

보급형 드론을 이용한 도서지역 초등학교의 지리교육: 환경과학체험 프로그램을 사례로

최광희*

Geography Education in Island Elementary Schools Using Entry-level Drones: An Example of Environmental Experience Learning

Kwang Hee Choi*

요약 : 도서지역은 지리나 환경 분야의 과학체험학습 기회가 도시에 비해 상대적으로 부족하다. 지리학습에 필요한 항공사진 자료를 구하기도 어렵다. 이 연구는 도서지역 초등학생에 대한 과학체험 프로그램을 개발하고 이를 토대로 보급형 드론을 이용한 지리교육 가능성에 대해 논의하였다. 이 프로그램은 산성도 측정 실험과 드론 조종 등으로 구성되었으며, 모두 6개 학교에서 진행하였다. 학생들(N=143)은 드론을 조종하여 학교와 그 주변 지역을 직접 촬영하였으며, 촬영된 항공사진을 교실에서 살펴보았다. 이 프로그램에 참여한 학생들의 93% 이상이 높은 만족도를 나타내었다. 교육후기에서 약 40%의 학생이 ‘드론’을 언급하였는데, 이것은 ‘재미있었다’라는 단어 다음으로 많이 사용된 것이었다. 도서지역의 지리교육에서 드론의 사용은 학생들의 흥미 유발, 공간 이해, 축척 학습, 환경변화 탐구 등에 긍정적으로 기여할 것으로 기대된다.

주요어 : 무인항공기, 지도화, 항공사진, 초등교육

Abstract : The island area has relatively few opportunities for experiential learning in the geography and environment fields compared to cities. It is difficult to obtain aerial photographs used for geography education in this area. This study developed an environmental experiential program for elementary school students in the island area and discussed the possibility of geography education using entry-level drones. The program was conducted in six schools, consisting of an acidity measurement experiment and controlling drones. The students (N = 143) took pictures of schools and their surrounding areas using drones at the play ground and looked at them in their classroom. More than 93% of the participants were satisfied with the program. About 40% of the students referred to the ‘drone’ which is the second most popular word after the word ‘fun’ in their reviews. The use of drones in geography education at islands is expected to contribute to promoting student interests, spatial understanding, scale learning, and exploring environmental changes.

Key Words : UAV (Unmanned Aerial Vehicle), Mapping, Aerial photograph, Elementary education

I. 서론

1. 배경

섬에 사는 초등학생들의 학부모는 학생의 도시학교

진학을 꿈꾼다. 2015년 기준, 전국 초등학교 수(5,978개)의 약 1%인 59개 학교가 도서지역에 분포하고 있다(한국교육개발원, 2015). 도서지역은 교통여건을 비롯한 정주환경의 불리함으로 인해 인구가 줄고 있으며(박종호 등, 2013; 심승희, 2013), 학생 수의 감소 경향도 뚜렷하

*영산강유역환경청 환경연구소(Researcher, Yeongsan River Basin Environmental Office, geoist@korea.kr) 겸 전남대학교 시간강사(Lecturer, Chonnam National University)

다. 섬이 많은 전남 신안군의 경우, 전출입을 통해 2014년 한 해 동안 21명의 학생이 감소하였으며, 완도군도 같은 기간 32명이 줄었다(전남교육청 홈페이지). 학생수의 감소로 인해 학교의 규모는 점점 작아지고 있으며(이동현, 2014), 교사의 수 또한 계속 줄어들고 있다. 그 결과, 도서지역 초등학교에서는 2개 이상의 학년이 한 교실 또는 한 명의 교사에 의해 운영되는 ‘복식학급’이 흔하다. 또한 고립된 환경과 불편한 교통 때문에 도시는 물론 농촌 지역에 비해서 박물관이나 과학관과 같은 시설체험의 기회나 외부강사를 활용한 교육기회가 부족하다(기진서·정희옥, 2005). 이러한 도서지역 교육환경의 불리함은 학생과 학부모에게 교육환경이 열악하다는 인식을 강화시키며, 도시학교 진학을 추진케 한다(박분희·백희숙, 2004).

열악한 교육환경과 육지에서 멀리 떨어져 있는 지리적 조건은 도서지역 학생들의 지리학습에도 불리한 조건으로 작용한다.¹⁾ 다른 장소에 대한 경험이 상대적으로 적고 자신들이 거주하는 섬을 주제로 다룬 지도 또한 구하기 어렵기 때문이다. 구글어스 같은 웹지도 또는 웹기반 GIS를 활용하는 것이 하나의 대안이 될 수 있겠지만(이선주·강영옥, 2010; 윤옥경·한정혜, 2014), 도서지역에 제공되는 사진이나 영상의 품질은 육지에 비해 매우 낮고 갱신주기도 늦다. 전남지역의 경우, 초등학교 3~4학년들이 배우는 사회과 교과의 ‘우리 고향’ 단원에는 고작 섬의 위치만 표시될 뿐이다(김경옥, 2011). 따라서 도서지역 초등학교 교사들에게 ‘공간’이나 ‘지도’를 가르쳐야 하는 사회과 교과는 도서지역에 비해 더욱 부담스럽기 마련이며, 학생들의 학습흥미도 반감될 수밖에 없다.

이런 상황에서, 조종자가 직접 사진을 찍고 지도를 제작할 수 있는 ‘드론’의 활용은 지리교육-특히, 도서지역 학교의 새로운 대안이 될 수 있다. 보급형 드론의 성능이 급속히 발전하면서 공간 및 환경 교육 분야에서 드론을 활용하려는 시도가 최근 들어 늘고 있음이 이를 말해 준다(Birchnell and Gibson, 2015; Gillani and Gillani, 2015; Jordan, 2015; Clever and Brown, 2016). 하지만 아직까지 우리나라에서, 특히 초등교육에 드론을 활용한 사례는 찾기 어렵다. 따라서 이 연구에서는 ‘도서지역 환경과학 꿈나무 교실’이라는 교육프로그램을 토대로, 보급형 드론을 이용한 도서지역 초등학생 지리교육의 가능성에 대해 논의하고자 한다.

2. 드론을 이용한 지리학습의 이론적 배경

1) 무인항공기(UAV)와 항공사진측량

항공사진측량이란 항공사진의 중첩과 지상의 기준점을 이용하여, 지표면 등 대상물의 위치형상을 해석하는 것이다. 최초의 항공사진측량은 사진술이 개발된 1800년대 초반에 시도되었지만, 우리나라에서는 1970년대부터 항공사진측량기법을 지형도 제작에 본격적으로 도입하였다. 항공사진측량은 대상물체의 크기나 위치, 형태를 정량적으로 파악할 수 있을 뿐만 아니라, 토지조사나 산림조사 같이 대상물의 특성을 활용한 정성적 조사에 활용될 수도 있는 장점이 있다. 또한 접근하기 어려운 곳을 측량할 수 있고 매우 경제적이며 측측 변경이 용이한 장점도 있다. 이런 이유로, 항공사진측량은 20세기 동안 매우 활발하고 다양하게 쓰여 왔다. 하지만 측량범위를 수 km 이내로 제한했을 때, 유인항공기를 이용한 측량은 항공기의 구입비용이나 운영경비가 높아 매우 비경제적인 측량기법이 된다.

조종자의 탑승이 필요 없는 무인항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)를 이용한 항공측량기법이 최근 급속히 발전하고 있으며, 지리학을 비롯한 여러 학문분야에서 활용되고 있다. 이른바 ‘드론(drone)’으로 불리는 무인항공기 또는 무인항공체계(UAS: Unmanned Aerial System)에 대한 관심은 이미 1800년대 후반부터 있었다(Kakaes et al., 2015). 우리나라에서도 무선조종 무인항공기를 이용한 항공사진 측량이 1980년대에 시도되었다(강인준·정봉채, 1988). 초기의 드론은 군사목적용을 위해 개발되었으나, 요즘에는 항공촬영, 물품수송, 영화제작, 농약살포, 측량 등 다방면에서 활용되고 있다. 극지나, 밀림, 화산 등 물리적 접근이 어려운 지역과 각종 재해 및 재난 상황에서도 다양한 데이터 수집이 가능하다(Marries, 2013). 드론을 날리는 장면은 더 이상 어렵거나 희귀한 풍경이 아니며, 누구나 쉽게 항공사진을 찍을 수 있다. 비행, 항법, 통신, 카메라 등 관련기술의 발달과, 드론 생산 및 연구업체의 증가에 따라 가격은 낮아지고 기능은 크게 향상되고 있기 때문이다. 그 결과, 무인항공기를 이용한 항공사진측량이 매우 급격히 발전하고 있으며, 지리학 분야에서도 그 응용사례가 증가하고 있다(최광희 등, 2016)

2) 항공사진을 활용한 지리학습

지도학습 또는 지리학습을 위하여 항공사진은 상당히 오래 전부터 다양하게 이용되어 왔다. 항공사진은 일제강점기 초등학교 지리교과서에서 삽화사진으로 많이 사용되었으며(사희영, 2016), 1960년대 이후 지형도 제작의 근간이 되면서 국토의 개발 및 이용을 위한 기초이며 농업이나 토지이용과 같은 지리정보 취득에 매우 필수적인 자료가 되었다(이정면, 1963; 차문보, 1965). 1970년대부터 활발해진 지구탐사위성을 통해 획득 가능한 영상자료는 더욱 다양해지고 있으며 GIS와 결합되어 다양한 주제의 지도들이 제작되어 사용되고 있다(유근배, 1996).

초등학교 지리학습에서 지도학습은 공간인지능력의 향상에 기여하며, 항공사진이나 위성영상은 지도학습에 도움을 준다(윤옥경·한정혜, 2014; 하미경·남상준, 2014). 초등학교 3~4학년에서 '우리 고장'과 같은 단원을 이해하기 위해서는 지도에 대한 이해가 필요하다. 하지만, 지도학습에는 기호나 방위, 거리와 같은 지도읽기의 필수요소와 수학적 계산능력을 필요로 하는 '측척학습'을 비롯한 여러 가지 난관들이 있다(심승희, 2005; 김민성, 2014). 이에, 하미경·남상준(2014)은 지도학습의 보조 자료로서 위성영상지도 등의 웹사이트의 유용성을 강조하였고, 초등학교 교사들의 웹지도 활용실태를 연구한 윤옥경·한정혜(2014)는 웹상의 항공사진이나 위성사진이 실제 수업현장에서 지도의 원리 학습이나 적용에 널리 사용되고 있음을 보여주었다. 항공 및 위성영상은 대지형이나 평면형태가 강조되는 지형의 학습에도 도움이 된다(권동희, 2012). 윤옥경·한정혜(2014)에 의하면 교사들이 웹지도를 사용하는 주된 이유는 그것이 사실적이어서 실제 세계의 모습을 알아보기 편리하기 때문이며, 교과서로 살펴볼 수 없는 각 지역의 특징을 쉽게 알 수 있기 때문이다. 이들은 또한 교사들이 일반도보다 구글의 위성영상을 더 선호하며, 교과서와 웹지도의 연계 시 활용의사를 밝힌 비율이 매우 높다는 것도 함께 보고하였다. 웹지도에 대한 교사들의 만족도에서 흥미로운 것은 "수업에 활용하기 위해 내용을 변형하기 쉽다"는 항목의 만족도가 가장 낮았다는 것이다. 인터넷의 항공사진들은 '스스로 생산하는 것이 아니라, '제공받는다'는 자료이기 때문에 '우리 고장'의 현재 모습을 보여주는 데 시간적 공간적 제약이 따르고 쉽게 변형하기 어렵다.

3) 학습도구로서의 드론 활용

최근 공간 및 환경 분야를 중심으로 중등 및 대학 과정에서 드론을 교육의 소재로 활용하려는 시도들이 활발하다(Birtchnell and Gibson, 2015; Jordan, 2015; Clever and Brown, 2016; Gillani and Gillani, 2015; Williams *et al.*, 2017). 야외조사에서 드론의 이용은 위성영상이나 일반 항공사진에 비해 훨씬 작은 규모에서 정밀한 사진을 얻을 수 있게 해주며(Jahn *et al.*, 2011), 학생들이 자신들만의 항공사진을 획득하고 해석하는 과정을 통해 지도화 방법을 익히게 해준다(Jordan, 2015). 또한 고해상 영상에 대한 획득과 분석, 원격탐사와 관련된 정사영상 및 수치지형모형 등에 대한 이해와 적용이 가능하다(Williams *et al.*, 2017). 인문지리학 분야에서도 드론은 GIS와 공공데이터 수집을 비롯한 사회적 연구도구로 발전하고 있으며, 이에 관한 교육적 시도가 진행되고 있다(Birtchnell and Gibson, 2015).

드론은 다학문적인 융합인재교육(STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics)과 과제기반학습(Project-based Learning)에서도 그 활용가능성이 높다(Preble, 2015; Clever and Brown, 2016; Camahan *et al.*, 2016). 비디오게임이 STEM에 활용될 수 있듯이(Mayo, 2009), 소형 무인항공기는 그 자체 또는 항공사진을 통하여 과제기반학습에 사용된다. Gillani and Gillani(2015)는 중등과정의 학생들이 '가뭄'을 주제로 '장난감급' 드론을 이용하여 데이터를 취득하고 분석하게 하였다. 이들은 수년 전에 찍힌 어떤 호수의 사진과 학생들 스스로 찍은 드론 사진을 비교하게 함으로써 '가뭄'의 개념을 이해하게 하고 '만수위'까지 필요한 물의 양을 계산하게 하였으며 이를 바탕으로 물 보전에 대한 사고를 유도하였다. 한편, Clever and Brown(2016)은 자폐 스펙트럼 장애(ASD: Autistic Spectrum Disorder) 학생들이 12% 정도 포함된 미국의 9학년을 대상으로 드론을 이용한 과제기반학습을 운영하였다. 이들은 학생들에게 "드론이 얼마나 빠른가?"라는 과제를 부여하고, 게임기 같은 조종기로 드론을 조종하여 정량적 데이터를 취득하게 하였으며, 속도=거리/시간이라는 개념을 활용하여 분석하게 하였다. 자폐 스펙트럼 장애를 가진 학생들은 이 과정에서 자료의 수집, 분석, 시각화를 위해 초시계와 다양한 컴퓨터 소프트웨어를 사용하였으며, 높은 수준의 사회적 상호작용과 긍정적 감정 표출을 나타냈다.

이러한 사례들은 소형 무인항공기, 즉 드론을 이용한 지리교육의 성공 가능성을 보여주는 것이다. 위성영상이나 항공사진이 지형에 대한 이해를 비롯하여 지도학습에 긍정적으로 작용하며, 드론을 이용한 과제기반학습은 학생들로 하여금 지리적 지식을 탐구하고 체계화할 수 있는 직접 경험을 제공한다. 비록 드론을 사용한 학습이 다른 것에 비해 매우 뛰어나다고는 할 수 없을지라도 드론에 대한 초등학교생들의 학습태도는 매우 긍정적인 것으로 알려져 있다(Fokides *et al.*, 2017). 최근 지리교육은 야외학습의 중요성을 매우 강조하고 있다(박철웅, 2013; 김현미, 2016; 이종원, 2016). 하지만 이에 대한 실전은 그리 간단하지 않다. 이런 점에서, 드론은 생활주변의 지리지식을 쉽게 탐구하게 하는 새로운 학습도구로 그 가치가 높다(Jahn *et al.*, 2011). 더구나 다른 체험학습을 진행하기 어려운, 폐쇄된 섬지역에서의 드론 활용은 새로운 체험학습 모델이 될 수 있을 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 꿈나무교실 프로그램

2016년 5월부터 10월까지 전남지역에 위치한 6개 학교를 방문하여 ‘도서지역 환경과학 꿈나무 교실’(이하 ‘꿈나무 교실’)이라는 교육프로그램을 운영하였다. 이 프로그램은 도서지역 초등학교를 방문해서 환경문제, 산성도 실험 등 환경을 주제로 한 과학체험프로그램이었

다. 1회당 교육시간은 약 4시간이었으며, 이 중 드론을 이용한 교육이 1시간 정도 포함되어 있었다(표 1). 학생들은 교육 후 간단한 설문조사에 답하고 교육후기를 작성하였다.

2. 대상학교 및 참가학생

전남 지역에는 전국 도서지역 초등학교의 약 65%가 분포한다. 참여 학교는 신안군과 완도군의 각 2개교, 진도군과 여수시의 각 1개교 등 모두 6개 학교였다(그림 1). 가장 먼 곳에 위치한 B학교는 목포항에서 쾌속선으로 약 4시간 30분이 소요되는 곳에 있다(표 2). B학교의 전체 학생 수는 9명으로 1~2학년, 3~4학년, 5~6학년이 각각 복식학급으로 구성되어 총 3개의 학급으로 구성되어 있었다. 육지에서 두 번째로 먼 F학교는 동도, 서도, 고도 등 3개의 섬에 걸쳐, 총 4개의 학교가 분교와 분교 형태로 구성되어, 1~2학년은 본교에, 3~4학년과 5~6학년은 각각의 분교 건물을 사용하고 있었다. 이 두 섬을 제외한 나머지 4개 학교(A, C, D, E)는 육지와와의 거리가 5~10km에 불과한 지역으로 차량을 실어 나르는 운반선으로도 30분 내외에 접근이 가능한 지역이었다.

참여 학생의 수는 모두 143명이었다. 이 프로그램의 교육수준은 3학년 이상을 목표로 계획되었기 때문에, 참여 학생들 중 4학년 이상의 고학년 비율은 73%에 달한 반면, 3학년 이하의 저학년 학생의 비중은 약 27%에 불과하였다. 참가인원이 가장 많은 학교는 대상학교들 중 육지에서 거리가 가장 가까웠던 완도군의 E학교였으

표 1. 도서지역 환경과학 꿈나무교실 프로그램의 내용

구분	주제	교육내용	방법
1교시 (30분)	환경과 환경문제	환경의 개념과 환경문제의 발생원인	이론강의
2교시 (80분)	산성도 측정	양배추에서 지시약 추출하기 지시약에 알긴산나트륨을 혼합, 젤리 만들기 지시약젤리로 음료수 산성도 평가하기	실험방법 안내 후 조별(3-4명) 실험
3교시 (60분)	빛의 분광 특성	종이로 된 분광기 만들기 분광기로 햇빛, 형광등 등 빛 관찰하기	(개별) 실습
4교시 (60분)	드론으로 만든 지도	드론촬영 및 지도제작 원리 미리 제작된 학교주변 지도 감상 운동장에서 드론 조종 및 촬영 체험	강의 + 체험

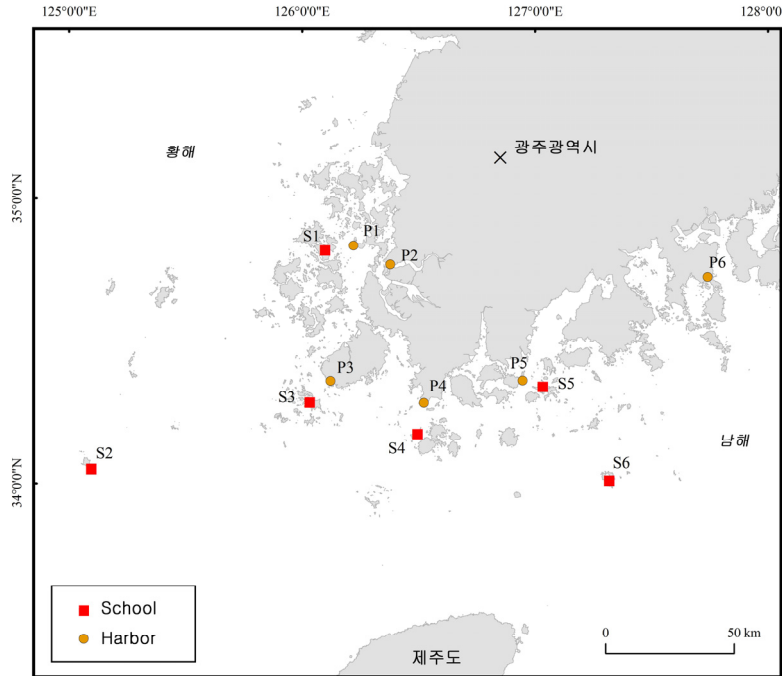


그림 1. 참여 학교의 위치와 선착장의 위치

* S1: A학교; S2: B학교; S3: C학교; S4: D학교; S5: E학교; S6: F학교; P1: 송공항; P2: 목포연안여객터미널; P3: 팽목항; P4: 땅끝선착장; P5: 당목선착장; P6: 여수연안여객터미널.

표 2. 학교별 참여인원 및 육지와의 거리

학교	학생 수 (명)	참가학생 (명)	행정구역	출항지*	소요시간**	운항거리** (km, 편도)
A	27	11	신안군	송공리선착장	30분	7.28
B	9	9	신안군	목포연안여객터미널	4시간 30분	186.95
C	52	27	진도군	팽목항	40분	11.07
D	31	24	완도군	땅끝선착장	40분	12.96
E	71	48	완도군	당목선착장	20분	5.35
F	35	24	여주시	여수연안여객터미널	2시간 20분	99.45
계	225	143				323.06

* 해당 도서에 가는 출항지 중 가장 빈번하게 이용되는 곳.

** B학교와 F학교는 쾌속선을, 다른 섬은 차량운반선(카페리)을 기준으로 측정.

*** '구글 맵스'의 운항경로를 기초로 측정.

며, 가장 적은 인원이 참가한 곳은 가장 먼 거리에 위치한 B학교였다.

3. 드론교육에 대한 가능성 평가

‘환경과학 꿈나무 교실’에서는 교육만족도를 파악하기

위하여 기초설문조사를 하였다. 설문지는 체험프로그램이 ‘환경에 대한 이해’, ‘환경보전 의지 형성’, ‘장래희망 변화’, ‘환경청에 대한 이해’ 등에 어느 정도 기여하였는지를 묻는 4개의 문항으로 구성하였다. 드론교육의 효과를 직접적으로 평가할 수 있을 만한 문항이 포함되지는 않았다. 하지만 참가 학생들이 모두 ‘교육후기’를 작성하

였으며, 이 연구에서는 교사에 대한 인터뷰와 함께 이를 분석하여 드론 교육의 가능성에 대해 평가하고자 하였다. 이를 위하여, 후기에 등장하는 주요 단어들을 선정하고 그 단어를 사용한 학생들의 수를 조사하였다. 이때, 한 학생이 '드론'과 같은 동일 단어를 여러 번 사용했다 해도 단어의 빈도수가 아닌 학생 수를 표시하여 한 건으로 처리하였다. 한편, '드론'이라는 단어를 언급한 학생들 중에서 '지도, GIS, 3D'와 같은 학습내용을 기억하는 학생들은 별도로 표시하여 학년을 조사하였다. 드론과 관련된 단어를 많이 사용한 것이 드론교육이 효과적이라는 것을 의미하지는 않지만 적어도 드론 교육이 인상적이라고 해석할 수는 있으며, 이는 드론을 통한 지리 학습의 긍정적 가능성을 의미한다.

III. 드론을 이용한 교육

1. 사전준비

드론을 이용한 4교시 교육진행을 위하여, 교육일 전에 학교를 방문하여 항공촬영을 진행하였다. 사용된 기체는 DJI사에서 제작한 Phantom 4라는 기종으로 4K급의 해상도를 가진 소형카메라가 내장되어 있었다. 촬영 시 비행고도는 학교의 입지나 섬의 지세를 고려하여 50미

터에서 150미터가 되도록 하였으며, 촬영된 대상이 서로 겹치도록 촬영하였다(그림 2).²⁾ 수 센티미터 이내의 오차를 갖는, 정밀한 지형도를 제작하기 위해서는 지상기준점에 대한 측량이 병행되어야 하지만(김덕인 등, 2014; Kakaes *et al.*, 2015), 본 체험프로그램은 학교주변의 지리환경을 이해할 수 있는 정도의 지도를 만드는데 그 목적이 있었으므로 지상기준점 측량은 생략하였다.

일정고도를 유지하며 중복 촬영된 영상들은 사진측량용 소프트웨어를 통해 하나의 정사영상으로 합쳐서 변환된다. 현재 가장 많이 사용되는 사진측량 소프트웨어는 Pix4D와 Agisoft Photoscan 등 유료 프로그램이지만, Public Lab의 MapKnitter, GitHub의 OpendroneMap 등 공개소프트웨어도 있다(Kakaes *et al.*, 2015). 본 프로그램에서는 Pix4D를 기반으로 드론으로 촬영된 사진을 처리하여, 정사영상 및 수치표고모형을 제작하였다. 그리고 이들을 2D 및 3D 지도로 나타내었으며, 표고모형에서 일정간격으로 등고선을 추출하여 학교주변 지형도를 제작하기도 하였다(그림 3).

2. 교육진행

체험프로그램의 4교시는 드론을 이용하여 학교주변의 지도만들기를 주제로 하였으며 실내교육과 실외체험으로 나누어 진행하였다. 먼저 연구자가 드론으로 촬영하

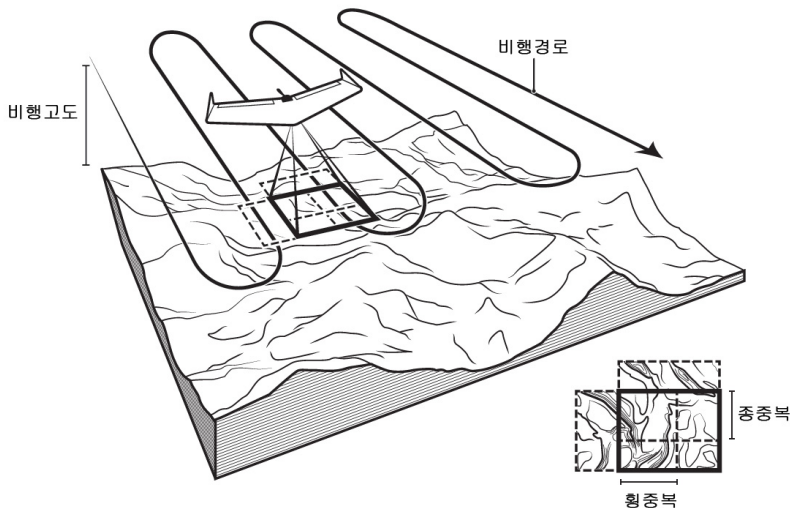


그림 2. 정사영상 제작을 위한 드론촬영 방법

* Kakaes *et al.*, 2015:37에서 수정.

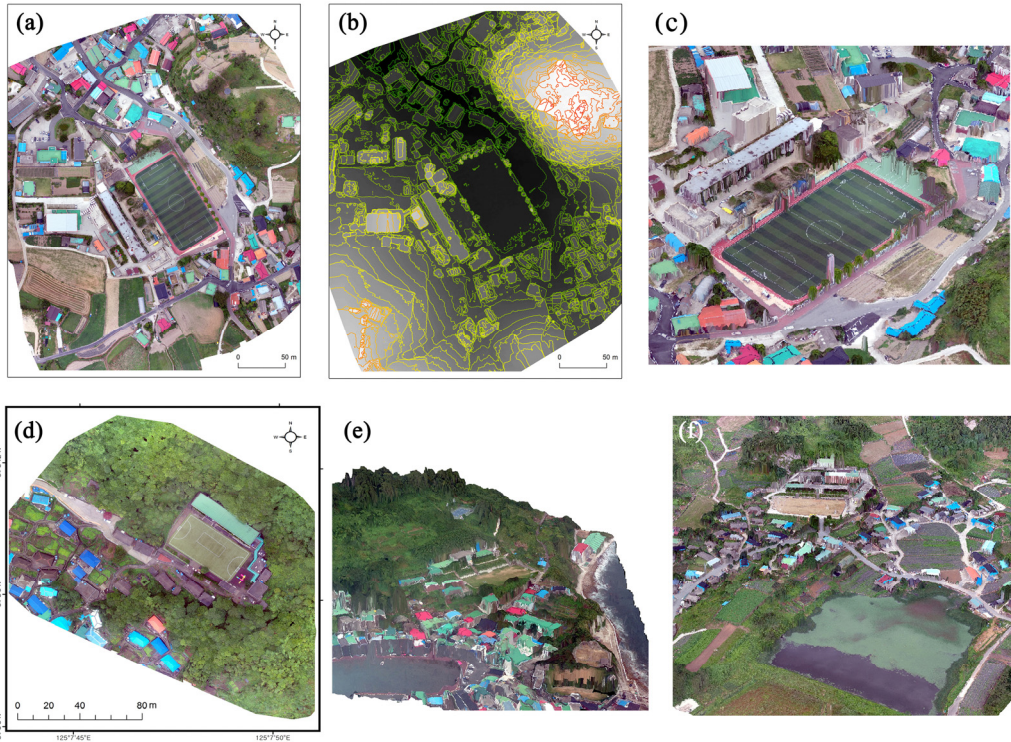


그림 3. 드론촬영으로 제작한 각 학교 주변의 지도 및 영상

* (a)는 C학교의 정사영상지도; (b)는 등고선; (c)는 삼차원 이미지; (d)는 B학교의 정사영상지도; (e)는 D학교 주변의 삼차원 이미지; (f)는 A학교 주변의 삼차원 이미지.

여 미리 편집해 둔 5분 분량의 동영상 보여주었다(그림 4(a)). 이 자료는 Microsoft의 Movie Maker(ver.2012)를 이용하여 편집한 것으로 전남권에 분포하는 하천, 호소, 산지 등 지역 명소들을 촬영한 것이었다. 이를 시청함으로써 학생들은 자연스럽게 드론교육에 참여하게 된다. 이어서, 드론의 의미, 종류, 구조, 성능 등에 대해 소개하고 GPS위성과 카메라의 짐벌 등 드론의 동작 및 촬영 원리에 대해 설명하였다(그림 4의 (b), (c)). 이후, 학생들에게 드론으로 할 수 있는 일에 대해 상상하여 말하게 하였으며, 영화제작, 배달, 측량, 지도제작 등 현재의 활용 분야와 유인 드론 등 미래의 활용분야에 대해 자료 영상과 사진을 보며 함께 살펴보았다.

드론에 대한 10분 정도의 개략적 설명을 마친 후, 학생들에게 자신들이 거주하는 공간을 대상으로 한 드론기반 항공사진(aerial photograph), 정사영상(ortho-rectified image), 등고선도(contour map), 삼차원투영도(3D view) 등을 경험하게 하였다(그림 4의 (d)~(f)). 먼저, 전날 미

리 촬영하여 제작한 학교의 항공사진과 학교 주변의 정사영상을 보여주었다. 이 자료는 각 학교의 환경과 촬영 조건에 따라 공간해상도는 다르지만, 공통적으로 축척과 방위를 표시하였다. 영상자료 제시 후, 학생들에게 영상자료에서 알아볼 수 있는 지물(학교, 마을, 특정학생의 집)이나 지형을 찾고 이야기하도록 하였으며, 규모에 관해 상대적 비교(예: 운동장과 교실건물의 크기 비교)를 질문하였다. 낮은 고도에서 찍은 사진과 높은 고도에서 찍은 사진을 비교하여 축척과 해상도의 관계를 이해할 수 있게 하였다(그림 5). 즉, '어떤 사진에서 학교 앞의 나무들이 더 잘 보일까?', '어떤 사진에서 건물이 더 많이 보일까?'라는 질문을 제시하는 것이었다. 또한 카메라의 각도를 달리하여 촬영한 사진을 보여주어 같은 사물이라도 보는 각도에 따라 그 형태가 다르게 보일 수 있음을 인지하게 하였다(그림 4의 (d)와 (e)).

정사영상에서 학교 건물을 잘 찾지 못하던 저학년 학생들도 항공조망사진(그림 4의 (e)에서는 쉽게 학교와

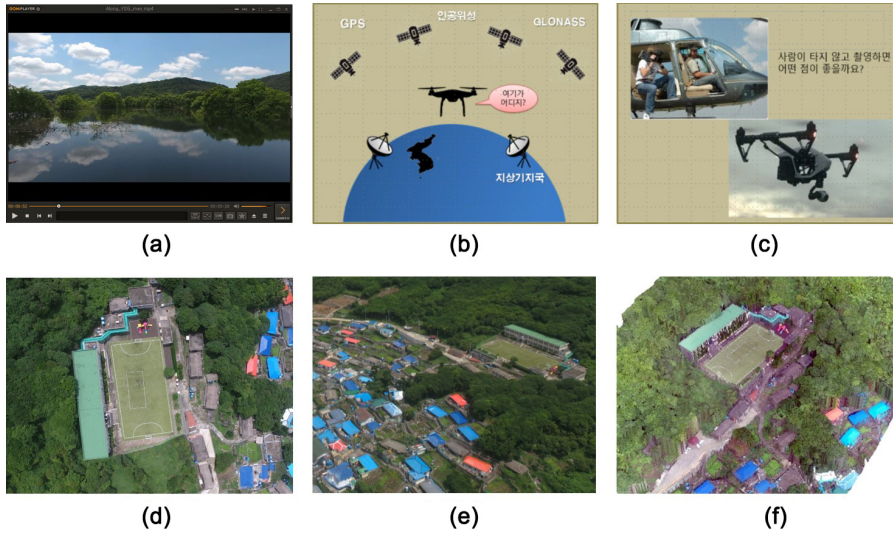
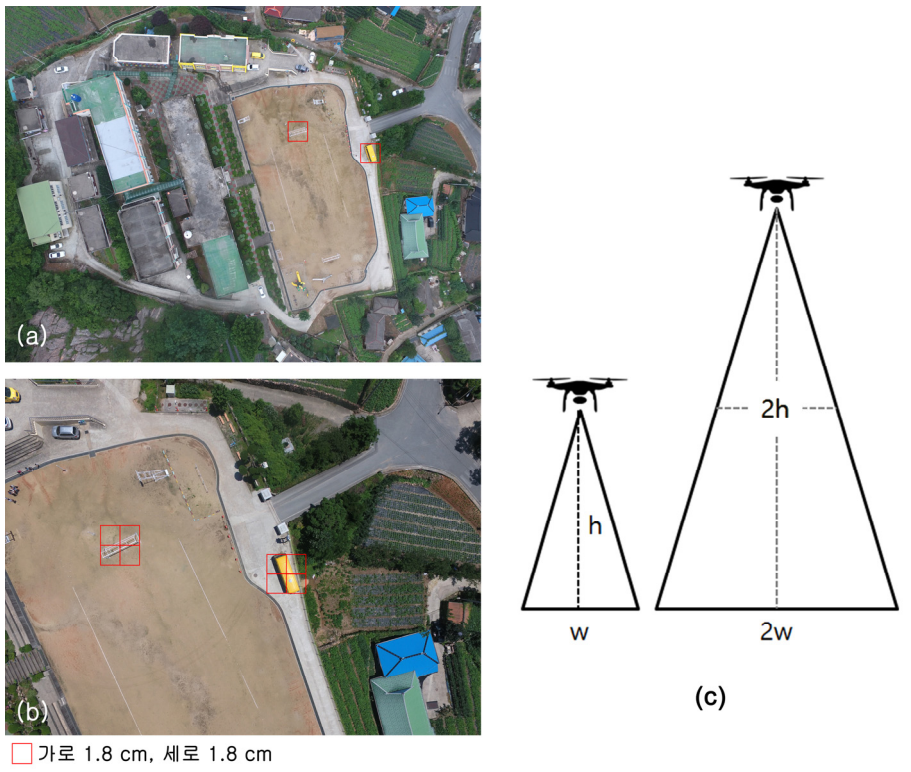


그림 4. 꿈나무교실에서 제시한 드론촬영 영상들

* (a) 동영상; (b) 드론 비행 원리; (c) 드론의 장점; (d) 수직 사진; (e) 조망사진; (f) 입체지도.



□ 가로 1.8 cm, 세로 1.8 cm

그림 5. 촬영고도와 축척의 변화

* (a) 높은(100m) 고도의 촬영사진; (b) 낮은(50m) 고도의 촬영사진; (c) 촬영고도와 촬영너비의 관계.

주변을 파악하였다. 마지막으로, 수치표고모형에서 1m 및 5m 간격으로 추출한 등고선을 보여주고, 3D 구현 소프트웨어(ArcScene)를 이용하여 표고모형을 삼차원으로 제시하였다. 이런 방식으로 학생들은 드론사진, 정사영상, 등고선도, 삼차원투영도를 차례로 경험하며 자신이 사는 공간과 다양한 지도의 속성을 파악하게 된다. 하지만 지형에 따른 사진의 왜곡이나 지도제작을 위한 중북 촬영에 관해서는 자세하게 설명하지 않았다.

이러한 방식으로 실내교육을 진행한 후, 운동장에서 학생들에게 드론조종을 직접 체험하게 하였다. 먼저 약 30미터 이상의 고도로 드론을 이륙시킨 후, 드론의 전진과 후진, 방향전환, 상승과 하강을 하는 모습을 시연하였다. 이후 드론이 공중에 떠 있는 상태에서 학생들이 조종기를 잡게 하였으며 교수자의 지도하에 드론을 조종케 하였다. B학교와 같이 규모가 작은 학교의 경우, 전교생(9명)이 모두 조종체험을 하였으며, 규모가 큰 학교에서는 10명 정도의 희망학생에 한해서 체험을 진행하였다.

3. 교육후기에 나타난 드론의 인상

설문조사 결과, ‘꿈나무 환경교실’에 대한 학생들의 만족도는 전반적으로 높았다(그림 6). 이 프로그램이 환경문제 및 환경청의 역할을 이해하는 데 도움을 주었다고

답한 학생들은 각각 응답자의 94.4%와 93.0%로 나타났다. 앞서 언급한 것처럼, 이러한 설문 결과가 곧 드론교육의 결과는 아니다. 하지만 드론 체험이 프로그램의 전체적인 만족도를 향상시키는데 어느 정도는 기여한 것으로 해석할 수 있다.

교육후기에 사용된 단어를 분석한 결과, 학생들이 가장 많이 사용한 단어는 ‘재미있다’였다. 후기를 제출한 142명의 학생 중 60.6%에 해당하는 86명이 이 단어를 사용하였다(그림 7). 이 단어의 다음으로 많이 사용된



그림 7. 교육후기에 표현된 단어들

* 글자 크기는 언급한 학생 수에 비례.

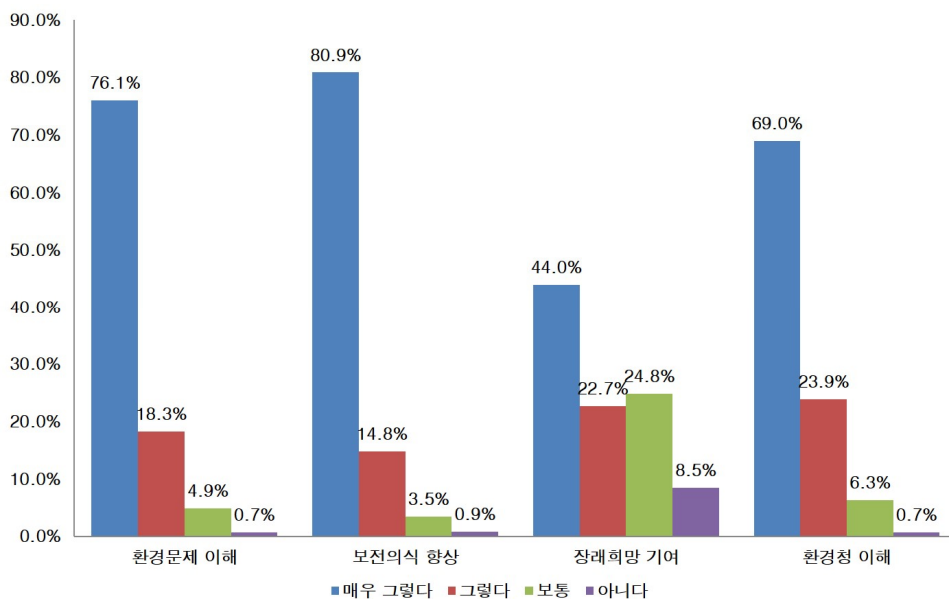


그림 6. 꿈나무 환경교실에 대한 학생 만족도 조사결과

단어는 '드론'으로, 57명(40.1%)이 언급하였다. 이들 다음으로 많이 등장한 단어는 '지시약(또는 젤리)'(33명), '실험'(32명), '신기하다'(28명), '환경'(27), '과학'(24명) 순으로 나타났다. 학생들의 후기에 나타난 단어들로 볼 때, 학생들은 체험프로그램을 매우 재미있고 신기하게 생각하였으며 특히 '드론'을 매우 인상 깊게 생각했던 것으로 보인다. 전체 프로그램 시간에서 '드론 체험'이 차지하는 비중은 25% 정도 밖에 되지 않았으나, '드론'이라는 단어를 언급한 학생이 40%를 넘었음에 주목할 필요가 있다. 이는 드론교육이 학생들에게 상대적으로 강한 인상을 남겼음을 의미한다.

한편, 드론을 언급했던 학생들(57명) 중 9명은 '드론이 GPS를 통해 위치를 파악한다'(B학교 4학년 학생)거나 '드론으로 지도를 만들 수 있다'(F학교 4학년 학생)는 등 보다 심화된 후기를 기록하였다. 학생들이 기록한 후기의 길이가 적게는 한 문장, 많어도 6~7개의 문장을 넘어가지 않았음을 고려할 때, 이러한 표현들은 드론을 이용한 지리교육이 학생들의 흥미 유발에 큰 기여를 하였음을 보여준다. 한편, 이들 9명을 학년별로 조사한 결과, 8명의 학생이 4학년이상의 고학년이었다. 이는 참가한 전체 고학년 학생들의 약 8%에 해당하는 수치이다. 이에 비해, 3학년 이하의 저학년 중에서는 단 1명의 학생만이 유사한 표현을 적었다. 이러한 원인은 후기를 적는데 있어서 저학년 학생들의 어휘나 표현력이 고학년에 비해 부족하기 때문일 수도 있으나, 드론에 대한 이해나 사고수준의 차이에서 비롯되었을 가능성이 높다.

IV. 드론을 이용한 도서지역 지리·환경교육의 가능성

1. 흥미 유발

바다로 둘러싸인 섬 지역은 배편이 곧 교통의 전부가 된다. 이러한 불리한 교통조건은 도시나 농촌에 비해 더 폐쇄적인 환경을 만들고 외부강사를 활용할 수 있는 교육기회를 제한하는 요인이 된다. 특히 육지에서의 거리가 먼 섬일수록 운항되는 배편의 수는 더 적고 학생 수로 대변되는 학교의 규모는 더 줄어든다. 이러한 학교에서는 '방과후 교육' 같은 특별활동도 학교교사에 의해 진행되는 경우가 많다. 문화시설이나 여가시설이 부족하기

에 학생들은 대부분의 시간을 학교에서 보내며 학교는 매우 중요한 놀이터가 된다.³⁾ 즉, '섬'이라는 폐쇄적 환경은 상대적으로 학교의 중요성을 더 크게 만든다(기진사·정희옥, 2005). 그러나 복식학급의 비율이 높고 교사는 상대적으로 부족한 도서지역 초등학교의 교육환경에서는 각 교과에 잘 부합하는 실험이나 실습을 진행하기가 어렵다.

이런 환경에서, 수업시간에 드론을 사용한다는 것은 그 자체만으로도 학생들의 흥미유발에 기여한다. 수업준비과정의 쉬는 시간 동안 이리저리 뛰어 다니던 학생들도 드론의 모터 구동소리에 스스로 자리에 앉았다. 마을을 높은 곳에서 바라본 것과 낮은 곳에서 촬영한 것을 비교하고 학교의 뒷산이나 부속 도서를 조망하는, 드론에 대한 낮은 수준의 활용으로도 지리수업은 이미 실질적으로 진행된다. 드론은 교사와 학생이 생활주변의 탐구수업자료(지도와 사진)를 스스로 제작할 수 있게 해주며, 교사와 학생 간 또는 학생 상호 간에 더 많은 소통을 유도할 수 있다(Clever and Brown, 2016). 학교 뒷산이나 바닷가 절벽처럼 초등학교생들이 쉽게 가보지 못했던 곳을 탐구할 수도 있다. 이러한 체험의 도입은 '실내수업'으로 인식되기 쉬운 지리교육을 운동장으로, 그리고 야외로 나가게 만드는 계기가 된다.

하지만, 드론조종을 포함한 드론체험을 위해서는 반드시 안전교육을 함께 진행해야 한다. 대부분의 드론사고는 이착륙과정에서 발생하므로 특별히 주의를 기울이게 하고, 갑작스런 기기의 이상이 발생할 수 있으므로 너무 낮지 않은, 적절한 고도에서 체험을 진행하는 것이 좋다.⁴⁾ 특히 교수자는 드론으로 인한 사생활침해 문제나(Friedenzohn and Mirot, 2014), 비행금지 구역 등에 대해서도 반드시 사전에 숙지해야 한다. 이런 점에서, 도서나 벽지에 있는 초등학교의 드론활용 여건은 더 나은 측면이 있다. 학생 수가 적어 한사람씩의 체험지도가 가능하며, 비행의 제약이 적기 때문이다. 이와 반대로 사람이 많고 높은 건물로 둘러싸인 도심에서는 드론 비행이 제한되는 경우가 많다.

2. 공간에 대한 이해

연구자는 체험프로그램을 진행하는 동안, 학생들에게 전남지역의 지도를 보여주고 영산강과 섬진강 또는 그들이 사는 섬을 찾을 수 있는지 질문하였다. 하지만 학

생들 대부분은 전남권의 랜드마크라 할 수 있는 두 강을 인지하지 못했으며, 자신들이 거주하는 섬의 위치도 모르는 경우가 많았다. 거주하는 섬의 위치에 대한 인식은 육지와와의 거리가 가장 먼 B 학교와 F 학교의 학생들에서 높았다. 하지만, '영산강'이나 '섬진강'은 학생들에게는 매우 낯선 지명이었으며, 거의 방문한 적도 없는 곳이었다. 또한 현행 지역화 교과서에서 다루는 '섬'들은 단순히 위치정도만 표시되어 있기에(김경옥, 2011), 지도상에서 전남지역에 분포하는 수많은 섬 중에서 자신이 살고 있는 섬을 구별할 수 있다는 질문은 어쩌면 너무 무리수일지도 모른다. 그리고 사실, 현실적으로도 모든 섬에 대한 자세한 지리환경을 서술하는 것도 불가능하다.

드론을 활용한 학교주변 지도만들기는 초등학생들의 공간인지력 향상에 기여할 수 있다. 구글어스나 웹지도에서 제공되는 정사영상보다 훨씬 더 정밀한 사진을 얻을 수 있어, 섬의 형태, 마을이나 학교의 위치 등을 직접 확인할 수 있다. 연에 카메라를 달아 항공사진을 촬영함으로써 지리학습에 활용하려는 시도도 있으나(Sander, 2014), 드론을 이용하는 것이 현실적으로 더 간단하다. 학생들에게 친근한, '학교'와 '마을' 또는 '집'이라는 장소를 통해 지리에 대해 쉽게 접근할 수 있게 하며, 공간을 이루는 구성요소들의 상대적 위치와 크기를 이해할 수 있게 한다. 실제로 학생들은 드론 사진을 보면서 학교주변에 있는 건물들(예: 관사, 유치원, 특정 학생의 집)을 구별하고 찾아내는 것에 많은 호기심을 드러냈으며 운동장의 크기와 건물의 크기를 비교하기도 하였다. 이것은 드론으로 만든 현장 지도를 바탕으로 새로운 위치학습(심승희, 2010)이 가능해짐을 의미하며, 궁극적으로 드론을 이용한 지리교육이 자신이 거주하는 섬을 중심으로 한 '고장'이라는 공간이해에도 기여할 것임을 보여준다.

3. 축척학습의 도구

초등학생들의 지도학습에 있어서, 축척 개념은 상당히 낮은 학습 성취도를 보인다고 한다(심승희, 2005). 수학적 비율 개념이 익숙하지 않은 초등학생들에게 지도의 비율 개념인 축척은 어려울 수밖에 없다. '대축척'이나 '소축척'과 같은 용어도 혼란스럽거나 축척의 개념 자체를 이해하지 못하는 학생들도 있다(김민성, 2014). 이런 점에서, 비행고도를 조절할 수 있는 드론은 축척에

대한 이해를 돕는 도구로 활용할 수 있다. 드론의 비행고도는 촬영된 사진이 담을 수 있는 지형의 규모를 결정하기 때문이다. 다시 말해서, 비행고도와 사진의 실제 면적은 비례한다. 반면, 사진의 공간해상도는 비행고도에 반비례한다. 드론의 촬영고도를 변화하면, '대축척' 지도는 좁은 지역을 자세히 살펴보기 좋으며, 소축척 지도는 넓은 지역을 한눈에 살펴보기 좋다는 축척의 기능을 자연스럽게 보여줄 수 있다.

실제로 체험프로그램 중에 제시된 사진을 보고 학생들은 축척과 공간해상도의 개념을 어느 정도 이해할 수 있었다. 낮은 고도에서 촬영된 사진을 보며 학생들은 학교나 유치원의 위치를 찾았으며, 높은 고도의 사진에서는 해안선이나 섬의 형태, 도로의 모습을 감상하였다. 고학년들에게는 드론을 이용하여 지면에서 50 미터 고도에서 촬영된 사진과 100 미터에서 촬영된 사진을 통해 같은 지형(예, 운동장)의 크기가 어떻게 달라지는지를 비교하게 할 수 있을 것이다. 이것은 수학적 비율로 대변되는 축척을 정확하게 이해하지는 못하더라도, 축척의 특성을 재미있게 이해하게하는 좋은 방법이 될 것이다.

4. 환경변화 등 탐구학습 개발

섬은 바다로 둘러싸여 있다. 이러한 바다는 시시각각으로 그 높이가 변화하며, 육지와 맞닿는 선 - 즉, 해안선도 끊임없이 변화한다. 이러한 해안선의 변화는 전남지역의 도서에 거주하는 초등학생들에게는 꽤 익숙하다. 하지만 밀물과 썰물, 소조와 대조가 만드는 육지공간의 변화는 그렇지 않다. 이런 점에서, 드론을 이용한 단기간의 촬영은 바다의 높낮이 변화가 육지라는 공간의 면적 변화와 관련이 있음을 한눈에 보여줄 수 있다.

며칠 또는 몇 달 정도의 기간 동안에는 드론을 이용하여 계절의 변화나 태풍이나 호우 같은 재해사건 이후의 변화를 탐구하게 할 수 있다. 계절에 따른 색채의 변화를 기록할 수 있으며, 재해사건 이전이나 이후의 촬영을 통해 그 변화의 양을 가늠할 수 있게 할 수도 있다. 실제로 B학교 교사는 태풍이 복상하는 길목에 위치하여 재해사건이 빈번하다고 하면서 드론이 있다면 학생들과 태풍 전후의 모습을 촬영해 볼 수 있겠다고 하였다.

해안의 침식과 퇴적, 마을 저수지의 체적 변화, 항만시설 같은 시설물 건설은 도서지역에서 비교적 흔한 일들이다. 이들을 소재로도 여러 가지 탐구학습을 계획할 수

있을 것이다. 호수의 체적변화를 통해 가뭄에 대한 탐구 학습을 진행한 사례(Gillani and Gillani, 2015)는 그 좋은 본보기가 될 것이다.

꿈나무 교실 후기를 분석한 결과, 이번 프로그램에서 계획한, 드론을 이용한 체험학습은 저학년보다는 4학년 이상의 고학년에 더 적합했던 것으로 나타났다. 드론 체험에 대한 심화된 언급을 한 학년의 분포가 이를 말해 준다. 이것은 드론조종 체험이 고학년 위주로 진행되었기 때문에 나타나는 당연한 결과일 수도 있다. 그러나 GPS나 (스마트폰) 짐벌, 항공사진과 같은 어려운 용어를 받아들이거나 지리적 이해에 대한 학년 간의 인지수준 차이도 무시할 수 없다. 따라서 보다 규모가 큰 학교에서 지리학습에 드론을 활용하기 위해서는, 학년별 인지수준에 따라 드론활용의 수준에 차이를 두어야 할 것이다.

V. 결론

이 연구는 교통여건이 불리한 도서지역의 초등학교를 대상으로 보급형 드론을 이용한 지리교육의 가능성을 살펴보고자 하였다. 이를 위하여, '도서지역 환경과학 꿈나무 교실' 프로그램에서 다루어진 '드론 체험(학교주변 지도)'의 교육 내용과 그 효과를 분석하였다. 학생들이 작성한 교육후기의 단어를 조사한 결과, '드론은 재미있다' 다음으로 많이 표현되었으며, 일부 학생들은 GPS나 지도를 언급하기도 하였다. 이것은 드론을 이용한 교육이 학생들의 흥미유발에 크게 기여하며, 지도나 공간 학습을 위한 새로운 교육도구로 사용될 수 있음을 보여주는 것이다. 특히, 도서나 벽지의 초등학교일수록 자기 고장에 대한 지도나 학습자료를 만들어내기 쉽고, 비행의 제한이 없기 때문에, 드론의 활용성은 더 크다고 하겠다.

하지만 이번 사례의 경우, 드론을 이용한 지리교육이 프로그램의 중심이 아니었기에, 체험 시간의 절대적인 부족과 함께 지리학습 효과의 입증에 어려운 한계가 있었다. 3~6학년 또는 전 학년에 모두 동일한 수준으로 체험학습을 진행하여 드론 교육의 잠재력을 모두 끌어 내지 못했을 수도 있다. 또한 학생들이 드론을 조종하면서 얻어진 만족도나 신기함이 드론을 통해 만들어진 수업교재의 만족도나 활용성과 구별되지 못하는 한계도 있었다. 그럼에도 불구하고 이 연구는 지리·환경교육에 있어서 드론이 매우 재미있는 아이টে이 될 수 있음을 교육사례를 통해 보여주고 있다. 특히, 체험교육시간이

1시간도 되지 않았으며, 학생들의 주의력이 떨어지기 쉬운 4교시에 드론교육을 배치하였음에도 불구하고 40% 이상의 학생들이 후기에 '드론'을 적었음에 주목해야 한다. 분명한 것은, 드론을 보여주고 프로펠러가 돌아가기 시작하는 순간부터 학년에 상관없이 학생들의 집중도가 굉장히 상승했다는 것이다. 각 학년별 담임교사들의 관심도 매우 높았다. 이러한 관심을 지리학습에 적용시키기 위해서는 드론을 이용한 항공촬영이나 지도화 이외에도 더욱 다양한 교수방법의 개발이 필요하다.

감사의 글

'도서지역 환경과학 꿈나무교실'의 운영을 도와주신 최현희, 최용준, 김순영, 방민, 유선진, 김인 연구원을 비롯한 영산강유역환경청 측정분석과의 여러 선생님들께 깊이 감사드립니다.

註

- 1) 예를 들면, 광주·전남지역에서 중요시되는 '영산강'이나 '섬진강'의 위치에 대해 섬 학생들은 거의 알지 못하였으며 실제 자신들의 섬이 육지에서 어느 정도 떨어져 있는지 인식하지 못했다.
- 2) 드론의 진행방향으로 사진이 겹치는 것을 종종복도, 측면끼리 겹치는 것을 횡중복도라 하며, 가급적 70~80%의 중복을 원칙으로 하였으나 학교 방문 당시의 날씨나 시간, 촬영모드 등 촬영여건에 따라 50%이하가 되는 경우도 있었다.
- 3) 육지에서 쾌속선으로 4시간이 소요되는 B학교의 경우, 주말에도 학생들이 온다고 한다. 문화 및 여가시설이 부족한 섬에서 학교는 매우 중요한 여가 시설이다.
- 4) 갑작스러운 기체 이상에 대비하기 위해서는 고도가 높을수록 좋지만, 기체의 위치나 상태가 항상 시야에 들어와야 한다.

참고문헌

강인준·정봉채, 1988, "무선조정 모형비행기를 이용한 항

- 공사진측량의 가능성,” 대한토목학회 학술발표회 개요집, 323-323.
- 권동희, 2012, “한국지리 지형단원 수업에서의 인터넷 위성사진 활용: 네이버 지도를 중심으로,” 한국사진지리학회지, 22(2), 1-10.
- 기진서·정희옥, 2005, “서남해 도서지역 교육환경실태에 관한 연구,” 교육행정학연구, 23(1), 461-479.
- 김경옥, 2011, “전남지역 초등학교 사회과 향토사 교육의 내용과 활성화 방안: 3학년 지역화 교과서 ‘사회과 탐구’를 중심으로,” 교육문제연구, 39, 23-51.
- 김덕인·송영선·김기홍·김창우, 2014, “무인항공기의 국토모니터링분야 적용을 위한 연구,” 한국측량학회지, 32(1), 29-38.
- 김민성, 2014, “투영법과 축척에 대한 미국 대학생들의 이해,” 한국지도학회지, 14(2), 15-26.
- 김현미, 2016, “사회과 핵심역량 계발을 위한 교수·학습 및 평가 실천 현황,” 한국지리환경교육학회지, 24(4), 93-113.
- 박분희·백희숙, 2004, “도서지역 아동들의 학교교육,” 아동교육, 13(2), 43-55.
- 박종호·최수명·조은정·김영택·박수영, 2013, “읍면소재지 섬지역의 인구변화,” 농촌계획, 19(1), 11-21.
- 박철웅, 2013, “지리교육에서 체험활동으로서 야외답사의 함의,” 한국지리환경교육학회지, 21(3), 163-177.
- 사회영, 2016, “朝鮮總督府편찬 초등학교 〈地理〉 교과서 삽화 변화 考察,” 일어일문학, 71, 177-197.
- 심승희, 2005, “기능중심의 지도학습 개발: 초등에서의 축척학습을 중심으로,” 한국지리환경교육학회지, 13(2), 263-274.
- 심승희, 2010, “초등 지리교육에 적합한 위치 학습의 내용과 방법 모색,” 한국지리환경교육학회지, 18(3), 221-236.
- 심승희, 2013, “도서 정책 중심으로 본 근대 이후 우리나라 도서 지역의 변화: 전남 신안군의 교통 조건을 사례로,” 문화역사지리, 25(1), 63-85.
- 유근배, 1996, “한국의 지도학과 지리정보 시스템 반세기,” 대한지리학회지, 31(2), 309-316.
- 윤옥경·한정혜, 2014, “초등 사회과 지리교육의 지도학습에서 교사의 웹지도 활용실태,” 한국지도학회지, 14(2), 39-52.
- 이동현, 2014, “소규모학교 통·폐합에 따른 학생 및 주민 의식에 관한 사례연구: 어상천초등학교 선암분교를 중심으로,” 지역문화연구, 13, 111-128.
- 이선주·강영옥, 2010, “구글어스 기반의 지리교육 사이트 설계 및 구현,” 한국공간정보학회지, 18(2), 13-24.
- 이정면, 1963, “항공사진의 지리학적 이용: 사진판독과 지도작성을 중심으로,” 지리학, 1, 32-49.
- 이종원, 2016, “21세기 역량 개발을 위한 야외조사활동의 역할과 과제,” 한국지리환경교육학회지, 24(1), 99-117.
- 차문보, 1965, “항공사진의 이용,” 한국농공학회지, 7(2), 994-1001.
- 최광희, 2016, “드론 기반 측량을 활용한 강릉 하시동 사빈지형 변화 탐지,” 한국지형학회지, 23(4), 101-112.
- 하미경·남상준, 2014, “초등 사회과 지리교육의 지도학습에서 교사의 웹지도 활용실태,” 한국지도학회지, 14(2), 39-52.
- 한국교육개발원, 2015, 「2015 교육통계연보」, 교육부.
- Birchneil, T. and Gibson, C., 2015, Less talk more drone: Social research with UAVs, *Journal of Geography in Higher Education*, 39(1), 182-189.
- Carnahan, C., Crowley, K., Hummel, L., and Sheehy, L. 2016, New perspectives on education: Drones in the classroom, *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Association for the Advancement of Computing in Education*, Mar 21, Savannah, GA, USA, 1920-1924.
- Clever, H.M. and Brown, A.G., 2016, Using an AR drone lab in a secondary education classroom to promote quantitative research, *123rd ASEE Annual Conference and Exposition*, June 26-29, New Orleans, LA, USA (Paper ID #15178).
- Fokides, E., Papadakis, D., and Kourtis-Kazoullis, V., 2017, To drone or not to drone? Results of a pilot study in primary school settings, *Journal of Computers in Education*, 4(3), 339-353.
- Friedenzohn, D. and Mirot, A., 2014, The fear of drones: Privacy and unmanned aircraft, *The Journal of Law Enforcement*, 3(5), (<http://www.jghcs.info>).
- Gillani, B. and Gillani, R., 2015, From droughts to drones, *Science and Children*, 53, 50-54.
- Jahn, M., Haspel, M., and Siegmund, A., 2011, Global change: Geography meets remote sensing in the context of the education for sustainable development,

- European Journal of Geography*, 2, 21-34.
- Jordan, B.R., 2015, A bird's-eye view of geology: The use of micro drones/UAVs in geologic fieldwork and education, *GSA Today*, 25, 50-52.
- Kakaes, K., Greenwood, F., Lippincott, M., Dosemagen, S., Meier, P., and Wich, S., 2015, *Drones and Aerial Observation: New Technologies for Property Rights, Human Rights, and Global Development*, Washington, DC: Tech. Rep.
- Marries, E., 2013, Fly, and bring me data, *Nature*, 498 (7453), 156-158.
- Mayo, M.J., 2009, Video games: A route to large-scale STEM education? *Science*, 323, 79-82.
- Preble, B.C., 2015, A case for drones, *Technology and Engineering Teacher*, 74(7), 24-29.
- Sander, L., 2014, Kite aerial photography (KAP) as a tool for field teaching, *Journal of Geography in Higher Education*, 38(3), 425-430.
- Williams, R.D., Tooth, S., and Gibson, M., 2017, The sky is the limit: Reconstructing physical geography

from an aerial perspective, *Journal of Geography in Higher Education*, 41(1), 134-146.

구글 맵스, www.google.co.kr/maps

전남교육청 홈페이지, “2015 전남교육통계연보”(http://www.jne.go.kr/index.jne?menuCd=DOM_000000103006001014)

교신 : 최광희, 61945, 광주광역시 서구 계수로 31, 영산강유역환경청 (이메일: geoist@korea.kr)

Correspondence : Kwang Hee Choi, 61945, 31 Gyesu-ro, Seo-gu, Gwangju, Korea, Yeongsan River Basin Environmental Office (Email: geoist@korea.kr)

투 고 일: 2018년 3월 2일

심사완료일: 2018년 3월 15일

투고확정일: 2018년 3월 30일