

인공지능을 활용한 해안사구 식물 탐구 프로그램이 초등 과학영재의 정의적 영역에 미치는 영향

변정호*

삼척고등학교

The Effects of Field Trip Learning Program on Plant Inquiry in Coastal Dune using Artificial Intelligence on the Affective Domain of Gifted Elementary Science Studentt

Jung-Ho Byeon*

Samcheok High School

Abstract: In the application and composition of learning content, the field trip learning of scientific inquiry could provide a positive effect. Also, it can arouse an experience of various inquiry activities through open thinking. In addition, it could take a positive effect by providing the diversity and specificity of wildlife experience for the living organism. The biology inquiry program of the field trip is a necessary process to acquire ecological experiences in the learning context. However, there is some problem to solve before the performance of field trip learning as professional knowledge of the outdoors inquiry. Therefore, this study developed a field trip inquiry program for the plant in a coastal dune using artificial intelligence to assist professional knowledge. The researcher carried out literature reviews and analysis related to studies and programs to investigate learning steps, content, and strategy. Also, this study investigated the effects of the program on the affective domain of gifted elementary science students. According to the results of this study, the program can provide a positive effect on motivation, task commitment, and attitude level. Consequently, the field trip learning program for plant in the coastal dune using artificial intelligence developed in this study can arouse a positive effect on the affective domain. Therefore, additional study is necessary related to inquiry programs of the field trip for various students and sites.

keywords: field trip learning program, inquiry of plant, coastal dune, artificial intelligence, elementary science gifted student, elementary school, biology learning

I. 서론

사회의 급격한 디지털화는 인간의 삶과 관련된 많은 영역의 변화를 유발하고 있으며, 특히 인공지능의 보편화는 다양한 분야에서 이전에 존재하지 않거나 어렵게 여겨지던 문제를 쉽게 해결할 수 있도록 보조하는 장점들을 제공하고 있다(Magana & Marzano, 2014; Russell & Norvig, 2018). 이러한 변화와 함께 인터넷이나 메타버스 상에서 실물이나 장소를 간접적으로 체험할 수 있는 기회가 증가함으로 인해 시간과 공간을 초월한 학습이 가능해지고 있으며, COVID 19

으로 인한 비대면 교육의 일상화는 이러한 현상을 가속화 시키고 있다(Chang, Lim, & Hong, 2021). 반면 사회적 상호작용 및 야외 활동 부족으로 인해 겪는 문제점들도 함께 제기되고 있는 실정으로 대면 상황과 비대면 상황 교육의 빈번한 교체와 같은 불확실 상황의 극복을 위해서는 야외 활동 교육에 대한 융합적 접근이 필요하다(Ju, 2019; Pietrocola *et al.*, 2021).

과학교육 측면에서 야외에서 이루어지는 현장학습은 실물을 접하고 이론적으로 학습한 내용의 구조화 및 적용에 긍정적 효과를 나타내며, 개방적인 사고를

* 교신저자: 변정호 (jhbyeon77@gmail.com)

** 2022년 3월 29일 접수, 2022년 4월 21일 수정원고 접수, 2022년 4월 21일 채택

http://dx.doi.org/10.21796/jse.2022.46.1.53

유발함으로써 다양한 탐구활동의 경험이 가능하게 한다(Wells *et al.*, 2015). 또한 현장의 다양성과 특수성을 통해 제공되는 실제 경험은 학습자의 정의적 영역에도 긍정적으로 작용하는 것으로 알려져 있다(Bae & So, 2014; Manner, 1995; Park, 2020). 이런 맥락에서 모든 과학영역에서 고르게 야외 학습이 필요할 수 있지만, 특히 생물영역에서는 식물 관찰 및 생태적 학습 경험의 제공 측면에서 필수적인 과정에 해당한다(Kim, Bae, & Lim, 2007).

야외에서 이루어지는 과학학습 프로그램 개발 국내 연구 중 초등 예비교사를 위한 생물 야외 탐구 프로그램 개발 연구들은 공통적으로 학습적 측면에서 긍정적 효과를 제시하고 있으나, 과학태도 측면에서의 효과성은 프로그램마다 다소 차이가 나타났다(Bae, 2016; Bae & So, 2014; Kim, Bae, & Lim, 2007; Park, 2020). 중등학생을 대상으로 한 야외 탐구 프로그램 관련 연구들 역시 프로그램 자체에 대한 효과는 긍정적이었으나, 태도 영역에서는 활동의 종류에 따라 차이가 존재하였다(Kim & Lee, 2008; Kim *et al.*, 2013; Park, Lee & Jeon, 2007; Ryu & Kim, 2019). 초등학생을 대상으로 한 프로그램들은 접근성 등을 고려하여 대부분 외부 탐사활동보다 학교 내 야외 체험장 활용에 초점을 맞추고 있었으며, 역시 태도 영역의 효과성 측면에서는 차이가 있는 것으로 제시되고 있다(Hong, Bae, & So, 2015; Ju, 2018; Park & Shin, 2016).

다양한 야외 탐구 프로그램들은 전반적인 학생들의 만족도가 높은 편이었으나, 정의적 영역의 일부 요소에서는 서로 다른 결과가 나타났다. 이러한 차이는 전문가의 설명을 단순히 청취하는 수동적 활동이거나, 동정이 잘 이루어지지 않아 문제해결에 어려움을 겪는 등 학습자가 주도적으로 활동하기 어려운 내재적 한계와 탐구 문제가 즉각적으로 해결되지 않음으로 인해 발생할 수 있다(Dillon *et al.*, 2006). 야외에서 이루어지는 생물 학습은 다양하게 제시되어 있으나 상대적으로 관찰과 채집의 용이성, 안전상의 이유 등으로 학습 대상 지역의 우점종인 식물을 탐구 대상으로 제시하고 있다(Ahn & Kim, 2018; Kim *et al.*, 2013). 반면, 식물을 대상으로 하는 관찰과 탐구활동은 관찰 시기에 따른 식물의 생육 정도와 꽃, 열매의 다양성 등 전문가의 도움을 받지 않을 경우 활동이 어렵다고 느낄 수 있다. 야외 생태학습이 교육현장에서 실현되기 어려운 이유는 다양하게 존재하지만, 전문가가 동행하지 않을 경우 현장에서 관찰 대상 식물을 실시간으로 동정하는 것이 어려우며, 채집을 통해 사후 분석과정을 거쳐야만 한다는 것이 주요한 제약 사항에 해당한다(Park, Lee, & Jeon, 2007). 또한 현

재까지 다양하게 제시된 야외 생태학습 프로그램은 대부분 생태학적 측면에서 잘 알려진 장소를 탐방 대상으로 제시하고 있지만, 해당 장소들은 보호구역이거나 보존지역으로 지정되어 일반적으로 출입이 어렵거나 행정절차를 거쳐야 하므로 접근성이 낮은 측면이 있다. 특히 초등학생들의 경우 탐방로가 구성되어 있지 않은 경우 안전상의 문제 등으로 인해 학교 내 생태프로그램, 가상체험 등이 대안적으로 제시되고 있는 실정이다(Ju, 2018; Yoon, 2019). 반면, 우리나라 해안가에 널리 분포되어 있는 해안사구(Coastal dune)는 자동차로 쉽게 접근할 수 있어 지역적으로 접근성이 용이하며, 대부분 안전한 탐방로를 갖추고 있어 초등학생들의 생태탐방 장소로 적합하다(Kang *et al.*, 2017; Park, 2020; Yu *et al.*, 2013).

해안사구는 바람의 영향으로 해변 모래가 해안선을 따라 내륙쪽으로 이동하여 형성된 모래언덕으로써 해안의 특성과 내륙의 특성을 동시에 지니는 생태 전이대에 속한다(Park *et al.*, 2020). 서로 다른 생태계가 접하는 곳으로 탐방 코스에 따라 다양한 육상식물과 염생식물을 발견할 수 있으므로, 목표활동을 다양하게 설정할 수 있는 장점도 지니고 있다(MOE, 2002). 국내 해안사구 관련 연구들을 살펴보면, 우리나라 해안사구의 분포와 보전현황에 대한 연구(Choi & Kim, 2015), 부산 지역의 해안사구를 활용한 환경 생태교육 프로그램 개발 연구(Ahn & Kim, 2018), 해안사구를 사례로 한 조사형 야외 학습 프로그램의 개발 연구(Lee, Oh, & Choi, 2017)가 제시되어 있다. 해안사구의 분포에 비해 관련 연구와 관리는 미비한 실정이며, 국가수준에서 해안사구의 분포와 관리실태를 본격적으로 시작한 것 역시 10여년이 조금 지났을 뿐이다(Kang *et al.*, 2017; Yu *et al.*, 2013). 해안사구가 지니고 있는 생태학적 가치와 접근의 용이함 등으로 초등학생을 위한 생명과학 야외 탐구활동의 적절한 장소에 해당하나 이와 관련한 교육프로그램은 전무한 실정이다.

해안사구 탐사 활동은 접근의 용이성뿐만 아니라, 생물을 직접 관찰하고 학습하기 위한 다양한 요소 측면에서도 적합성을 지니고 있다. 그러나, 전문가 동행 또는 식물도감과 같은 보조 자료가 반드시 요구되며, 학생들이 도감과 보조자료를 활용할 수 있는 기본소양을 갖추고 있어야 탐구학습의 효과를 기대할 수 있다(Park *et al.*, 2008). 훈련된 전공자라 하더라도 야외 학습에서는 생물을 실시간으로 동정하고 자료를 기록하는 것이 쉽지 않으며, 소지할 수 있는 도구와 자료도 제한될 수밖에 없다. 무엇보다도 야외 탐구활동을 인솔하는 교사가 관련 분야에 대한 전문소양을 지니고 있지 못할 경우 단순 체험학습으로 끝날 수밖에

에 없을 것이다(Park, Lee, & Jeon, 2007). 최근에는 야외 탐구활동을 할 경우 필요 최소한의 채집이라는 행정적 원칙이 요구되는 상황에서 생명윤리적 측면에서 학생들의 식물 채집 활동의 어려움과 함께 탐방시간 제한 등 현실적 제약들이 존재한다(Behrendt & Franklin, 2014; Park & Shin, 2016). 이러한 측면에서 가상 탐방 등의 대안이 제시되고 있으나 현장에서 경험하게 되는 다양한 변화와 실감성을 전달하기에는 부족할 수밖에 없다.

교사와 학생의 식물에 대한 전문성, 도감과 보조 자료의 제한점, 공간적 제한점들을 극복할 수 있는 수단으로 최근 다양한 분야에 적용되고 있는 인공지능 기술이 대안이 될 수 있다. 인공지능은 인간의 사고를 모방한 정보처리과정을 통해 최적 결과를 제시하는 알고리즘으로 정의하며, 인공지능 중 머신러닝은 교육 및 사회 전반적으로 가장 많이 활용되는 유형에 해당한다(Chang, Lim, & Hong, 2021; Guan, Mou, & Jiang, 2020). 머신러닝은 인공지능망 기술을 이용하여 학습한 자료를 바탕으로 범주 모델을 생성하고, 사용자에 의해 제공되는 새로운 자료로부터 패턴을 발견하여 기존 범주 모델과의 유사성 분석 결과를 제공한다(Guan, Mou, & Jiang, 2020; Kim, 2020). 패턴 분류에 적합한 머신러닝 기술을 활용할 경우 관찰한 식물에 대해 즉각적으로 동정에 필요한 정보를 제공할 수 있으며, 관찰의 감각기관 의존성과 이론의존성에 의해 발생하는 오류를 최소화할 수 있는 장점을 지니고 있다(Chang, Lim, & Hong, 2021). 인공지능 모델 생성을 위해서는 기본적으로 코딩역량과 인공지능 개발에 대한 소양이 요구되지만, 초등학생뿐만 아니라, 일반인도 쉽게 활용할 수 있도록 머신러닝 저작 도구가 제시되어 있다(Kim *et al.*, 2020; Shin & Shin, 2021). 특히 티처블 머신은 이미지 기반 머신러닝 모델 제작에 용이하며, 코딩 과정 없이도 완성된 인공지능 모델을 모바일 기기용으로 제공하여 야외 활동 활용에 적합하다(Cho, Chen, & Kim, 2021). 따라서 이 연구에서는 초등학생들이 교실수업을 통해 지역에 인접한 해안사구 식물에 대한 학습 및 자료 수집을 통해 인공지능 모델을 생성한 후, 모바일 기기로

인공지능을 활용해 해안사구 식물을 탐사하는 활동 프로그램을 개발하는 것을 연구 목표로 설정하였다. 또한 개발한 활동 프로그램의 경험이 초등학생들에게 어떤 영향을 주는지 사례 적용을 통해 확인하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

해안사구의 식물을 탐구하기 위한 인공지능 생성과 학생들이 구성한 인공지능을 활용하여 실제 장소를 탐사하는 프로그램 개발을 위해 연구자 학교에서 운영하는 무한상상실 과학탐구 활동의 일환으로 동해안 소재 S지역 초등 과학영재 학생을 모집하였다. 학부모의 동의가 포함된 자발적 참여 신청서를 제출한 학생들 중 과학적 소양과 탐구역량을 고려함과 동시에 연구 대상 지역 해안사구 탐방 학습 프로그램 경험이 없는 과학영재원에 재학 중인 학생 6명을 선발하였다. 지원자들에 대한 인터뷰를 통해 인공지능 생성 과정에 필수적인 소양인 컴퓨터를 활용한 자료 탐색이 가능한지 확인하였으며, 개인적 사정으로 사전 검사나 사후 검사, 야외 탐방 전·후 활동 등 1회 이상 참가하지 못하는 학생 2명을 제외하여 최종 4명이 프로그램에 참여하였다. 학생 A와 B는 지역 대학교 과학영재원에 재학 중이며, 학생 C와 D는 지역 교육지원청 영재원에 재학 중이었다. 학생들의 평균 연령은 12.5세로 5학년 2명과 6학년 2명으로 구성하였다(Table 1).

2. 연구절차 및 방법

해안사구 식물 탐구 프로그램을 개발하기 위해 기존에 제시된 야외 탐구 프로그램 개발 연구들과 식물 탐구 프로그램 개발 연구들에 대한 고찰을 통해 선행 연구들에서 제시하고 있는 학습 단계와 학습 방법, 탐방과정에서 나타나는 유사성을 기반으로 활동을 구성하였다. 야외 탐구 활동은 학생들의 과학적 역량 개발

Table 1. The information of participant

	A	B	C	D
나이	12	13	12	13
성별	여	남	남	남
영재원	대학교 영재원	대학교 영재원	교육지원청 영재원	교육지원청 영재원
영재원 소속 기간	2년	2년	2년	3년

을 고려하여 과학적 탐구능력과 생태계에 대한 공감, 생명과학에 대한 태도를 향상 시킬 수 있도록 학습 방법을 제시하였다. 이를 위해 활동 대상 지역인 해안사구 지형의 특성과 탐방로, 식생 분포에 대한 자료를 사전 조사를 통해 획득하였다. 또한 실제 해안사구를 방문했을 때 모바일 기기를 이용하여 학생들이 직접 사용하게 될 인공지능 모델 만들기 활동을 포함하는 탐사 전 활동, 탐사 활동, 탐사 후 활동으로 구분하여 학습내용을 구성하였다.

개발한 인공지능 활용 해안사구 식물 탐구 프로그램의 경험이 초등과학 영재 학생들에게 미치는 영향을 확인하기 위해 프로그램 경험 전·후 정의적 영역에 대한 검사를 실시하였다. 식물 탐구활동에 대한 동기 수준 확인을 위해 Keller (2009)의 활동 동기 검사지를 사용하였으며, 생명과학에 대한 학습 지속성향을 확인하기 위해 Byeon (2020)의 연구에서 제시한 과제 집착 검사지를 수정하여 사용하였다. 태도의 변화를 확인하기 위한 검사는 생명과학에 대한 태도 관련 연구에서 제시하는 공통적용어와 부정용어를 양극단에 배치하는 예비문항 30개를 선정하여 R&D 과정을 거쳐 구성하였다(Russell & Hollander, 1975). 예비문항 중 생명과학 전문가 2인으로부터 타당도 검토를 받아 18개의 문항을 선정하였으며, 초등학생을 대상으로 한 태도 검사가 제시된 연구에서 사용한 용어를 활용하여 6개 문항을 추가하였다(Shin & Shin, 2021). 태도 검사지는 독립된 집단에 제공하여 내적신뢰도를 산출하였으며, 신뢰도가 낮은 4개 문항을 제외함으로써 최종 20문항으로 구성하였다(Cronbach α : 0.91). 야외 탐구 프로그램에 참여한 학생들을 대상으로 활동 전·후에 검사지를 제공하여 응답을 받았으며,

이 연구에서 개발한 인공지능 활용 해안사구 식물 탐구 프로그램의 진행 단계별로 정성적 분석을 위한 개별 인터뷰를 실시하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 해안사구 특징 및 식생 분포

이 연구에서 탐방 대상지역으로 선정한 장소는 동해안 37°38'95" N, 129°23'34" E에 위치하고 있으며, 인근 시내지역으로부터 차로 15분 이내에 도착할 수 있고 해수욕기간을 제외하면 관광객 출입이 상대적으로 낮은 지역이다. 또한 해안선은 장애물 없이 최장 5.03 km의 직선형태이며, 사구에 오랜 기간 보존된 숲이 자리하고 숲 내부의 탐방로 주변으로는 식생이 잘 보존되어 있다. 탐방지역의 최대 면적은 0.25 km², 탐방로 최대 길이는 1.95 km, 사구의 최대 고도는 3m, 사구에 포함된 섬의 최대 고도는 59.93 m로 주차장을 출발점으로 북서쪽 탐방로의 길이는 왕복 1.16 km, 남동쪽 탐방로의 길이는 왕복 1.61 km로 구성하였다. 북서쪽 탐방로는 모래 길을 거쳐 사구 숲을 통해 염생식물과 육지식물을 탐구할 수 있도록 하였으며, 남동쪽 탐방로는 모래 길을 거쳐 육지와 연결된 작은 섬의 해안과 숲을 조사하고 사구 숲으로 이동하도록 구성하였다.

탐방 대상 지역의 해안사구에서는 일반적으로 사구에 서식하는 것으로 알려진 다양한 식물 종을 관찰할 수 있다. 특히 일반적으로 학교내 자연생태학습장이나 산과 들에서 보기 어려운 염생식물을 쉽게 발견할 수



Figure 1. The course of exploration learning on coastal dune

Table 2. The distribution of vegetation in coastal dune

국문명	학명	국문명	학명
통보리사초	<i>Carex kobomugi</i>	물억새	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>
갯메꽃	<i>Calystegia soldanella</i>	순비기나무	<i>Vitex rotundifolia</i>
갯완두	<i>Lathyrus japonicus</i>	냉이	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
갯방풍	<i>Glehnia littoralis</i>	개쑥갓	<i>Senecio vulgaris</i>
갯씀바귀	<i>Ixeris repens</i>	달맞이꽃	<i>Oenothera biennis</i>
우산잔디	<i>Cynodon dactylon</i>	곰솔(해송)	<i>Pinus thunbergii</i>
해당화	<i>Rosa rugosa</i>	조릿대	<i>Sasa borealis</i>

있다. 또한 자연발생적으로 형성된 식생과 함께 방풍림 조성을 목적으로 조립되어 우점종으로 자리하고 있는 곰솔이 사구에 주로 분포한다. 탐방 대상 지역은 해안사구뿐만 아니라, 원래 섬이었다가 사구의 형성으로 육지와 연결된 작은 산이 포함되어 있어 좀 더 다양한 식생을 관찰할 수 있는 장점을 지니고 있다. 대상 지역의 탐방로에서 주로 발견되는 식물 종에 대한 사전 탐사 및 조사를 통해 확인한 결과 Table 2와 같은 식물이 주로 분포하고 있었다.

2. 인공지능 활용 해안사구 식물 탐구 프로그램 개발

다양한 생물 야외 탐구 프로그램 개발 관련 연구들에서는 일반적으로 사전 교내활동, 현장활동, 사후 교내활동으로 구분하였으며, 야외 탐구의 경우 교실에서 이루어지는 탐구활동과 달리 과학적 사고와 정의적 영역이 함께 고려되어야 함을 제시하고 있었다 (Braund & Reiss, 2004; Rowe & Humphries, 2004). 예비 초등교사를 대상으로 한 Kim, Bae, & Lim (2007)의 연구에서는 사전 교내활동 단계를 통해 과학탐구 오리엔테이션, 현장 사전조사 및 탐구 계획서 제출, 행정절차 및 준비물 점검을 실시하도록 안내하였다. 현장 탐구활동 단계에서는 현장에서의 시청각 교육 및 현장견학을 실시하고, 견학결과를 바탕으로 탐구계획에 대해 탐색 및 수정보완할 수 있는 기회를 제공하였다. 또한 실제 관찰 및 채집을 실시한 후, 활동 결과를 분석하고 발표하는 과정을 통해 과학적 탐구과정을 완성하도록 하였다. 사후 교내활동 단계에서는 현장 탐구 결과에 대한 추가 자료조사 및 최종보고서를 작성하도록 함으로써 탐구과정을 경험할 수 있도록 제안하였으며, Bae & So (2014)의 연구와 Bae (2016)의 연구에서도 동일한 과정을 적용하여 야외 탐구 프로그램을 실시하였다. 반면, Park (2020)의 연구에서는 다양한 견학이 가능하도록 동물 탐사활동,

환경생태 탐사활동, 식물 관찰활동을 수행하도록 하였으며, 모든 활동은 전문가 지도 후 학생의 자유로운 탐사활동으로 구성하였다.

중학생 과학영재들을 대상으로 한 Kim *et al.* (2013)의 연구에서는 학생들이 직접 탐구계획서를 제출하고 이를 통해 대상자를 선발한 후, 멘토링 및 세부 탐구활동 계획서를 작성하도록 하였다. 또한 오리엔테이션을 통해 탐사 활동 전 과학탐구방법, 기기 사용법 등을 안내한 후, 실제 야외탐구활동을 진행하였다. 과학영재를 대상으로 한 Park, Lee, & Jeon (2007)의 연구에서는 이론 학습, 야외 학습, 결과 발표로 활동을 구분하였으며, 야외 활동 전 생물 분류를 위한 이론 학습을 실시함으로써 야외 탐구를 위한 기본 소양을 갖추도록 하였다. 야외활동에서는 모둠을 정하고 생물을 채집한 후 분류 및 동정을 수행하였으며, 분류 결과를 정리하여 발표활동을 수행하도록 프로그램을 구성하였다. 초등학생을 대상으로 STEAM기반 야외학습을 개발한 Hong, Bae, & So (2014)의 연구에서는 동물 관찰을 위한 계획 세우기와 사전 지식 알아보기로 이루어진 사전 단계, 실제 동물 관찰과 특징 파악 등 정보수집 과정으로 이루어진 야외체험학습 단계, 관찰결과 정리 및 추가 조사 후 발표활동을 수행하는 사후단계로 프로그램을 구성하였다. Park & Shin (2016)의 연구에서도 준비 활동, 체험활동, 정리 활동 단계로 구분하였으며, 초등학생들의 야외 탐구학습을 위해 사전준비 활동 후 실제 장소로 이동하여 생물을 관찰하고 관찰결과를 이야기하는 활동으로 이루어진 학교생태관찰 학습 프로그램을 제시하였다. 고등학생을 대상으로 한 Lee, Oh, & Choi (2017)의 해안사구 야외 학습 프로그램 개발 연구에서도 배경지식 습득과 기기 활용 및 자료 정리를 연습하는 사전 활동 단계, 해안사구를 직접 조사하고 설명을 도입하는 야외조사 활동 단계, 자료를 정리하고 산출물을 제작함으로써 발표하는 사후활동 단계를 제시하였다. 또한 해안사구를 활용한 환경교육 프로그램 연구(Ahn

& Kim, 2018)에서도 기본교육, 현장환경교육, 종합교육으로 이루어진 3단계 프로그램을 제안하였다.

이상의 논의를 종합하면, 일반적으로 야외 탐구 프로그램들은 현장탐구 전 활동, 현장탐구 활동, 현장탐구 후 활동의 3단계 과정을 제시하고 있으며, 현장탐구 전 활동에서는 현장에서 수행하게 될 탐구활동과 관련한 배경지식에 대해 학습하고 탐구활동을 계획하는 과정으로 구성되어 있다. 현장탐구 활동에서는 실제 생물에 대한 관찰과 채집을 실시하고 탐구 결과물에 대한 동정 및 조사 후 발표를 통해 상호 의사소통하도록 하고 있다. 현장탐구 후 활동에서는 활동 결과를 보완하고 탐구결과 보고서를 작성하거나 현장에서 즉시 시행하기 어려운 발표를 사후활동에서 수행하기도 한다. 이상의 고찰 결과를 바탕으로 이 연구에서는 야외 탐구 활동을 준비하는 탐색단계, 야외 탐구활동을 실행하는 수행단계, 야외 탐구활동 결과에 대한 의사소통 단계로 구분하였다.

1) 탐색 단계

탐색 단계는 야외 탐구 현장에서의 활동을 준비하고 관련 학습을 실시하는 과정에 해당한다. 그러므로 야외 탐구 방법에 대한 기초적인 학습과정을 제공하였으며, 해안 사구지형의 특징과 탐방경로, 안전하게 야외 탐구활동을 수행하는 방법을 학습하도록 하였다. 또한 이를 바탕으로 탐구활동 계획서를 작성한 후 탐방 코스에서 주로 발견되는 식물 종에 대해 사전 조사활동을 수행함으로써 탐방 현장에서의 식물 탐구를 위한 기본소양을 갖추 수 있도록 하였다. 사전 준비에도 불구하고 초등학생의 야외 탐구활동은 다른 예비교사나 중등학생들에 비해 활동 가능한 시간이 상대적으로 짧게 구성되어야 하며, 탐구활동을 위한 이동경로 역시 안전사항과 관련하여 제한될 수밖에 없다. 이러한 이유로 학교 내 야외탐구활동이나 가상체험관

이 대안적으로 제시되고 있으나, 실제 자연 생태를 직접 탐구하고 생물을 관찰함으로써 경험할 수 있는 효과와 동일하지는 않다(Abraham, Kennedy & Liebherr, 1996, Marc & Teresa, 2014). 이 연구에서는 초등학생의 야외 탐구활동에서 제한사항으로 작용할 수 있는 시간적 제한, 동정과정의 어려움 해소, 탐구 결과의 기록 및 보존 등과 같은 제반 문제점을 극복하기 위해 인공지능 기술을 활용하도록 구성하였다. 이를 위해 대상 지역에서 주로 발견되는 식물에 대한 학습 및 자료 조사활동을 수행하고 인공지능 모델을 제작한다면, 실제 탐방활동에서 모바일 기기를 이용하여 관찰과 동시에 실시간으로 동정 및 관련 정보를 확인할 수 있을 것이다. 또한 모바일 기기에 내장된 위성위치정보시스템(GPS)과 지도정보, 음성 및 영상기록 앱을 활용하여 학생이 관찰한 식물에 대한 정보 및 지형적 정보를 동시에 기록할 수 있다. 일반적으로 인공지능을 제작하기 위해서는 관련 분야에 대한 전문성이 요구되나, 머신러닝 저작도구인 티처블 머신은 별도의 코딩 교육 없이 간단한 사용법을 통해 대상을 구분하는 인공지능 제작이 가능하다(Cho, Chen, & Kim, 2021). 그러므로 탐색 단계에서 탐구 현장 생물과 관련된 이미지 자료를 인터넷 검색을 통해 학생들이 직접 수집하고 머신러닝을 위한 학습 자료로 사용하였다. 머신러닝에 사용한 이미지는 국립생물자원관에서 제공하는 이미지를 우선적으로 사용하였으며, 학습 자료의 샘플 수를 확보하기 위해 식물도감, 백과사전, 웹 이미지를 선별하여 추가로 제공하였다. 식물 종의 국문명을 티처블 머신에서 설정하는 범주로 설정하여 머신러닝 모델을 생성하였으며, 생성된 모델은 클라우드 업로드를 통해 모바일 링크를 생성하여 실제 현장에서 학생의 개별 모바일 기기를 통해 사진을 촬영하면 즉시 사용할 수 있도록 하였다. 탐색 단계의 활동 내용과 실제 활동 예시는 Table 3에 제시하였다.

Table 3. The example of activity during exploration step

단계	활동 목표	활동 내용	활동 예시
탐색	<ul style="list-style-type: none"> · 탐구 방법 학습 및 계획 · 탐구 현장 생물 조사 및 인공지능 생성 	<ul style="list-style-type: none"> · 현장 지형 특징조사 및 학습 · 탐방 경로 조사 및 선택 · 안전 사항 조사 · 야외 탐구 방법 학습 · 탐구활동 계획서 작성 · 탐사지역 서식 생물 학습자료 수집 · 인공지능 모델 생성 	 <p>인공지능 모델 생성</p>

2) 수행 단계

수행 단계는 이전 단계에서 준비한 현장 탐구활동을 실제로 실행하는 활동에 해당하므로, 탐구 대상 지역에 도착한 후 기존 탐구활동 계획과 실제 지형을 비교하여 탐구수행 방법과 이동 경로 등을 비교하고 확인하는 활동을 우선적으로 실시하였다. 탐구활동 대상 지역의 기상, 사람의 밀집도 등 계획한 내용과 비교하여 실행 가능 여부를 확인하고 상황에 따라 변경해야 하는 내용을 결정함과 동시에 탐구 계획을 재인하도록 하였다. 탐구계획에 기반 하여 결정한 탐방로를 따라 이동하면서 해안사구에 서식하는 식물들을 발견하고 관찰하도록 하였으며, 관찰과정에서 모바일 기기를 이용하여 사진을 다각도로 촬영하도록 하였다. 탐색 단계에서 생성한 인공지능 모델이 업로드 된 웹 주소 링크로 접속하면 해안사구 식물을 분류하는 인공지능을 불러올 수 있다. 발견한 식물의 전체 및 부분 촬영 사진을 인공지능 모델에 실시간으로 업로드 하면 사전에 범주로 설정한 해안사구 식물 종과의 유사성 분석결과를 확률로 제공받게 된다. 학생은 인공지능을 통해 제공되는 유사성 정보를 바탕으로 식물을 1차 동정하는 의사결정을 수행하며, 정확한 결과를 획득하기 위해 식물의 부분 촬영 사진 업로드 결과와 전체 촬영 사진 업로드 결과를 복합적으로 확인하도록 하였다. 학생들은 인공지능에 의한 유사성 분석 결

과와 학생이 소지한 식물도감 미니북을 이용해 식물을 동정을 완료하는 최종 의사결정 과정을 수행하였다. 동정이 완료되면 모바일 기기를 이용하여 영상을 촬영하면서 식물을 상세히 관찰하고, 식물의 세부적인 특징과 발견한 장소의 특징을 음성 및 영상으로 기록하도록 하였다.

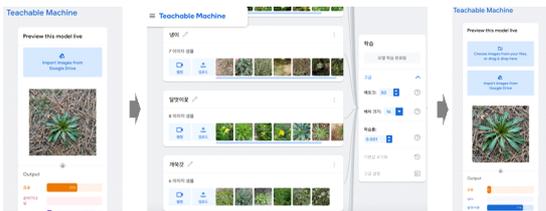
3) 의사소통 단계

의사소통 단계는 야외 탐구활동을 마무리하고 복귀하여 탐구 결과를 정리하고 보완함으로써 다른 학생들과 탐구결과를 논의하고 발표하는 상호작용 단계에 해당한다. 현장에서 발견하고 기록한 식물 종에 대한 정보들을 컴퓨터에 저장하고, 촬영한 사진 및 영상, 인공지능을 이용한 유사성 판단 결과를 종합적으로 검토함으로써 최종적인 탐구결과 보고서 형태로 정리하도록 하였다. 특히 인공지능 모델의 경우 탐색 단계에서 인공지능 학습에 사용한 이미지 자료의 편측화로 발생한 편견으로 인해 왜곡된 결과가 나타난 경우, 추가적인 학습자료를 보완하여 인공지능을 재학습시키고 탐구 결과를 수정 및 확정하는데 사용하도록 하였다. 탐구 결과에 대한 수정.보완을 거쳐 식물 종에 대한 분류를 확정된 후, 결과를 상호 발표함과 동시에 공유하도록 하였다. 학생들은 공유된 탐구 결과를 비교하여 자신이 수행한 탐구활동과 다른 학생이 수행

Table 4. The example of activity during performance step

단계	활동 목표	활동 내용	활동 예시
수행	<ul style="list-style-type: none"> · 현장 탐사 및 생물 탐구 · 생물 탐구 결과 기록 및 저장 	<ul style="list-style-type: none"> · 현장 지형과 탐구활동 계획 비교 · 탐구수행 방법 확정 · 탐구계획에 따른 생물탐구 수행 · 발견 생물 관찰 · 인공지능 활용 탐구결과 기록 및 저장 	 <p>인공지능 활용 해안사구 식물 탐구활동</p>

Table 5. The example of activity during communication step

단계	활동 목표	활동 내용	활동 예시
의사소통	<ul style="list-style-type: none"> · 탐구 결과 정리 및 수정.보완 · 탐구 결과 발표 및 공유 	<ul style="list-style-type: none"> · 탐구 결과 반영을 통한 인공지능 모델 학습자료 보완 · 생물탐구 결과 수정 · 관련 자료 추가 조사 및 결과 보완 · 탐구 결과 발표 자료 제작 · 탐구 결과 발표 및 공유 	 <p>인공지능 모델 수정.보완</p>

한 탐구 결과에서 상이한 점이 발견될 경우, 논의 과정을 거쳐 오류 여부를 검증하는 기회를 가지도록 하였다. 최종적으로는 학생들이 해안사구에서 발견한 식물에 대한 관찰 및 분류 탐구 결과를 정리하고, 보고서의 내용을 수정하도록 하였다.

3. 참여 학생의 생명과학에 대한 정의적 영역 변화

다양한 야외 탐사 프로그램들은 대상을 달리하고 있으나, 야외 활동 체험이라는 목적과 과학적 탐구활동을 자연생태 환경에서 경험하도록 하고자 하는 목표를 추구하고 있다. 자연환경의 경험은 생명과학에 대한 탐구역량뿐만 아니라, 생명에 대한 호기심과 흥미 유발, 생명과학에 대한 태도 등에 다양한 영향을 줄 수 있다(Ayotte-Beaudetj *et al.*, 2017; Wells *et al.*, 2015). 이러한 맥락에서 해안사구 식물 탐구 프로그램에 참여한 초등 과학영재들을 대상으로 정의적 영역의 변화를 확인하고자 하였으며, 프로그램 참여 전·후 검사를 통해 야외 식물 탐구활동에 대한 동기수준, 생명과학에 대한 과제집착력, 생명과학에 대한 태도 변화를 확인하였다(Table 6).

야외 식물 탐구활동에 대한 정의적 영역 변화를 살펴보면, 모든 학생들은 야외 식물 탐구활동에 대한 동기 수준, 생명과학에 대한 과제집착력, 생명과학에 대한 태도 점수가 증가함으로써 전반적으로 긍정적인 변화를 나타내었다. 동기 수준 변화는 사전검사 평균 120.00에서 사후검사 평균 138.25로 증가하였고, 생명과학에 대한 과제집착력의 사전검사 평균은 87.50에서 사후검사 평균 101.25로 변화하였으며, 생명과학에 대한 태도 사전검사 평균은 79.00에서 사후검사 평균 87.75로 증가하였다. 프로그램에 참여한 학생들의 야외 식물 탐구활동에 대한 동기 수준은 크게 증가하였으며, 높은 수준으로 생명과학 활동을 지속하고자 하는 경향성이 나타났으며, 생명과학에 대한 긍정적인 태도 변화를 확인할 수 있었다. 이러한 변화는 야외 탐사 프로그램 개발 관련 연구들에서 제시한 정

의적 영역 변화에 대한 긍정적 효과와 동일한 맥락에서 해석될 수 있다(Hong, Bae, & So, 2015; Ju, 2018; Park, 2020; Ryu & Kim, 2019). 물론 이 연구에 참여한 초등과학 영재의 수가 제한적이라도 통계적 유의성을 분석하기 어려우나, 자연환경에서 직접 식물을 탐구하는 활동을 통해 긍정적인 변화 유발 가능성을 확인하는 측면에서 의미를 찾을 수 있을 것이다. 연구에 참여한 학생들의 사고와 인식의 변화를 정성적으로 확인하기 위해 본격적인 활동을 시작하기 전 실시한 인터뷰를 통해 해안사구 식물 탐구 프로그램 참여에 어떤 기대를 하고 있는지에 대한 질문을 실시하였으며 학생들의 응답은 다음과 같았다.

학생 A: 야외 체험은 영재원에서 해본 경험이 있는데, 멀리 있는 새로운 장소가 아니라 바닷가라고 해서 사실 기대를 하지 않았어요. 그런데, 가까운 곳이어서 편하게 생각되고, 인공지능을 이용한다고 해서 호기심이 생긴 것 같아요.

학생 B: 요즘은 밖에서 하는 과학 활동은 거의 해본 적이 없어요. 그리고 사구가 뭔지 몰랐는데, 내가 살고 있는 지역에 있다고 해서 재미있을 것 같았고, 인공지능을 만드는 게 궁금했어요.

학생 C: 작년에 영재원에서 온라인으로 거의 수업을 했는데, 밖으로 나가서 과학 수업을 한다고 해서 신청했어요. 그리고 인공지능을 만들어서 사용하는 게 재미있었으면 좋겠어요.

학생 D: 뭘 하는지 솔직히 잘 모르겠는데, 바닷가에서 생물을 찾아본다고 해서 재미있을 것 같았어요. 그런데, 동물은 안 볼 거라고 해서 조금 실망했어요. 하지만, 식물을 찾아보는 것도 괜찮아요. 그리고 인공지능을 어떻게 만드는지 궁금해요.

Table 6. The result of level change by program experience for plant inquiry in coastal dune

		학생 A	학생 B	학생 C	학생 D
야외 식물 탐구활동 동기	사전검사	120	116	125	119
	사후검사	137	135	143	138
생명과학 과제집착력	사전검사	89	92	85	84
	사후검사	101	103	99	102
생명과학에 대한 태도	사전검사	76	80	78	82
	사후검사	88	86	92	91

프로그램에 참여한 학생들은 대부분 야외 활동 장소가 인근 지역이라 생소하지 않다고 느끼고 있었으며, 야외 활동 자체에 대한 기대와 관심을 지니고 있었다. 즉, 새롭고 역동적인 장소가 아니라 하더라도 학생들이 쉽게 접근할 수 있는 생물탐구 야외 프로그램은 학생들의 호기심과 관심을 유발할 수 있음을 의미한다(Park & Shin, 2016). 또한 인공지능을 직접 생성하고 자신이 만든 인공지능을 이용하여 실제 생물을 관찰하고 분류한다는 내용에 흥미와 관심을 가지고 참여하였다고 답하였다. 이러한 결과는 인공지능 활동에 대한 기대심리를 반영하고 있으며, 인공지능을 활용하는 활동을 통해 학생들의 참여 동기를 이끌어 내었다고 판단할 수 있다(Shin & Shin, 2021). 프로그램에 참여한 학생들이 직접 인공지능 학습자료를 탐색하고 머신러닝 모델을 생성하는 과정에 대한 학생들의 사고와 심적 변화를 확인하기 위해 탐색 단계 종료 후 실시한 인터뷰 결과는 다음과 같았다.

학생 A: 야외에서 식물을 찾고 알아볼 때 준비해야 하는 걸 배우게 되어 새로웠어요. 그리고 인공지능 만드는 게 쉬워서 잘 작동할지 의심스러웠는데, 다른 사진을 주니까 답을 정확하게 찾는게 신기했어요.

학생 B: 인공지능 만드는 방법이 너무 쉬워서 놀랐어요. 아두이노 같은 활동은 코딩을 해야만 뭔가 할 수 있었는데, 학습시킬 사진을 내가 찾고 학습을 쉽게 시킬 수 있어서 좋았어요. 그런데 내가 잘못 만들고 있는 건 아닌지 걱정되기도 했어요.

학생 C: 인공지능 만드는 과정이 어려울 줄 알았는데, 쉽고 재미있었어요. 그리고 어떤 사진을 주는지에 따라 인공지능 결과가 달라진다고 하니 자꾸 사진을 더 많이 찾게 되는 것 같았어요.

학생 D: 다음에 사용할 인공지능을 내가 직접 만들어야 해서 어려울 거라고 생각했는데, 막상 해보니 쉬웠어요. 그리고 찾아야 하는 식물이 무엇인지 분명해서 편했고, 사진을 국립생물자원관에서 찾으니깐 어디에서 주로 발견되는지 정보도 알려줘서 이해하는데 도움이 되었던 것 같아요.

기존의 탐사 프로그램과는 달리 이 연구에서 개발한 인공지능 활용 해안사구 식물 탐사 프로그램은 머신러닝 모델을 학생들이 직접 생성하고 모바일 기기를 사용함으로써 야외 활동에서 발견한 식물에 대한 동정과 관찰 결과 기록에 소요되는 시간을 절약할 수 있도록 하였다. 또한 사전활동에 해당하는 탐색 단계에서 해안사구에 서식하는 대표적인 식물 종에 대한 자료를 조사하는 활동이 인공지능을 학습시키는 목적적 활동으로 이루어졌다. 학생들은 인공지능의 생성 과정에서 인공지능의 편견을 제거하고 신뢰성을 높이기 위해 적극적으로 더 다양한 이미지 자료를 찾고 학습자료로 활용하고자 시도하였으며, 끊임없이 인공지능에 문제점이 없는지에 대해 점검하고자 하였다. 이러한 결과는 야외 탐구활동에서 학생이 자기주도적으로 탐구활동을 준비하고 수행할 때 긍정적인 효과가 나타난다는 연구 결과와도 일치한다(Kim *et al.*, 2013). 따라서 인공지능을 직접 생성하는 활동을 통해 학생들이 스스로 야외 탐구활동 준비과정을 내면화하면서 학습하고 실제 야외에서 이루어지는 수행 단계 활동에 대한 기대와 관심을 유지한다고 판단할 수 있었다. 탐색 단계에서 생성한 인공지능을 활용하여 실제 탐사 대상 지역에서 식물 탐구활동을 수행한 후 학생들의 참여 만족도와 탐구활동을 경험함으로써 느낀 점에 대해 인터뷰를 실시한 내용은 다음과 같았다.

학생 A: 식물을 찾아보는 활동만 하는 게 아니라, 내가 직접 만든 인공지능으로 유사성을 확인하는 것이 너무 좋았어요. 재미있기도 했지만, 야외에서 실제 생물을 분류하도록 도와줄 수 있다는 게 신기했어요. 다음에 이런 활동을 한다면 더 많은 식물을 찾아 보고 싶어요.

학생 B: 인공지능 만들면서 잘 될까 걱정했는데, 사진만 찍으면 바로바로 몇 퍼센트 비슷한지 알려주니까 좋았어요. 인공지능이 없으면 가져간 도감을 처음부터 다 뒤져야 하는데, 그런 부분이 편리했던 것 같아요. 다음에는 가족들과 함께 와서 내가 만든 인공지능을 가지고 식물에 대해 알려주고 싶어요.

학생 C: 야외에서 핸드폰으로 인공지능을 이용한다는 게 신기했어요. 무엇보다도 내가 직접 만든 인공지능을 사용하니까 좋았어요. 조금 애매한 결과도 있었지만 혼자서도 식물이 무엇인지

알 수 있게 해줘서 편리했어요. 다음에는 인공지능을 더 많이 학습시키면 좋을 것 같아요.

학생 D: 인공지능 만들기는 재미있었지만, 학습을 시키려고 사진을 찾고 입력하면서 잘될까 궁금했어요. 그런데 실제로 사용해보기까 기대했던 것처럼 완전히 정확하게 알려주지는 못하지만, 그래도 어떤 식물과 비슷한지 알려주니까 편했어요. 오늘 식물 사진 이랑 동영상도 찍었는데 이걸로 학습시키면 정확도가 올라갈까요?

이상의 결과들을 바탕으로 프로그램에 참여한 학생들은 야외 활동에 관한 관심과 호기심을 지니고 활동을 시작했으며, 야외 탐구활동에 사용할 인공지능을 직접 만들면서 스스로 식물 종에 대한 자료를 찾고 학습하는 자기주도성을 나타내었다. 이러한 결과는 과학 활동체험 프로그램에서 학습자에게 자기주도성과 자유도가 제공될 때 학습동기에 긍정적인 효과를 제공하며, 학습 전반에 영향을 미칠 수 있다는 연구결과와 동일한 맥락에서 해석될 수 있을 것이다(Choi & Kim, 2020; Dede *et al.*, 2017). 또한 모바일 기기를 통해 인공지능 모델을 사용함으로써 야외 활동에서 전문가의 도움을 최소화하고 시간을 절약할 수 있음을 알 수 있었다. 탐구활동의 보조적 수단으로 인공지능을 활용함으로써 학생들이 탐구활동에 더욱 흥미를 느끼고 활동을 지속하고자 하는 성향을 보임으로써 이 연구에서 개발한 프로그램이 정의적인 영역에 긍정적 영향을 줄 수 있음을 확인하였다.

IV. 결론 및 제언

야외 생물 탐구활동을 위해 접근성이 용이하고 생태적 가치가 높은 해안사구를 활동 대상 지역으로 선정하고, 학생들이 직접 인공지능을 생성 및 활용하여 사구에 서식하는 식물을 탐구하는 프로그램을 개발함으로써 획득한 결과들을 바탕으로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

첫째, 인공지능을 활용하여 해안사구 식물을 탐구하는 야외 프로그램을 개발할 수 있다. 야외에서의 생물 탐구학습은 학습에 대한 긍정적 효과와 함께 다양한 탐구의 경험을 제공하며, 자연환경의 불확실성이 존재하는 문제해결 과정을 체험할 수 있으므로 학습자에게 다양한 효과를 유발한다. 반면, 야외 탐구활동을 위해 해결해야 하는 이동 및 안전사랑, 전문적 지식,

채집 및 동정 등과 같은 기본소양과 선행과제들로 인해 실제 교육 현장에서 야외 탐구활동을 자주 경험할 수 없는 편이다. 이 연구에서는 식물 동정 및 분류와 관련된 전문 소양을 보조할 수 있는 머신러닝을 활용하여 학생들이 좀 더 쉽고 빠르게 의사결정 할 수 있도록 인공지능 모델 생성 활동을 제시하였다. 또한 우리나라 해안가 전역에 널리 분포하며 다양한 식생 분포로 생태학적 가치를 지니고 있는 해안사구 식물을 탐구 대상으로 하는 야외 프로그램을 선행 연구 고찰을 통해 개발함으로써 접근성이 용이한 프로그램을 제시할 수 있었다.

둘째, 해안사구 식물 탐구 프로그램은 정의적 영역에 긍정적 효과를 제공한다. 자연환경에서 직접 식물을 관찰하고 분류하는 것은 특정 생물에 대한 지식적 소양을 신장시키기 위한 목적 외에 생태학습적 관점에서 현장의 다양성과 특수성, 학습한 내용과 실물의 비교 등을 통해 학습에 영향을 미치는 정의적 요소에 변화를 유발할 수 있다. 이 연구에서 수행한 정의적 영역에 대한 검사 결과에서 학생들의 활동 동기 수준, 과제집착력, 태도가 긍정적으로 변화하는 것을 확인하였으며, 정성적 분석에서도 학생들의 흥미, 활동에 대한 지속 의지, 만족도가 높게 나타났다. 즉, 인공지능을 활용한 해안사구 식물 탐구 프로그램은 초등 과학 영재 학생들의 정의적 영역에 긍정적인 변화를 이끌어 낼 수 있는 가능성을 지니고 있었다. 따라서 이 연구에서 사용한 방법적 측면과 다양한 연구 결과를 고려하여 생명과학 학습이라는 맥락에서 교육적 의미를 포함하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 초등학생 및 중등학생을 대상으로 접근성이 용이한 다양한 생물 탐구 프로그램이 개발되어야 한다. 생명과학은 살아있는 생명체를 탐구 대상으로 하고 있으며, 생명체는 다양한 환경에서 상호작용하는 개체로 존재하고 있다. 학습의 목적에 따라 개념을 획득하거나, 실험활동 등 다양한 교육활동을 통해 미래 역량을 지닌 학생들을 양성하기 위해서는 불확실성과 다양성이 공존하는 야외 환경에서 생물을 직접 탐구하고 문제를 해결하는 과정을 경험할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 이를 위해 특수한 환경이나 대표적인 환경에 대한 탐사 프로그램, 학교 안 체험학습 프로그램과 함께 학생이 접근하기 용이하고 생태적 가치를 지니고 있는 지역의 다양한 야외 생물 탐구 프로그램이 개발되고 보급되어야 한다.

둘째, 인공지능을 활용한 야외 탐구 프로그램의 개발과 인공지능 모델의 공유 시스템이 필요하다. 인공지능을 교수학습 영역에 활용하는 사례는 다수 존재하나, 일회성으로 끝나거나 개발한 인공지능 모델이 공유되지 못하고 사라지는 경우가 일반적이다. 전문가

의 도움과 전문적 소양이 반드시 요구되는 야외 생물 탐구 프로그램의 경우 인공지능을 활용하게 되면 관찰 결과의 해석과 동정 및 분류를 위한 의사결정에 도움을 줌으로써 학생과 교사가 더욱 쉽고 편리하게 야외 활동을 수행할 수 있다. 최근 일부 포털사이트에서 제공하는 인공지능 사물 알려주기 또는 꽃 이름 알려주기 기능은 학술적 한계를 지니고 있어 실제 야외 탐구학습에 직접 활용하기는 어렵다. 반면, 인공지능을 활용한 야외 탐구 결과의 공유가 가능하다면 서로 다른 지역 교사와 학생이 수월하게 야외 활동을 준비하고 실행할 수 있을 것이다.

국 문 요 약

야외에서 이루어지는 과학 탐구학습은 이론적으로 학습한 내용의 구조화 및 적용에 긍정적 효과를 나타내며, 개방적인 사고를 유발함으로써 다양한 탐구활동의 경험을 유발한다. 또한 현장의 다양성과 특수성을 통해 제공되는 실제 경험은 학습자의 정의적 영역에도 긍정적으로 작용한다. 특히 경험적 학습의 맥락에서 생물에 대한 야외 학습프로그램은 식물 관찰 및 생태적 학습 경험의 제공 측면에서 필수적인 과정에 해당한다. 반면, 야외 탐구활동을 위해서는 전문적인 기본 소양과 해결되어야 하는 선행과제들이 존재하며, 이로 인해 실제 교육현장에서 잘 이루어지지 않는 실정이다. 따라서 이 연구에서는 야외 탐구와 관련된 전문소양을 보조할 수 있는 인공지능을 직접 학생들이 생성하고 활용하여 쉽고 빠르게 의사결정할 수 있으며, 다양한 식생 분포로 생태학적 가치를 지니고 있는 해안사구 식물을 탐구 대상으로 하는 야외 학습 프로그램을 개발하고자 하였다. 이를 위해 관련 문헌들을 고찰하여 활동 프로그램을 구성하였으며, 개발한 프로그램의 경험이 초등 과학영재 학생들에게 어떤 영향을 주는지 사례 적용을 통해 확인하였다. 활동 프로그램의 적용 결과 개발한 프로그램은 초등 과학영재 학생들의 동기수준, 과제집착력, 태도 변화에 긍정적인 영향을 줄 수 있었다. 결론적으로 인공지능을 활용하여 해안사구 식물을 탐구하는 야외 프로그램을 개발할 수 있었으며, 개발된 프로그램은 초등학생의 정의적 영역에 긍정적 효과를 제공할 수 있을 것이다.

주제어: 야외 탐구학습 프로그램, 식물 탐구, 해안사구, 인공지능, 초등 과학영재, 초등학교, 생명과학 학습

References

- Abraham, N., Kennedy, M., & Liebherr, H. (1996). Highschool biology field expeditions. *The American Biology Teacher*, 28(5), 448-450.
- Ahn, Y. J., & Kim, K. D. (2018). Environmental education plan using local coastal sand dunes: Focus on Dadaepo dune. *Korean Journal of Environmental Education*, 31(4), 275-290.
- Ayotte-Beaudet, J. P., Potvin, P., Lapierre, H. G., & Glackin, M. (2017). Teaching and learning science outdoors in schools' immediate surroundings at K-12 levels: A metasynthesis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 5343-5363.
- Bae, J. H. (2016). Effects of the biology inquiry field-trip program on elementary pre-service teachers' evolution related concept, and perception and endangered species conservation related knowledge, awareness and attitude -A quantitative research-. *Biology Education*, 44(3), 501-513.
- Bae, J. H., & So, K. H. (2014). Effects of the biology field-trip inquiry program on environmental literacy and scientific attitude of elementary preservice teachers. *Biology Education*, 42(1), 32-41.
- Behrendt, M., & Franklin, T. (2014). A review of research on school field trips and their value in education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(3), 235-245.
- Braund, M., & Reiss, M. (2004). The nature of learning science outside the classroom. In M. Braund, & R. Michael (Eds.), *Learning science outside classroom* (pp. 1-12). New York, NY: Routledge Flamer.
- Byeon, J. H. (2020). The effects of science-focused STEAM program and liberal art-focused STEAM program on the affective properties of high school students. *Brain, Digital, & Learning*, 10(3), 307-319.

- Chang, J. A., Lim, I. S., & Hong, O. S. (2021). The features of science inquiry using artificial intelligence, internet of things, big data and extended reality: Focusing on the IDEA-type science teacher research group. *School Science Journal*, 15(5), 407-422.
- Cho, Y. S., Chen, Y., & Kim, J. B. (2021). Development of elementary AI-science convergence education program using an AI classification model. *Brain, Digital, & Learning*, 11(2), 227-243.
- Choi, K. H., & Kim, Y. M. (2015). Distribution of coastal dunes and their conservation status in South Korea. *Journal of the Korean Geomorphological Association*, 22(3), 123-137.
- Choi, S., & Kim, H. B. (2020). Application and effects of VR-based biology class reflecting characteristics of virtual reality. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40(2), 203-216.
- Dede, C., Salzman, M. C., Loftin, R. B., & Spargue, D. (1999). Multisensory immersion as a modelling environment for learning complex scientific concepts. In W. Feurzeig, & N. Roberts (Eds.), *Modelling and simulation in science and mathematics education* (pp. 282-319). New York, NY: Springer.
- Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2006). The value of outdoor learning: Evidence from research in the UK and elsewhere. *The School Science review*, 87(320), 107-111.
- Guan, C., Mou, J., & Jiang, Z. (2020). Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, 4, 134-147.
- Hong, H. J., Bae, J. H., & So, K. H. (2014). The effects of the STEAM based field trip program on the elementary students' science process skills and attitude toward science. *Biology Education*, 43(4), 344-354.
- Ju, E. J. (2018). Changes of elementary students' cognition of nature and ecological sensitivity through ecological education based on nature of schoolyard. *Biology Education*, 46(1), 141-153.
- Ju, E. J. (2019). Case study of strategy modification due to uncertain situation variables in the problem-solving process of field trip. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 19(2), 1247-1265.
- Kang, J. H., Seo, J. C., Rhew, H. S., Kim, T. S., Oh, J. S., Lee, J. H., Oh, S. J., & An, S. J. (2017). Study on the status and socio-economic characteristics of coastal and dune in South Korea. *Journal of the Korean Geomorphological Association*, 24(3), 149-159.
- Keller, J. M. (2009). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Boston, MA: Springer.
- Kim, C. G., Ko, Y. C., Lee, S. C., & Kang, D. S. (2013). Analysis of middle school student's scientific attitudes and their perceptions to self-directed field research activities. *Teacher Education Research*, 52(3), 351-362.
- Kim, E. J., Bae, J. H., & Lim, C. S. (2007). Development of biology inquiry field-trip program for elementary preservice teachers: At Woopo, the greatest swamp in Korea. *Biology Education*, 34(5), 588-594.
- Kim, H. S., Jun, S. J., Choi, S. Y., & Kim, S. G. (2020). Development and application of education program on understanding artificial intelligence and social impact. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 23, 21-29.
- Kim, J. G., & Lee, B. E. (2008). Relationship between biology contents in middle school and ecological education programs in Yeo-eudo-saekgang eco-park. *School Science Journal*, 2(1), 59-66.
- Kim, J. H. (2020). *The best class of AI*. Seoul: Maekyungbook.
- Lee, J. W., Oh, S. M., & Choi, K. H. (2017). Students' experiences with investigative fieldwork activity of coastal sand dunes. *The Journal of The Korean Association of Geographic and Environmental Education*, 25(2), 129-150.
- Magana, S., & Marzano, R. J. (2014). *Enhancing the Art and Science of Teaching with Technology*. Bloomington, IN: Solution Tree.

- Manner, B. M. (1995). Field studies benefit students and teachers. *Journal of Geological Education*, 43, 128-131.
- Marc, B., & Teresa, F. (2014). A review of research on school field trips and their value in education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 9, 235-245.
- Ministry of Environment (2002). *A guide to the coastal dune conservation and management*. Gwacheon: Author.
- Park, H. W. (2020). The effect of outdoor exploration on the scientific attitude and perception of elementary pre-service teachers -Focused on birdwatching and lagoon exploration-. *Biology Education*, 48(3), 381-388.
- Park, H. W., Park, J. K., Choi, S. Y., Shin, Y. J., & Kim, Y. J. (2008). Participant teachers' needs for outdoor eco-experience program on bird-watching activities. *Biology Education*, 36(3), 314-324.
- Park, J. W., Lee, S. Y., Lee, E. P., Kim, E. J., Park, J. H., Lee, J. M., Kim, M. J., No, J. D., Han, D. U., & You, Y. H. (2020). Studies on the characteristics of vegetation and plant diversity of coastal sand dune in Busan metropolitan city. *Journal of Wetlands Research*, 22(2), 66-72.
- Park, K. S., Lee, J. K., & Jeon, S. H. (2007). Development of field trip program for marine animals on the Chollipo beach -Focused on the classification of marine animals-. *Biology Education*, 35(3), 452-463.
- Park, M. W., & Shin, D. H. (2016). The development of school ecology observation learning program based on elementary school science curriculum. *School Science Journal*, 10(2), 130-142.
- Pietrocola, M., Rodrigues, E., Bercot, F. F., & Schnorr, S. M. (2021). Risk society and science education. *Science & Education*, 30(1), 1-25.
- Rowe, S., & Humphries, S. (2004). The outdoor classroom. In M. Braund, & R. Michael (Eds.), *Learning science outside classroom* (pp. 19-34). New York, NY: Routledge Flamer.
- Russell, J., & Hollander, S. (1975). A biology attitude scale. *The American Biology Teacher*, 37, 270-273.
- Russell, S., & Norvig, P. (2018). *Artificial intelligence: A modern approach (global edition)*. Harlow, England: Pearson Education Limited.
- Ryu, M., & Kim, J. G. (2019). Development and application of ocean environmental education program using migration rhythm for larval releasing of *Sesarma haematocheir*. *Korean Journal of Environmental Education*, 32(2), 222-242.
- Shin, W. S., & Shin, D. H. (2021). A case study on the application of plant classification learning for 4th grade elementary school using machine learning in online learning. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 40, 66-80.
- Wells, N. M., Myers, B. M., Todd, L. E., Barale, K., Gaolach, B., Frenz, G., Aitken, M., Henderson, C. R., Tse, Jr. C., Pattison, K. O., Taylor, C., Connerly, L., Carson, J. B., Gensemer, A. Z., Franz, N. K., & Falk, E. (2015). The effects of school gardens on children's science knowledge: A randomized controlled trial of low-income elementary schools. *International Journal of Science Education*, 37(17), 2858-2878.
- Yoon, M. B. (2019). Development of a convergence education program based on the creation of 3D panorama virtual reality and geological field study sites in Maensapji, Hakseong-ri. *School Science Journal*, 13(3), 339-358.
- Yu, K. B., Shin, Y. H., Kim, D. H., & Kim, S. H. (2013). *Coastal dunes in west coast of Korea as ecological habitats*. Seoul: Seoul National University Press.

저 자 정 보

변 정 호 (삼척고등학교 교사)