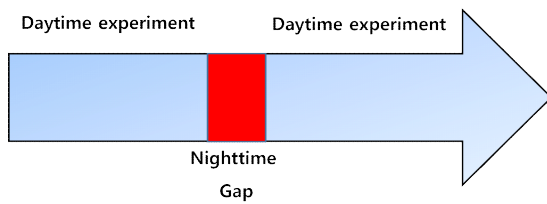
(3조 1차 발표 내용) 실험군 대조군을 설정하기 위하여 하나의 고추 모종은 어둠 상자를 씌우고 4시간 동안 두었다. 대조군은 빛을 받을 수 있도록 창가에 두고 실험을 진행하였다. 4시간 후에 대조군 실험군 각각의 잎을 알코올 중탕 이후 각각의 식물 잎에 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 떨어트렸으나 둘 다 모두 청람색 반응이 나타났다.

(교사교육자 피드백) 시간의 틈이 매우 중요하다. 즉 실험군에서 잎이 이전에 생성된 녹말이 소모되기 위해서는 밤이라는 시간의 틈이 중요하다. 낮에 합성된 녹말은 저녁에 주로 체관을 통해 필요한 곳으로 이동하기 때문이다. 따라서 광합성 실험에서 시간의 틈을 잘 파악해야 한다.

(3조 2차 발표 내용) 저녁이라는 시간의 틈을 두었다. 그 결과 어둠 상자를 처리한 실험군의 잎에서는 녹말이 검출되지 않았다. 가설과 일치한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 광합성 실험에서는 결과를 확인하기 위한 시간의 틈이 매우 중요하다는 것을 알게 되었다.

시간의 틈은 정해진 시간이나 일정한 시간의 간격을 의미하기보다는 실험 결과에 대한 사건을 유발할 수 있는 특정 시간을 이야기한다(Fig. 1)]. 광합성 실험에서의 시간의 틈은 일반적으로 광합성은 낮에 이루어지는 실험으로 생각하여 시간을 낮으로 설정하여 실험을 진행한다. 그러나 대조실험을 수행하기 위해서는 낮과 낮 사이의 밤 시간이라는 틈을 지나면 결과를 명료하게 확인할 수 있다는 점에서 시간의 틈은 광합성 실험의 결과에 중요한 사건으로 보고 실험을 수행해야 한다. 따라서 시간의 틈은 그냥 지나칠 수 있는 것이 아니라 실험 과정에서 핵심적으로 작용하는 만큼 실험 과정에서 핵심적 위치에 놓아두어야 한다. 시간의 틈은 시간의 사전적 의미만으로 접근하기보다는 시간의 실험 과정 일부분으로서 사건화하는 것이 의미 있는 결과를 효과적으로 얻을 수 있다. 이러한 시간의 틈은 단번에 가

결과 일치하는 결과를 얻는 과정에서 그 중요성이 인식되기보다는, 수많은 시행착오를 거치는 가운데 비로소 중요한 사건으로 인식된다. 이러한 경험을 통해 교사는 ‘정해진 시간의 과정’만이 아니라, 그 사이사이의 틈에서 일어나는 탐색과 성찰의 순간들을 통해 과학교사 되기를 한층 더 확장해 갈 수 있다.



[Fig. 1] Eventization of Temporal Gaps in Photosynthesis Experiments.

2. 공간의 틈 해결을 통한 과학교사 되기의 확장

광합성 실험을 효과적으로 수행하기 위해서는 실험이 이루어지는 공간, 즉 장소의 선정이 매우 중요하다. 적절한 공간을 선정하지 않았을 때는 제대로 된 결과를 도출할 수 없는 만큼 공간의 탐색은 광합성 실험에 중요하게 고려해야 할 요소이다. 예비교사들은 광합성 실험을 위하여 창가에 두었으나 결과를 얻지 못하여 교사교육자와 함께 공간을 사건화하여 공간 선정에 대한 피드백을 진행하였다. 피드백을 통해 광합성량에 영향을 미치는 그래프를 함께 해석하고, 이를 증산작용과 연계하여 광합성이 활발히 일어날 수 있는 공간을 탐색하는 과정에서, 예비교사들은 평소 즐겨 이용하던 공간의 틈이자 익숙한 공간을 떠올린 것으로 나타났다.

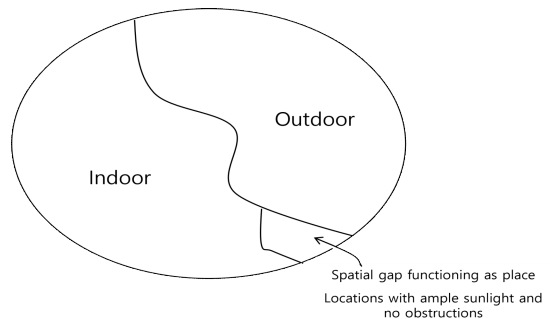
(2조 1차 발표 내용) 실험군이든 대조군이든 광합성을 할 수 있는 장소에 두었으나 1차 결과에서는 녹말이 검출되지 않았다. 창가에 두었는데 녹말이 검출되지 않아 당황했다.

(교사교육자 피드백) 광합성량에 영향을 미치는 그래프를 해석해 보아야 한다. 온도에 따른 광합성량

그래프는 적정 온도와 함께 강한 빛을 제공했을 때 빛이 제한요인으로 작용하지 않는다. 이산화탄소 농도 그래프도 마찬가지이다. 이러한 조건은 증산작용이 활발히 일어나는 조건과 비슷하다. 따라서 녹말이 생성되기 위해서는 광합성과 증산작용을 연계하여 보는 눈이 필요하며 이러한 조건을 충족하는 장소를 선정해야 한다.

(2조 2차 발표 내용) 햇빛이 들어오는 곳에만 실험을 진행하였으나 야외에서 증산작용이 활발하게 일어나는 장소를 찾아 실험한 결과 녹말이 검출되었다. 학교에서도 평소 다니던 공간을 떠올리며 운동장 쪽 벤치에 두었다.

공간의 틈은 실내 실외 평소 생활하는 공간에서 실제 실험을 수행에 적합한 장소로서의 틈에 해당하는 곳으로서 평소 익숙하면서도 익숙하지 않은 장소적 특징을 지닌다([Fig. 2]). 공간은 매우 넓은 의미로 일반화된 형태로의 곳이고 장소는 특별한 곳으로서 의미가 부여되는 곳이다. 이러한 의미에서 공간의 틈은 일반화된, 즉 대중화된 곳에서 필요한 장소적 의미가 있는 것이다. 실험에 필요한 곳을 찾는 것은 공간에서의 장소로서의 틈을 찾는 것을 의미한다.



[Fig. 2] Eventization of Spatial Gaps in Photosynthesis Experiments.

한편, 공간의 틈은 열린 공간에서 대상과의 관계를 생성하여 서로를 연결하는 상호작용적인 공간이다(Jang, 2022). 이러한 틈은 대상과의 사이에서 발생하는 것으로 필요성 때문에 틈이 만들어지는 것이다. 따라서 만들어진 공간의 틈은 그만

큼 그들에게 가치가 있으며 공간에 대해 막연함이 호기심으로 다가오게 되는 것이 공간의 틈이다. 이러한 공간의 틈이 발생할수록 과학을 가르치는 교사로서의 새로운 경험을 하게 되며 새로운 탐구의 전략에 대한 경험이 쌓여 남들이 생각하지 못한 아이디어들이 축적되어 가는 것이다. 공간의 틈을 잘 활용하면 삶의 공간들이 실험들에서 최적의 장소로서 작용하여 장소 측면의 과학 실험설계에서 차별화된 과학교사 되기로 이어주는 역할을 할 수 있다.

3. 해석의 틈 해결을 통한 과학교사 되기의 확장

초등 예비교사들은 교과서와 지도서를 기본으로 하여 광합성 실험을 진행한다. 1차 발표에서 예비교사는 앞에서 녹말을 추출하여 건조하는 과정에서 교과서에서는 그 방법이 구체적으로 나와 있지 않아 건조를 위해 기다리는 시간이 너무 오래 소요되어 실험을 수행하는 데 어려움을 겪은 것으로 나타났다. 이러한 어려움은 교사교육자 피드백을 통하여 전자레인지 사용과 사용시간을 충분히 듣고 직접 수행하여, 녹말을 건조하여 원하는 결과를 얻을 수 있었다. 이와같이 해석의 틈은 대상자가 기본적으로 참고하는 자료에 대한 해석에서 정보를 얻지 못할 경우 다른 대상으로부터 정보를 얻고 그것을 해석하여 해결책으로 작용하여 성공적인 결과를 얻을 수 있다. 이러한 해석의 틈은 상호작용을 통한 정보의 이해 노력이 함께해야 한다.

(1조 1차 발표 내용) 잎을 갈아서 즙을 내어 녹말 검출을 하는 과정에서 건조하는 시간이 필요하다 고만 교과서에 제시되어 있었다. 교과서대로 기다려도 건조하는 데 시간이 너무 많이 소요되었다.

(교사교육자 피드백) 교과서에서는 다양한 시행착오를 통해 얻어진 구체적인 실험 방법을 제시하기 보다, 학생들이 직접 실험을 수행하면서 개별적으로 추가적인 과정을 탐색하도록 의도하고 있다. 건조 과정에서 시간을 절약하기 위해 시료를 전자레인지에 1분 30초간 가열하면 시계접시가 손상되지

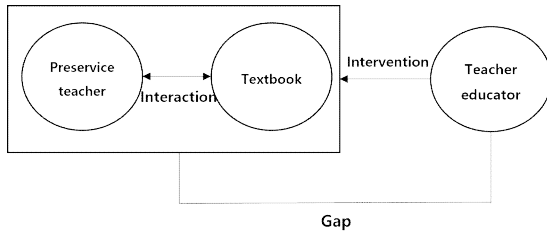
않으면서도 효과적으로 건조된다는 실천적 지식은, 교사와 학생이 새로운 정보를 비판적으로 해석하고 적용할 수 있는 학습의 일부로 이해될 필요가 있다.

(1조 2차 발표 내용) 교수님이 말씀하신 데로 1분 30초 동안 전자레인지에 돌려 실험을 진행하니 시간도 절약되고 청람색 결과를 잘 볼 수가 있었다. 교과서나 지도서에 없는 정보는 조연자에게 정보를 얻어 해석하여 실험에 적용하는 것도 한 방법이며 이러한 작은 정보들을 하나하나 해석하여 적용하는 것이 차이나는 교사가 되는 데 도움이 된다.

해석의 틈이란 기존에 사용하던 대상의 해석을 통해서 얻은 수 없었던 정보를, 새로운 대상이 개입하거나 접근하여 해석함으로써 획득하는 과정을 의미한다. 즉, 해석의 틈은 기존 지식의 한계를 넘어 실험을 확장하고 새로운 정보를 생성할 수 있는 인식적 공간이다([Fig. 3]). 물론 해석의 틈은 대상이 어떻게 받아들지에 대한 마음가짐이 중요하게 작용한다. 대부분의 실험의 결과나 이론은 예비교사들에게 현 입장에서 의미 있게 적용하기 전에는 유용하지 않다고 생각한다 (Kwon and Kim, 2021; Kohen and Dori, 2019). 열린 마음가짐을 가질수록 기존 대상에 대한 해석을 넘어, 새로운 대상과의 관계 속에서 추가적인 정보를 얻을 수 있다. 즉, 주체의 개방성이 중요하다. 대상과 대상 사이의 커뮤니케이션을 허용하고, 그 소통의 과정에서 일어나는 상호작용 속에서 생겨나는 틈을 자신만의 것으로 확장해 가는 과정이 필요하다. 이러한 과정 속에서 교사는 과학을 가르치는 행위에 대한 새로운 통찰과 정보를 얻게 되며, 이를 통해 점진적으로 과학교사 되기가 진행된다.

과학교사가 되기 위해서는 다양한 대상과의 접촉을 통하여 생긴 정보에 대한 해석의 능력을 길러야 한다. 해석은 인간과의 접촉을 통해 형성되기도 하지만, 비인간 존재와의 관계 속에서도 해석의 대상이 되는 의미가 생성된다. 이러한 관계들을 통해 정보를 구성할수록, 그것은 과학을 가

르치는 데 새로운 아이디어를 생성하는 장이 되어 교사로서의 차별성을 형성하게 된다.



[Fig. 3] Eventization of Interpretive Gaps in Photosynthesis Experiments.

4. 관계의 틈 해결을 통한 과학교사 되기의 확장

초등 예비교사들은 학생의 입장에서 광합성 실험을 수행하였다. 그러나 교과서에 제시된 실험 내용이 초등학교 수준에 맞추어 단순하게 구성되어 있었기 때문에, 일부 예비교사들은 실험 과정에서 학습적 갈등을 경험한 것으로 나타났다. 이러한 경험을 통해 그들은 교사로서 보다 심화된 수준의 실험을 시도해 보고자 하는 필요성을 인식하게 되었다. 또한 교사와 학생 사이에서 발생할 수 있는 것에 대해 알아보기 위하여 교사교육자 피드백을 통하여 교사와 학생 사이에 있는 것이 왜 중요한지 그 사이에서 무엇을 할 수 있는지에 대해 피드백을 받았다. 교사교육자는 비록 예비교사들이 현재는 학생 눈으로 실험을 수행하는 경향이 강하나 교사의 눈으로 바라보는 것이 아이들이 광합성 실험에서 무엇이 필요하며 어떻게 도움을 줄 수 있는지에 대해 세심하게 접근할 수 있다는 것을 예비교사에게 설명하였다. 이와 같이 예비교사들은 교사와 학생 사이 관계의 틈을 통하여 과학교사 되기를 경험하는 것으로 나타났다.

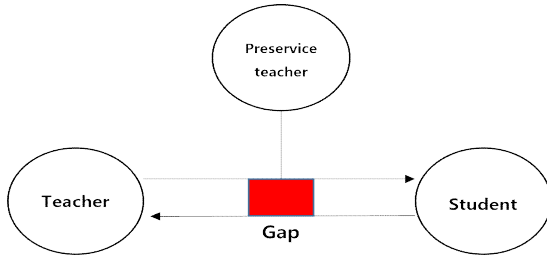
(6조 1차 발표 내용) 광합성 실험을 초등학교이라고 생각하고 실험을 하니 실험 내용이 너무 단순해지는 것 같고 교사로서 실험하고자 하니 실험 과정 하나하나 신경이 쓰인다. 교과서 ‘어떻게 할

까요’ 라는 초등학교 수준에서 의문을 던질 것으로 이것을 통해서 교사로서 알아야 할 심층적 과정은 알 수가 없다.

(교사교육자 피드백) 교사의 눈으로 광합성을 바라보는 것이 필요하다. 그리고 학생이라면 어떠한 어려움이 있을지 직접 실험을 통해 경험하고 알아가는 것이 필요하다. 교사의 눈으로 바라본다는 것은 실험 준비물에서부터 실험 진행 과정에 이르기까지 모든 요소를 하나하나 세심하게 살피며 진행한다는 것을 의미한다.

(6조 2차 발표 내용) 교수님 말씀처럼 교사로서 광합성 실험을 직접 해보면서 어떠한 것이 필요할지 아이들이 어떠한 점에서 어려움이 느낄 수 있을지로 접근하여 실험을 진행하니 좀 더 다양한 관점에서 광합성 실험을 바라보게 되었다.

관계의 틈이란 대상이 중간자적 위치에서 경험하는 갈등, 즉 현재의 위치와 미래의 위치 사이에서 ‘무엇을 선택하고 어떻게 나아갈 것인가’를 숙고하는 사유의 공간을 의미한다. 이러한 틈을 인식하고 해결해 가는 과정이야말로 과학을 가르치는 교사로 성장하는 계기가 된다([Fig. 4]). 두 관계가 점차 좁혀짐에 따라 틈의 간격도 줄어들고, 그로 인해 갈등이 완화되면서 교사로서 한 단계 더 성장할 수 있는 계기가 마련된다. 이러한 관계의 틈은 서로의 차이를 해석하게 해주며, 끊임없이 의미를 생성하게 해주는 매개체(agency) 역할을 한다(Anderson, 2007). 이러한 관계의 틈의 효과는 서로를 상쇄하거나 한쪽이 사라지는 방식이 아닌, 서로가 대등하게 존재하며 함께 결합하여 관계성을 드러낼 때 발휘될 수 있다. 과학교사 되기 관점에서는 교사와 학생 사이에서 새로운 시각으로 실험 활동을 바라봄으로써 차이나는 관점으로서 실험을 계획하고 준비물을 조사할 수 있다. 따라서 관계의 틈을 사건화하여 바라보는 것은 교사와 학생 간의 경계를 확장하고, 다양성의 확보, 기존 교과서 및 지도서와의 차별성, 그리고 숨어 있는 현상에 대한 주목을 가능하게 하여, 기존의 정형화된 실험 방법에서 탈주해 창의적인 아이디어를 생산할 수 있도록 한다.



[Fig. 4] Eventization of Relational Gaps in Photosynthesis Experiments.

IV. 결 론

본 연구에서는 초등 예비교사들의 광합성 실험 과정에서 겪은 갈등을 해결하고 변화를 시도하기 위한 사유를 과학교사 되기 과정의 사건으로 보고 사건을 4가지 틈의 유형으로 분류하여 분석하였다. 또한 4가지 틈의 유형에 관한 사건의 사례를 바탕으로 초등 예비교사들의 과학교사 되기의 확장 과정을 탐색하였다.

4가지 틈의 유형 중에서 해석의 틈의 유형의 빈도가 가장 높게 나타났는데, 예비교사들은 광합성 실험을 하면서 우선적으로 교과서와 지도서를 기본으로 하여 실험을 진행하였기 때문이다. 이로 인해 해석이 교과서와 지도서의 내용 중심에 초점을 두는 경향을 보였다. 그러나 교과서와 지도서는 학생들 수준에서 해결하기 위한 방법적 측면이 강하다 보니 교사로서 해결해야 할 부분이나 시행착오를 통해 해결해야 할 부분에는 교사교육자가 제안한 것에 대한 해석으로 이어져야 할 필요성이 있었다. 초등 예비교사들은 교과서와의 상호작용과 교사교육자와 상호작용을 통해 생긴 틈을 효과적으로 해석하는 것이 심층적인 광합성 실험으로 나아갈 수 있는 길이 될 수 있었다. 이러한 맥락에서 예비교사들은 해석적 관점에서의 틈을 사건화하여 과학교사 되기를 시도한 것으로 나타났다. 그다음으로는 시간의 틈, 공간의 틈, 관계의 틈 순으로 광합성 실험에서 사건화를 통하여 과학교사 되기를 시도한 것으로

나타났다.

광합성 실험에서 시간의 틈은 녹말 검출을 위해서 시간을 사건화한 것이다. 대조군과 실험군이 차이를 보이기 위해서는 기존에 생성된 녹말을 소모하기 위한 시간이 필요한데, 낮과 낮의 사이인 밤 시간이 시간의 틈으로 작용하여 그 시간을 어떻게 처리하는가가 성공적인 광합성 실험의 중요한 요인으로 작용한다는 관점이다. 따라서 광합성 실험에서 시간의 틈은 광합성이 주로 낮에 일어난다는 점에서 낮 시간이 중요하지만, 낮과 낮 사이에 존재하는 시간의 틈을 어떻게 처리하느냐 역시 중요함을 의미한다. 이러한 시간의 틈은 실험의 한 과정으로서 중요하게 작용하며, 그 틈을 해석해 나가는 과정은 과학교사 되기의 확장으로 볼 수 있다.

광합성 실험에서는 실험을 위한 적절한 공간에서 장소 선정이 매우 중요하다. 어떠한 장소를 선정하였는지에 따라 실험의 결과가 달리 도출될 수 있기 때문이다. 이러한 맥락에서 예비교사들은 광합성 실험에서 공간을 사건화하여, 기존에 광합성 실험의 공간으로 인식되던 실험실이나 교실 창가에서 벗어나, 광합성량에 영향을 미치는 요인들과 증산작용을 연계하여 최적의 장소를 모색한 것으로 나타났다. 이러한 과정은 교사교육자의 피드백이 역할을 하였으며 교사교육자와의 상호작용을 통하여 예비교사들은 평소 알고 있는 장소이지만 관심을 가지지 않았던 장소를 광합성을 위한 최적의 장소로 찾아낸 후에 그 장소에서 성공적인 광합성 실험을 한 것으로 나타났다. 이러한 과정은 학생 수준을 뛰어넘어 과학을 가르치는 교사로서 중요한 경험이 되며, 이러한 공간적 틈의 사건화는 과학교사 되기의 일부로서 차별화된 과학 수업을 설계하고, 광합성 실험에서 학생들을 성공적인 실험으로 이끌 수 있는 기반이 될 것으로 판단된다.

초등 예비교사들의 광합성 실험에서 앞에서 녹말을 추출한 후 건조하는 과정에서 교과서와의 상호작용을 시도하였으나, 정확한 방법과 시간이

명시되어 있지 않아 갈등을 겪게 되었고, 이로부터 해석의 틈을 경험한 것으로 나타났다. 교과서의 실험 방법에 대한 해석에서 부족한 부분을 교사교육자의 개입과 제안한 방법에 대해 예비교사 나름대로 해석하여 광합성 실험에 적용한 후에 원하는 결과를 얻은 것으로 나타났다. 이와 같이 해석의 틈은 기존의 대상 해석만으로는 해결할 수 없는 문제 상황에서, 다른 대상과의 소통을 통해 새로운 해석의 단서를 찾아 실험을 마무리해 가는 과정을 의미한다. 이러한 해석의 틈은 열린 마음가짐의 필요성을 내포하며, 기존의 정보에 머무르지 않고 새로운 정보를 탐색하는 과정 속에서 형성된다. 특히 예비교사는 다양한 대상과의 커뮤니티적 상호작용을 통해 과학교사로서 일반적으로 통용되는 실험 방법에서 탈주하여, 차이나는 방식으로 실험을 재구성하고 설계하는 경험을 한다. 이와 같은 탈주의 실천은 ‘과학교사 되기’의 확장된 양상을 드러내는 중요한 과정으로 이해될 수 있다.

초등 예비교사들은 광합성 실험을 진행하면서 처음에는 학생의 입장에서 과제를 수행하듯이 진행을 한 것으로 나타났다. 그러나 진행을 할수록 초등학생들의 수준을 넘어서 광합성 실험을 바라보게 되었고 현장에서 광합성 실험을 어떻게 진행할지 고민하게 된 것으로 나타났다. 그 과정에서 교사교육자의 피드백을 통하여 교사의 눈으로 광합성 실험을 바라보는 것이 광합성 실험을 보다 심층적으로 접근할 수 있으며 현장에 가서도 아이들의 어려움을 이해한 상태에서 광합성 실험 지도를 잘할 수 있을 것으로 판단한 것으로 나타났다. 이와같이 예비교사들은 교사와 학생 사이에 위치한 상태에서 중간자적 입장에서의 관계를 형성하면서 조율을 통하여 과학교사 되기를 경험하는 것으로 나타났다. 이러한 경험은 예비교사만이 겪을 수 있는 고유한 과정으로, 학생과 교사 사이의 중간자적 위치에서 형성되는 학습 경험이다. 이 위치에서 예비교사는 학습자의 관점에 머무르기보다 교사의 시각에서 학습자를 배려

하며 실험을 설계하게 되고, 이를 통해 과학교사 되기의 과정 속에서 교사로서의 전문성과 정체성을 보다 구체적으로 드러낼 수 있을 것으로 보인다.

이러한 틈의 사건화를 하는 것은 교과서와 지도서 수준에서 벗어나 차이나는 광합성 실험 전략으로 과학교사 되기를 시도하는 것으로서, 그 틈에서 발생한 사건들을 어떻게 해결하느냐가 과학을 가르치는 교사로서의 자신감 향상과 새로운 창의적 아이디어 생성으로 이어질 수 있다. 따라서 틈은 시행착오와는 다른 개념으로, 해결되지 않은 상태로 남아 있는 하나의 사건으로 인식되어야 한다. 이러한 관점에서 사건으로서의 틈은 실험 과정의 일부로 간주될 수 있으며, 틈의 사건을 체계적으로 분석하고 접근하는 것이 요구된다.

틈을 사건화로 하는 것은 틈의 중요성을 인식한 후에나 가능하다. 틈을 사건화하기 위해서는 그만큼 틈에 대한 사전적 교육이 있어야 한다. 따라서 과학교육론 강의나 과학교과교재연구및지도법 강의시간에 실험을 진행하면서 발생할 수 있는 틈에 대한 전략적 접근에 대한 학습이 이루어지도록 강의계획을 수립할 필요가 있다.

후속 연구에서는 ‘틈’의 이론적 정립을 위하여 교사들을 대상으로 ‘틈’에 대한 해석과 인식을 분석하고, 이를 통해 그 과학교육적 가치를 이론적으로 해석하고자 한다.

References

- Anderson TR(2007). Bridging the educational research-teaching practice gap. *biochemistry and molecular biology education*, 35(6), 465~470.
<https://doi.org/10.1002/bmb.20136>
- Bae EK(2019). A study on the expression of 'gap' in contemporary art : focused on works of this researcher. Unpublished doctoral dissertation, Hongik University.
- Bristol TJ and Shirrell M(2019). Who is here to help

- me?: The work-related social networks of teachers of color. *American Educational Research Journal*, 56(3), 868~898.
<https://doi.org/10.3102/0002831218804806>
- Chang HS and Lee HJ(2011). Exploring pre-service science teachers' motivation for career choice and their self-image as a science teacher, *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(1), 14~31.
<https://doi.org/10.14697/jkase.2011.31.1.014>
- Deleuze G(2005a). *Cinema 1: The movement image*, trans. H. Tomlinson and B. Habberjam, London: Continuum.
- Deleuze G(2005b). *Cinema 2: The time image*, trans. H. Tomlinson and R.Galeta, London: Continuum.
- Furman Shaharabani Y and Yarden A(2019). Toward narrowing the theory - practice gap: Characterizing evidence from in service biology teachers' questions asked during an academic course. *International Journal of STEM Education*, 6(1), Article 21.
<https://doi.org/10.1186/s40594-019-0174-3>
- Ha JS(2011). A study on the aesthetic horizon of 'Teum' : a small empty time/space. Doctoral dissertation, Pusan National University.
- Hwang MY and Won HH(2018). A study on elementary teachers' instructional planning and practices. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 30(4), 1484~1496.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2018.08.30.4.1484>
- Jang YK(2022). Expanding boundaries through openings. Master's dissertation, Seoul Women's University.
- Jumani NB(2013). Connections between theory and practice in teacher education. *The European Journal of Social & Behavioural Sciences*, 4(1), 788~800.
<https://doi.org/10.15405/ejsbs.2013.1.12>
- Ji EY(2022). 'A case study on the curriculum implementation of early childhood teacher 'dwelling in the zone of between''. Master's dissertation, Sookmyung Women's University.
- Kim DR(2024). An exploration into how pre-service elementary school teachers become science teachers based on deleuze's theory of fold - Focusing on the microscope-used observation activity -. *Biology Education*, 52(1), 1~12.
<https://doi.org/10.15717/bioedu.2024.52.1.1>
- Kim DR(2022). Analysis of the system of pre-service elementary school teachers' photosynthesis experiment activities through CHAT. *The Journal of Education*, 42(1), 19~35.
<https://doi.org/10.15267/keses.2015.34.4.502>
- Kim DR(2015). The analysis of elementary pre-service teachers' reflective thinking and experiment performance ability on photosynthesis experiment. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 34(4), 502~518.
<https://doi.org/10.15267/keses.2015.34.4.502>
- Kim JW(2017). An aesthetic of reception approach to the gap of interpretation in deconstructive graphic design. *Bulletin of Korean Society of Basic Design & Art*, 18(5), 127~139.
- Kim SK(2021). Pre-service elementary teacher's understanding of chemical reaction in the elementary science textbook of the 2015 revised curriculum. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 33(6), 1488~1508.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2021.12.33.6.1488>
- Kim SK(2020). Understanding about dissolution and solution of pre-service elementary school teachers. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 32(1), 133~143.
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2020.2.32.1.133>
- Kısa N, Badavan Y and Houchens G(2020). Reasons for theory practice gap in the field of educational administration. *Kastamonu Education Journal*, 28(4), 1629~1645.
<https://doi.org/10.24106/kefdergi.3626>
- Ko YR and Lee SH(2019). The effect of project based learning using cyber science museum on elementary school students' motivation for science learning and attitude toward science. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 31(6), 1696~1707.
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2019.12.31.6.1696>
- Kohen Z and Dori Y(2019). Toward narrowing the gap between science communication and science education disciplines. *Review of Education*, 7(3), 525~566.
<https://doi.org/10.1002/rev3.3156>
- Kwon TS and Kim YG(2021). The comparative analysis of illustrations and questions of elementary school experimental observation textbooks -Focused on 2009 and 2015 revised curriculum. *Journal of*

- Fisheries and Marine Sciences Education, 33(5), 1172~1184.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2021.10.33.5.1172>
- Magaji A, Adjani M and Coombes S(2024). A systematic review of preservice science teachers' experience of problem-based learning and implementing it in the classroom. Education Sciences, 14(3), 1~19.
<https://doi.org/10.3390/educsci14030301>
- Park MS(2008). A study on expression figuring images of cracks. Master's dissertation, Kyonggi University.
- Rios-Atehortua LD, Torres-Valois T, Solaz-Portolés JJ and Sanjosé V(2024). Pre-service science teachers' beliefs about creativity at school: A study in the Hispanic context. Education Science, 14(11), 1194.
<https://doi.org/10.3390/educsci14111194>
- Shaharabani YF and Yarden A(2019). Toward narrowing the theory-practice gap: characterizing evidence from in-service biology teachers questions asked during an academic course. International Journal of STEM Education, 6(21), 1~13.
<https://doi.org/10.1186/s40594-019-0174-3>
- Tsakeni M(2023). Primary preservice science teachers' perceptions of practical work in remote learning environments. Journal of Curriculum Studies Research, 5(1), 44~62.
<https://doi.org/10.46303/jcsr.2023.5>
-
- Received : 08 January, 2026
 - Revised : 23 January, 2026
 - Accepted : 28 January, 2026