

목 차

1. 서론
 2. 독도 기후에 관한 선행연구
 - 1) 대중적으로 알려진 독도의 기후
 - 2) 독도 기후 관련 학술 연구
 - 3) 독도 기후 연구의 문제점과 필요성
 3. 연구목적 및 방법
 4. 최근 13년간 독도 기상관측자료의 특성과 데이터 처리
 5. 독도의 기후 특성
 - 1) 최근 13년 동안의 독도 기온과 강수 특성 분석
 - (1) 기온과 강수의 월별 특성
 - (2) 기온과 강수의 계절별 특성
 - (3) 기온과 강수의 연변화
 - 2) 독도의 기후 특성 논의
 - (1) 독도의 연평균기온과 시계열 변화
 - (2) 독도의 강수량과 시계열 변화
 - (3) 독도의 강수량 분포 특성
 - (4) 독도 강수일수에 관한 논의
 - (5) 독도 강수량과 강수일수의 의미
 6. 결론
- 참고문헌

1. 서론

독도에 관한 학술적 연구는 독도의 지정학적 가치와 영유권 문제라는 특수한 성격으로 인하여 사료에 기반한 역사적 관점이나 국제법적인 관점에서의 연구가 많은 관심을 받았다. 2000년대에 들어서면서 독도에 관한 자연과학적 연구도 본격적으로 시작되었다. 이를 통해서 새로운 학술적 발견 및 연구 성과를 달성함과 동시에 독도의 실효적 지배를 강화하고 홍보하려는 전략이기도 하였다. 그 결과 지질, 지형, 토양, 식생, 식물, 곤충, 조류, 해양생태계, 수문 환경 등 독도의 자연환경을 구성하는 다양한 분야에서의 연구가 진행되었으며, 이러한 연구의 결과물은 『한국의 자연유산 독도』(문화재청, 2009)와 같은 출판물로 소개되기도 하였다.

그러나 독도에서 수행된 많은 자연과학적 연구들은 독도의 자연환경을 종합적으로 이해하고 해석하기에는 다소 부족함이 있다. 지리적위치로 인해 접근성이 낮고 자료의 수집이 어려워 연구의 걸림돌이 될 수 있겠지만, 근본적으로 연구 설계 단계에서 혹은 연구 결과를 해석하는데 있어서 자연환경의 요소를 종합적으로 고려하는 노력이나 그런 통합적인 관점이 부족하기 때문이다. 예를 들어, 지금까지 독도의 자연과학적 연구 결과물은 주로 세분된 학문적 분야에서 특정 종에 대한 새로운 발견 혹은 그 군집 조성을 보고하거나, 모니터링 구역을 설정하고 구역 내의 변화상을 분석하는 형태가 일반적이다. 이러한 연구 방법과 그 결과는 여전히 학술적으로 유의미하고 중요한 성과이다. 그러나 지표면에서 발생하는 프로세스는 서로 다른 요소들의 상호작용을 통해 연결되어 있으므로 독도의 생태계를 전체론(holism)의 관점에서 완전히 이해하기 위해서는 먼저 독도의 자연환경의 구성요소를 이해하고 이들의 관계를 연결 지어 해석하려는 노력이 필수적이다.

또한 독도와 같은 해양 도서 지역은 생물지리학적 관점에서 독특한 생태계를 갖고 있을 뿐만 아니라 생물다양성의 측면에 있어서 그 가치가 굉장히 높은 지역이므로 독도의 자연 지리적인 특징을 이해하는 것은 매우 중요하다. 김현희 외 4인(2018)의 한반도 도서 지역의 식물상 비교 연구에 따르면, 우리나라의 최외곽 도서 8개 지역(백령도, 대청도, 소청도, 흑산도, 홍도, 가거도, 울릉도, 독도)은 기온과 강수량의 지역적 차이가 뚜렷했고 이에 따라 서식하는 식물상도 명확한 지역적 차이를 보였다. 대체로 도서 지역의 식물상은 지역별로 유사도가 높게 나타났으나, 독도의 식물상은 지리적으로 가까운 울릉도와도 유사도가 낮게 나타났으며 다른 어느 도서와도 유사도가 낮게 나타나 매우 독특한 식물상을 가진 것으로 확인되었다. 즉, 이 결과는 독도의 독특한 식물상에 미치는 환경변수의 차이가 존재한다는 것을 의미한다. 따라서 지역의 환경변수를 분석하고 그 특성을 이해하는 것은 생태계를 설명하는 데 유용할 수 있다.

우리가 보는 지표면의 다양한 경관은 지구 시스템의 네 개 권역인 대기권, 암석권, 수권, 생물권의 상호작용 결과이다. 네 개의 권역은 각각 분리되거나 개별적인 요소가 아니라 실제로는 서로 연결되어 상호작용하며 영향을 미친다. 공기 중에서 발생하는 대기현상이나 순간적으로 나타나는 대기의 상태를 기상(weather)이라고 하며, 이러한 기상 현상이 지표면의 특정 장소에서 비슷한 시기에 출현하는 평균적이고 종합적인 대기의 상태를 기후(climate)라고 정의한다(이승호, 2022). 따라서 기후는 지구 표면을 구성하는 암석권, 수권, 생물권에 장기적으로 영향을 미친다. 그러므로 기후를 올바르게 이해하는 것은 지표면의 경관과 구성요소 사이에 발생하는 프로세스를 이해하고, 궁극적으로 지역의 생태계를 종합적으로 이해하는 데 매우 중요한 첫걸음이라고 할 수 있다.

2. 독도 기후에 관한 선행연구

1) 대중적으로 알려진 독도의 기후

한반도에서 가장 멀리 떨어져 있는 섬인 독도는 지리적으로 울릉도와 가까이 위치하여 울릉도와 묶어서 하나의 지역으로 인식되었다. 과학적인 기상관측자료가 없었던 1990년대 이전에는 독도의 기후가 울릉도의 그것과 유사할 것이라는 추정으로 울릉도의 기후가 자연스럽게 사용되었다. 대표적으로 1982년에 발표된 ‘독도는 우리 땅’ 노래의 가사에는 울릉도 기온과 강수량¹⁾이 독도의 기후로 사용되었다. 오마이뉴스의 보도(2017)에 따르면, 이 노래는 2012년에 시대변화와 기후변화로 인해 최신 정보를 반영하기 위해 가사가 변경되었는데, 변경된 가사에서도 여전히 울릉도의 기후를 사용하고 있다. 90년대 후반 독도에는 현대적인 기상관측장비가 설치되고 기상관측이 시작되었지만, 현재에도 독도의 자연환경을 소개하거나 독도 홍보를 담당하는 관련 정부 기관과 독도 관련 기관의 홈페이지, 독도 관련 교재를 살펴보면 이러한 경향은 여전히 주류를 이루고 있다(표 1). 예를 들어, 외교부의 독도 소개 홈페이지, 울릉군청이 운영하는 독도관리사무소, 경상북도교육청이 운영하는 사이버독도학교에서 기술하고 있는 독도의 기후는 “독도 포함 울릉도 부근의 기후”라는 제목을 사용하여 울릉도의 기후를 기술하고 있다.

대중적으로 알려진 독도의 기후 특성 서술은 대개 ‘난류의 영향으로 인한 해양성 기후 특성’이라는 표현과 함께 시작해 연평균기온과 연강수량을 제시하는 기초적인 수준에 머무르고 있다. 제한적이지만 일부 기관의 자료는 강수량 분포, 강수일수, 풍향에 관한 간략한 기술도 포함하고 있다. 기관마다 제시하는 값의 차이는 있으나, 독도의 연평균기온은 대체로 12~14°C 사이의 분포를 보인다고 적고 있다. 이에 반해 연강수량은 소개하고 있는 기관마다 그 차이가 비교적 큰 편이다. 예를 들어, 외교부 독도 홈페이지, 경상북도교육청의 사이버독도학교는 독도의 연강수량을 1,240mm, 독도관리사무소는 1,048~1,400mm, 독도재단은 1,383mm라고 각각 소개하고 있다. 이들이 제시하고 있는 값은 모두 다르지만 대체로 연강수량은 1,000mm 이상으로 비교적 습윤하다는 것은 공통으로 확인된다. 또한, 강수량 특성 서술은 ‘습윤하다’, ‘많다’와 같은 추상적인 기술에 머무르거나 아예 생략된 경우도 있다. 예를 들어, 한국민족문화대백과사전은 독도의 강수량 특성에 대해 ‘많다’와 같은 표현에 머무르고 있으며, 독도종합정보시스템은 기온, 바람, 수온, 파고의 특성을 소개하면서도 강수에 관한 설명은 수록하고 있지 않다.

독도 관련 교육용 교재에서도 비슷한 경향은 관찰된다. 2022년 10월에 동북아역사재단은 독도 교육 참고 자료 『독도 안내서』(동북아역사재단, 2022)를 발간하면서 기상청의 최신 자료를 인용하여 기후 정보를 수정하였지만, 그 이전까지 발간된 독도 교육 참고 자료 『우리 땅 독도를 만나다』(동북아역사재단, 2011)와 독도 교재 『독도 바로알기』(동북아역사재단, 2017)는 독도의 연평균 기온 12°C, 강수량 1,240mm라고 기술하거나 울릉도와 독도를 묶어서 울릉도의 기후 그래프를 제시하는 오류를 범하고 있었다. 또한 현재 일선 교육 현장에서 사용 중인 『중학교 2학년 사회』 교과서(최성길 외 13인, 2018)에서도 앞서 언급된 경상북도교육청이 운영하는 사이버독도학교의 자료를 인용하여 사용하고 있어 교수자와 학습자에게 잘못된 기후 정보가 지속해 확산하고 있다.

1) 1961~1990년 울릉도 평균기온 12°C, 연강수량 1,228mm (출처: 기상청 기상자료개방포털)

표 1 대중적으로 알려진 독도의 기후 특성 기술 내용

구분	독도 기후 특성 기술 내용	기술 자료의 근거	기후 그래프 유무
독도는 우리땅 노래	“평균기온 십이도 강수량은 천삼백” (1982년 가사) “평균기온 십삼도 강수량은 천팔백” (2012년 가사)	울릉도 기후 사용	×
독도 - 한국민족문화대백과사전	“독도의 연평균기온은 13.8℃로 같은 위도 대의 다른 지역에 비해 높은 편이다. 연교차는 20.5℃로 같은 위도대의 다른 지역들보다 작다. 이것은 동한난류와 해양의 영향으로 여름철 기온은 상대적으로 낮고 겨울철 기온은 높기 때문이다. 월평균기온은 1월과 2월이 가장 낮고 8월 기온이 가장 높다. 강수량은 여름철에 많은데 9월 강수량이 가장 많다. 연강수량에서 겨울철 강수량이 차지하는 비율도 22% 정도로 높다. …중략… 독도와 울릉도는 태풍이 빈번하게 지나가는 경로에 위치하여 한 해 평균 2~3개 태풍의 직접적인 영향을 받는다. 태풍의 영향 정도에 따라 연강수량에 큰 편차를 보이기도 한다.”	참고문헌 내 기상청 인용 표시	×
외교부 독도	기후 (독도 포함 울릉도 부근 지역 기후) - 기온: 연평균 12℃, 1월 평균 1℃, 8월 평균 23℃ - 강수량: 연평균 1,240mm (겨울철 강수는 대부분 적설의 형태) 난류의 영향을 많이 받는 전형적인 해양성 기후 안개가 잦고 연중 흐린 날이 약 160일 이상, 강우일수는 약 150일	출처 동북아역사재단 표기	×
독도종합정보시스템 (해양수산부 한국해양과학기술원)	- 기온: “독도의 연평균기온은 14.0℃(2012~2022년)로 같은 기간 울릉도(13.1℃)보다 0.9℃ 높고, 서울(13.2℃)보다 0.8℃ 높다. 월평균기온은 8월이 25.1℃로 가장 높고, 1월과 2월이 4.2℃로 가장 낮다.” - 그 외 바람, 수온, 파고 특성에 관한 서술 있음	독도 기상관측자료 활용하여 작성 추정	×
독도관리사무소 (울릉군청 운영)	“독도를 포함한 울릉도 부근 지역의 기후는 난류의 영향을 많이 받는 전형적인 해양성 기후를 띠고 있다. 연평균 기온은 약 12℃이며 최난월인 8월의 기온도 24℃를 초과하지 않아 여름에도 시원한 편이다. (연중 85%가 흐리거나 눈비가 내려 비교적 습한 지역이다.) 그리고 최한월인 1월의 평균기온은 1.0℃로 온난한 편이다. 울릉도 인근은 안개가 많고 연중 흐린 날이 160일 이상이며, 강우일수는 150일 정도이다. 연평균 강수량은 1,048~1,400mm 정도이다. 겨울철 강수는 대부분 적설의 형태이며, 폭설이 자주 내린다. 울릉도의 바람은 서풍과 남풍계열이 출현 빈도가 높으며 연간 평균풍속은 4.3㎞이다.”	출처 미표기	×

독도재단 (K-독도)	“독도의 기후는 난류의 영향을 많이 받는 전형적인 해양성 기후로 연평균 기온이 12.4°C, 가장 추운 1월 평균기온이 1°C, 가장 더운 8월 평균기온이 23°C로 비교적 온난한 편이다. 바람이 많은 독도의 연평균 풍속은 4.3m/s로 남서풍이 우세한 반면 겨울에는 북동풍이 우세를 보이고 있다. 독도는 안개가 잦고 연중 흐린 날이 160일 이상이며 강우일수는 150일 정도로 연중 85%가 흐리거나 눈, 비가 내려 비교적 습한 지역이다. 연평균강수량은 1,383.4mm, 겨울철 강수는 대부분 적설 형태이며 폭설이 많이 내리는 것이 특징이다.”	경상북도교육청 사이버독도학교	×
경상북도교육청 사이버독도학교	기후 (독도 포함 울릉도 부근 지역 기후) - 기온: 독도는 해양성 기후로 연평균 기온 12.4°C, 1월 평균 기온 1°C, 8월 평균 기온 23°C - 바람은 많은 편으로 연평균 풍속은 4.3m/s로 남서풍이 우세한 반면, 겨울에는 북동풍이 우세하다. - 강수량: 독도는 연중 흐린 날이 160일 이상이며, 안개가 자주 발생한다. 강수일수는 약 150일이며, 연평균강수량은 1,240mm이다.	외교부 독도 기후 기술과 비슷한 것으로 볼 때, 동북아역사재단 자료 사용 추정	×
『중학교 사회 2』 (최성길 외 13인, 2018)	“독도는 난류의 영향을 많이 받는 해양성 기후가 나타난다. 연평균 기온은 12.4°C 내외로 비교적 온난한 편이며, 연평균 강수량은 1,383.4mm로 연중 비와 눈이 내리는 날이 잦아 강수량이 많다.”	경상북도교육청 사이버독도학교	×
『우리 땅 독도를 만나다』 (동북아역사재단, 2011)	“독도는 연평균 기온이 12°C로 같은 위도상에 있는 한반도 내륙에 비해 온난하다. 가장 추운 1월에도 평균기온은 영하로 내려가지 않고, 가장 더운 8월에도 평균기온은 24°C를 넘지 않는다. 독도의 연평균 풍속은 4.5m/s로 전국에서 바람이 가장 강하다. 주로 여름에는 남서풍, 겨울에는 북동풍이 분다. 연평균강수량은 1,240mm로 겨울철에는 눈이 많이 내리는데 바닷바람이 세기 때문에 눈이 많이 쌓이지는 않는다.”	출처 미표기	×
『(중학교) 독도 바로알기』 (동북아역사재단, 2017)	“동해에 위치한 독도는 해류의 영향을 받아 서울에 비해 여름은 시원하고 겨울은 따뜻한 해양성 기후이다. 또한 비와 눈이 자주 내려 연중 강수량이 고른 편이다. 독도는 바다로 둘러싸여 있는 섬으로 습도가 높고 안개가 자주 발생한다.”	출처 미표기	○ (울릉도·독도 기후 그래프)
『독도 안내서』 (동북아역사재단, 2022)	- 기온: 연평균 14°C(2012~2021년) - 바람: 주풍은 서남서 또는 남서풍(2012~2021년) 겨울철 주풍은 서남서풍, 여름철은 서남서 또는 동남동풍 - 강수량: 510.1mm(2016~2021년)	대구지방기상청 (2022.8 기준)	×

2) 독도 기후 관련 학술 연구

울릉도의 기상관측은 1938년부터 시작된 것에 비해 독도는 1990년대 후반이 되어서야 비로소 현대적인 기상관측이 시작되었다. 이마저도 2010년 이전까지는 접근성의 제한, 장비 운용과 관리의 어려움, 데이터의 품질 문제로 인해 장기적이고 연속적인 자료를 생산하는 데에는 많은 어려움이 있었다. 이러한 문제로 2010년 이전까지는 기상관측자료를 활용한 독도의 기상학적 연구는 거의 없었다.

문화재청은 2009년에 경북대학교 울릉도·독도 연구소의 연구 성과를 종합하여 『한국의 자연유산 독도』(문화재청, 2009)를 발간하였으며, 이 책은 독도의 기상에 관한 분석 결과를 수록하고 있다. 이 연구는 1998~2007년의 NASA의 위성영상 TRMM(The Tropical Rainfall Measuring Mission) 데이터 분석을 통해 한반도와 울릉도, 독도 주변의 월평균 누적 강수량을 분석하였으며, 분석 결과 독도의 월강수량은 연중 내내 울릉도의 그것보다 많다는 결과를 제시하였다(그림 1). 독도 기온 특성에 대해서는 전형적인 해양성 기후의 특성을 보여 울릉도와 유사하게 기온의 계절변화가 낮고, 일교차가 작다고 결론 내렸다(그림 2). 그러나 이 연구는 자료의 한계로 인하여 독도의 연평균기온과 연강수량을 제시하지는 못하였다.

기상관측자료를 활용한 독도 기후연구는 관측자료가 일부 누적되기 시작한 2010년쯤부터 시작되었다(표 2). 이영곤 외 3인(2010)은 2005년부터 2008년까지 관측된 자료를 이용하여 독도의 강수 및 기온 특성을 살펴보고, 이를 울릉도의 기상 특성과 비교 분석하였다. 이 연구는 독도의 연평균기온 14.0°C, 연평균강수량 660.1mm였음을 확인하였고, 이 결과는 울릉도의 연평균기온과 비교해볼 때 관측지점의 해발고도에 따른 기온감률을 고려한다면 연평균기온은 비슷한 수준이고 연강수량은 울릉도의 약 42% 수준이라는 결과를 제시하였다. 비슷한 시기에 국토지리정보원은 대한지리학회에 위탁하여 수행한 연구의 결과물을 『독도지리지²⁾』(국토지리정보원, 2015)로 발간하였으며, 이 책은 독도의 기후를 비교적 자세히 분석한 연구 결과를 포함하고 있다. 이 연구는 앞선 이영곤 외 3인(2010)의 연구와 유사하게 2004년에서 2008년까지의 기상관측자료를 활용하여 독도의 기온, 강수, 풍향 등을 분석하였으며, 독도의 연평균기온은 13.8°C, 연평균강수량은 672.6mm라는 결과를 보여주었다. 비록 이 두 연구는 기상관측자료의 시간적 범위가 4~5년에 불과하여 기후학적으로 유의미한 결론을 도출하기에 어려움이 있으나 실제 기상관측자료를 이용하여 독도의 기후 특성을 분석한 초기의 연구로서 큰 의미가 있다.

이후 이두현·박희두(2014)는 2000년부터 2012년까지 독도의 기상관측자료의 기록(일부 시기 자료 누락으로 제외)을 정리하여 실제 독도의 기후는 정부 기관 홈페이지에 소개된 독도의 기후와는 상당한 차이가 있음을 처음으로 확인하였다. 그들의 연구 결과에 따르면 독도의 연평균기온은 13.8°C, 연평균강수량은 620.8mm였으며, 정부 기관 홈페이지에 소개된 독도의 기후 특성 서술은 시급히 수정되어야 한다고 주장하였다. 한편 김종석·박종진(2017)은 경북대학교 울릉도·독도 연구소가 기획한 『독도의 자연이야기 기상/해류』에서 독도의 기후 특성을 정리하였다. 그들은 2004년부터 2016년까지의 기상관측자료를 이용하여 연평균기온 13.6°C, 연평균강수량 518.1mm라고 확인하였고, 8년 동안 기온의 연변화 분석을 통해서 기후변화에 따른 기온 상승의 경향이 나타난다고 하였다. 그 외에도 독도의 기후 특성 규명이 연구목적은 아니었지만, 조병욱 외 5인(2011)은 독도 서도에서 물골 지하수의 유출 특성을 분석하기 위하여 1999년부터 2007년까지 방재기상관측연보의 강수량 자료를 정리하여 독도의 연평균강수량은

2) 『독도지리지』는 2009년에 최초로 발간된 후 일부 수정을 거쳐 2011년에 비매품으로 배포되었으며, 2015년에 2011년의 판본으로 정식 출판하였으며 내용은 같음.

641.2mm임을 확인하였다.

이상의 선행연구 결과를 종합해보면 인공위성 자료를 활용한 문화재청(2009)의 결과를 제외하고는 2000년부터 2010년대 중반까지 독도의 연평균기온은 13.6~14.0°C 분포를 보이고 연평균강수량은 518.1~660.1mm의 범위를 나타내고 있다. 이 값은 앞서 살펴본 대중적으로 알려진 독도의 기후 특성 서술과는 상당한 차이가 존재한다는 것을 알 수 있다.

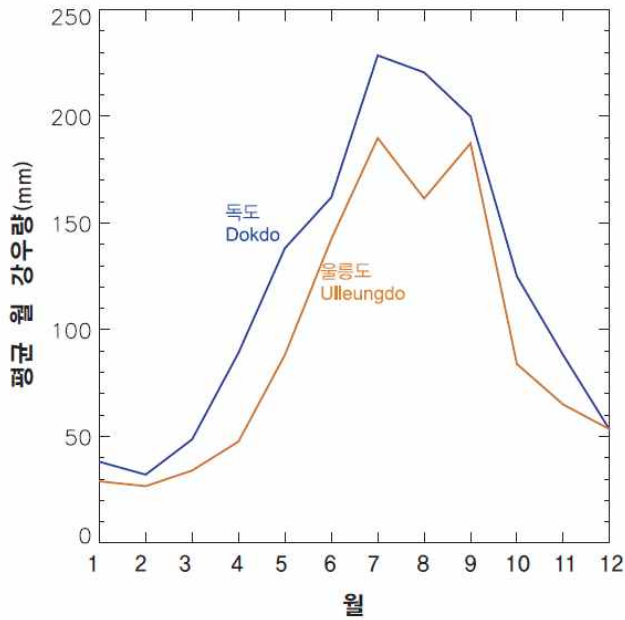


그림 1 울릉도와 독도에서 TRMM으로 추정된 평균 강수량의 월별 변화(출처: 문화재청, 2009)

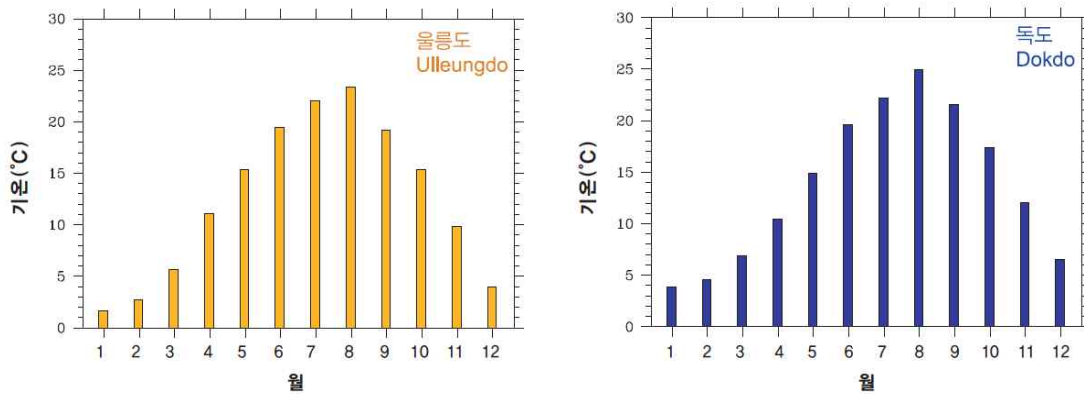


그림 2 울릉도와 독도의 월별 평균기온 변화(출처: 문화재청, 2009)

표 2 학술 연구에서 규명된 독도의 기후

구분	연구의 시간 범위	연구 방법	연평균기온 (°C)	연평균강수량 (mm)	기후 그래프 유무
문화재청 (2009) ¹⁾	1998~2007년	위성영상 활용	-	-	○ (월별 강수량변화)
국토지리정보원 (2015) ²⁾	2004~2008년	기상관측자료 활용	13.8	672.6	○
이영곤 외 3인 (2010) ³⁾	2005~2008년	기상관측자료 활용	14.0	660.1	×
조병욱 외 5인 (2011) ⁴⁾	1999~2007년 (2000, 03~04, 09년 제외)	기상관측자료 활용	-	641.2	×
이두현·박희두 (2014) ⁵⁾	2000~2012년 (2009년 제외)	기상관측자료 활용	13.8	620.8	×
김종석·박종진 (2017) ⁶⁾	2004~2016년	기상관측자료 활용	13.6	518.1	×

- 1) 기온은 일기온변화, 월별기온변화를 분석하였으며, 위성영상 분석을 활용하여 울릉도, 독도의 강수량을 추정하였으나, 연평균기온, 연평균강수량을 제시하지는 못함.
- 2) 2004~2008년의 기상관측자료를 이용하여 독도의 기온, 강수량, 풍향 등에 대해 자세한 기후 특성을 분석하였음.
- 3) 2005~2008년 1시간 평균 기온자료, 1시간 누적 및 일 누적 강수량 자료를 이용하여 분석함.
- 4) 지하수 유출 특성을 파악하기 위하여, 연강수량 자료만 정리하여 통계값을 제시함.
- 5) 연평균기온은 4개년(2006~2008, 2012)의 관측 결과와 연평균강수량은 7개년(2002, 2005~2007, 2010~2012)의 관측 결과를 정리하여 산출하였음.
- 6) 연구 방법 및 연구자료의 속성에 대해서는 비교적 간략히 설명하고 있음. 독도 관측자료 2004~2016년 자료를 바탕으로 분석하였고, 기상청 발간 『한국기후도 1981~2020』를 참고하여 타 지역의 기후 특성과 비교하여 정리하였음. 이 연구에서는 독도의 연평균기온, 연강수량의 연 변화(2009~2016년) 그래프를 제시하였음.

3) 독도 기후연구의 문제점과 필요성

대중적으로 알려진 독도 기후 특성과 독도 기후에 관한 학술 연구를 검토해본 결과, 크게 두 가지의 문제점이 확인된다.

첫째, 과거 기상관측자료가 부재했던 시기에 독도의 기후는 지리적으로 인접한 울릉도의 기후와 유사하다는 추정을 토대로 울릉도의 기후가 독도의 기후인 것처럼 오랜 시간 동안 대중에게 소개되며 사용되었다. 그러나 2010년대부터 독도의 기상관측자료가 축적되고 학계의 연구가 제한적으로나마 진행되면서 이러한 추정이 틀렸다는 것이 증명되었다. 그러나 여전히 정부 기관과 독도 관련 기관 홈페이지, 독도 관련 교재에서 찾을 수 있는 독도의 기후 정보는 실제 독도의 그것과는 다른 정보가 소개되고 있는 현실이다.

둘째, 독도의 기후 특성에 관한 기술은 대체로 연평균기온, 연강수량을 간략하게 수치로 제시하거나 ‘온난하다, 습윤하다’ 등과 같은 서술적 표현에만 의존하고 있으며, 일반적으로 기후를 시각적으로 표현하는 기후 그래프(climograph)³⁾는 거의 사용되고 있지 않다. 이에 따라 월별 기온의 변화나 월별 강수량의 변화 등과 같은 상세한 독도의 기후 정보는 거의 알려지지 않았다. 또한 기술된 독도의 기후 특성이 인용되거나 소개되는 과정에서 정보를 옮기는 사람에 의해 표현이 변형되기도 하며, 서술적 표현에 의존한 기후 정보는 정보를 이용하는 사람마다 주관적으로 이해될 수 있으므로 독도의 기후에 관해 부정확한 정보가 지속해 생성될 수 있다. 현재까지 선행연구 및 문헌 검토를 통해 확인한 바로는 2004년에서 2008년까지의 기상관측자료를 바탕으로 제작한 국토지리정보원(2015)의 기후 그래프(그림 3)가 유일한 것으로 확인되었으나, 이 그래프가 실제로 인용되거나 활용된 사례는 거의 찾을 수가 없었다. 그 이유는 이 그래프의 기상관측자료는 5년에 불과하여 명확한 기후 특성을 규명하기에 불확실성이 존재한다. 또한 사용된 기상관측자료의 마지막 관측 시점으로부터 15년이 흐른 현재에 이 그래프를 계속 사용하는 것은 무리가 있어 보인다.

결과적으로 독도 기후에 관한 자금의 상황은 독도 교육의 현장에서 학습자, 교수자 모두에게 큰 혼란을 유발할 수 있으며, 우리 국토에 대해 배우고자 하는 시민, 독도를 방문하는 국내·외의 관광객들에게도 부정확한 정보를 전달 할 수 있다. 이러한 상황의 근본적인 원인은 독도에서 기상관측의 역사가 비교적 짧고, 관측된 자료에 결측치가 많아서 깊이 있는 기후연구를 진행하기에 자료가 충분하지 않았기 때문으로 생각된다. 이러한 상황은 앞으로 독도의 기상관측자료가 30년의 기후평년값을 논의할 수 있을 정도로 누적된다면 자연스럽게 개선될 수 있을 것으로 예상된다.

그러나 독도에서 30년의 기상관측자료가 구축될 때까지 혹은 적어도 다음 평년⁴⁾의 기후자료가 생산되기까지는 최소 7년 이상의 기다림이 필요한 현실이다. 따라서 더 이상 현재의 부정확한 정보가 지속해 재생산되거나 학습되는 것을 방지하고, 독도의 기후 특성을 더욱 정확히 이해하기 위해서는 더 긴 시간적 규모에서 수집된 기상관측자료를 통해 독도의 기후 정보를 생산할 필요가 있다. 즉, 현재의 시점에서 독도의 기후 특성을 규명하고 기후 그래프를 생산하는 것은 매우 중요하고 시급한 과제라고 할 수 있다.

3) 본 연구에서 의미하는 기후 그래프(climograph)는 월평균기온과 월평균강수량을 같이 표현한 그래프로, 기상관측지점의 기온 및 강수량의 변화를 시각적으로 표현할 때 사용하는 그래프를 의미한다.

4) 기후평년값은 10년마다 산출되므로, 가장 가까운 기후평년값 산출 시기는 2030년까지 관측이 끝난 시점이다.

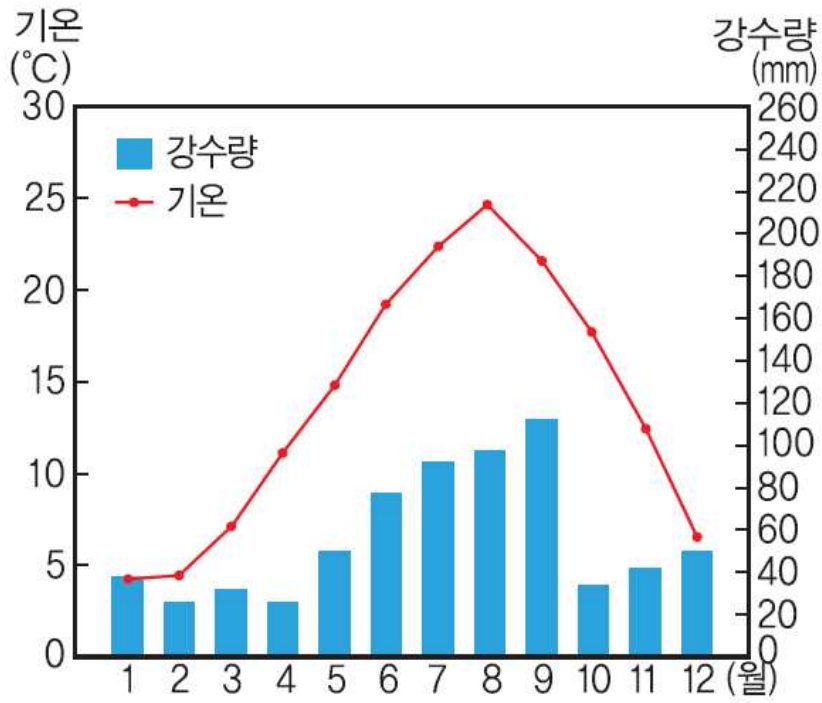


그림 3 독도 월평균기온과 월강수량의 분포(2004~2008년) (출처: 국토지리정보원, 2015)

3. 연구목적 및 방법

본 연구는 독도의 기상관측자료를 활용하여 독도의 기후 특성을 기온과 강수량의 측면에서 규명하고, 독도의 기후 그래프를 생산하여 제공하는 데 그 목적이 있다.

독도의 기상관측자료는 기상청이 운영하는 기상자료개방포털에서 획득하였으며, 본 연구에 사용한 자료는 데이터의 품질관리가 이루어지고, 디지털 파일의 형태로 제공되는 최근 13년(2010년 1월 1일부터 2022년 12월 31일까지)의 일 관측자료를 활용하였다. 2010년 이전 시기에 독도의 기상관측자료는 존재하나 자료에 결측이 많고 2009년 연말 현재의 기상측정 장비로 교체되기 이전의 자료이므로 데이터의 품질과 연속성을 고려할 때 제외하는 것이 적합하다고 판단하였다. 획득한 원자료는 기후통계지침(기상청 국가기후데이터센터, 2021)을 준수하여 월, 계절, 연 단위의 기후자료로 가공하여 사용하였다. 이 자료를 이용하여 독도의 기후 특성을 분석하고 기후 그래프를 생산하였다. 분석을 통해 도출된 독도의 기온과 강수량 특성 결과는 선행연구의 결과, 다른 관측지점의 기후 평년값(1991~2020년)과 비교분석을 통해 독도의 기후 특성을 자세히 논의하였다. 본 연구에서 활용된 기상관측지점의 상세 정보와 연구에 활용한 데이터의 범위는 표 3과 같다.

표 3 기상관측지점의 상세 정보

관측지점	지리적 좌표	해발고도(m)	관측유형	연구활용 데이터 범위
독도	N 37.23952° E 131.86983°	99	자동기상관측 (AWS)	2010~2022년
울릉도	N 37.48129° E 130.89863°	221	종관기상관측 (ASOS)	1991~2020년
포항	N 36.03201° E 129.38002°	4	종관기상관측 (ASOS)	1991~2020년
강릉	N 37.75147° E 128.89099°	27	종관기상관측 (ASOS)	1991~2020년

출처: 기상청 기상자료개방포털을 바탕으로 정리

4. 최근 13년간 독도 기상관측자료의 특성과 데이터 처리

본격적인 자료 분석에 앞서 2010년 1월 1일부터 2022년 12월 31일까지 일 단위로 수집된 독도 기상관측자료의 특성을 이해하고, 결측값의 유무 및 정도를 확인하기 위해서 일평균기온과 일강수량의 시계열적인 변화를 시각적으로 표현하였다(그림 4). 원자료의 시각적 검증 및 기술통계의 값을 검토한 결과, 특별히 자료의 오류로 추정되는 값은 존재하지 않았다.

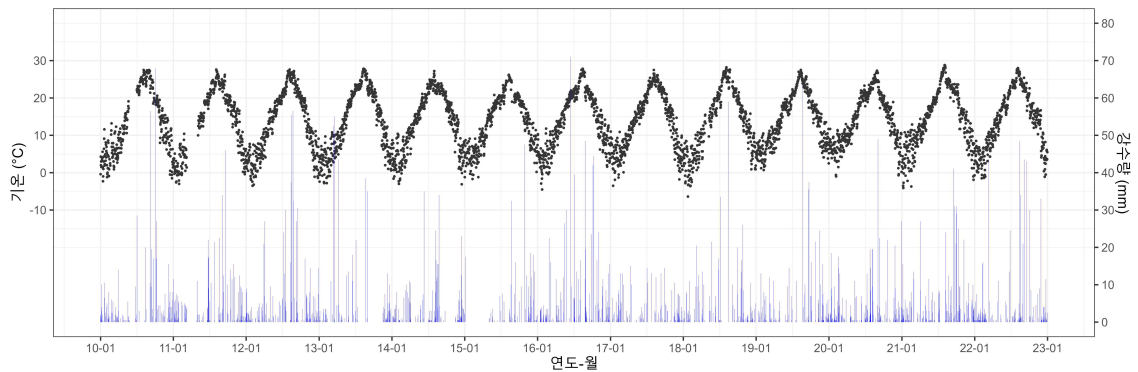


그림 4 2010~2022년 독도 일평균기온과 일강수량의 시계열 변화

원자료에서 일평균기온은 $-6.4\sim 28.8^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 보이고, 평균값은 13.8°C 로 나타났으며, 겨울철에 낮아지고 여름철에 상승하는 기온의 계절적인 변화가 연속적으로 잘 나타났다. 원자료에서 확인되는 일평균기온의 결측값의 수는 총 211개로 확인되었다(표 4). 월평균기온은 일평균기온의 총합을 자료의 수로 나누어 계산하며, 계절평균기온은 각 계절 동안 월평균기온의 총합을 자료의 수로 나누어 계산하며, 연평균기온은 산출된 1~12월의 월평균기온의 합계를 자료의 수로 나누어 산출한다. 따라서 일평균기온에 결측치가 많으면 산출되는 평균값에 영향을 미칠 수 있어 통계 분석 이전에 결측값을 적절히 처리해야 한다.

결측값의 처리는 기후통계지침(기상청 국가기후데이터센터, 2021)의 세부 조건을 준수하였다. 세부 조건은 1) 월 자료에 11일 이상의 관측값이 존재하지 않거나 2) 5일 이상의 관측값이 연속적으로 기록되지 않으면 해당 월의 평균기온은 산출하지 않았다. 이 조건에 부합하는 월은 전체 156개월 중 6개월(표 4 음영 표시)이었다. 한편, 기상관측자료에서 일평균기온은 결측이지만 일최고기온과 일최저기온이 제공될 때는 일최고기온과 일최저기온의 평균을 계산하여서 일평균기온으로 사용하여 결측값의 수를 줄였다. 이 방법을 통해서 2010, 2011, 2018, 2022년 중 월평균기온 계산에서 제외된 5개월을 제외하고는 월별 결측치의 수를 더욱 줄여 사용하였다. 결측치의 처리 이후 분석에 사용된 일평균기온의 자료에 존재하는 결측치의 수는 표 5에 제시된 것과 같다.

일강수량은 24시간 동안 측정된 강수량의 총합으로 측정되며, 일강수량의 단위 총합은 월강수량, 계절별강수량, 연강수량으로 계산된다. 연구 기간 독도의 일강수량 50mm 이상은 총 9회 관측되었으며 주로 8~10월에 나타났다. 일강수량의 최대값은 71mm로 2016년 6월 16일에 기록되었다. 일강수량은 여름부터 가을까지는 높은 편이고 그 외 다른 시기에는 상대적으로 낮은 계절적 패턴을 보인다. 원자료에서 확인된 일강수량의 결측치는 총 181개로 확인되었다(표 6). 결측값은 2011년 3~4월, 2013년 9~11월에 집중되어 나타나고 있으며, 그 외 나머지 연도는 10일 내외의 결측치가 분포하고 있다. 강수량 통계는 평균기온과 달리 단위시간 동안 측정된 강수량의 총합으로 계산되므로 보간법을 통해 값을 추정할 수 없다. 또한 특정 시기에 결

측이 집중적으로 분포할 때는 월강수량, 계절별강수량, 연강수량의 값에 직접적인 영향을 미칠 수 있으므로 각 통계치를 계산하고 자료를 해석할 때 주의가 필요하다. 월강수량을 바탕으로 월평균강수량과 계절별평균강수량을 계산할 때는 결측값이 많이 분포하는 5개월(표 6 음영 표시)은 사용하지 않았다.

표 4 독도 기상관측자료(2010~2022년) 원자료의 결측값 수: 일평균기온

연월	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	30	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
5	9	4	3	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0
6	30	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	7
8	3	0	0	0	0	12	0	0	8	1	0	0	0
9	9	0	0	0	0	5	0	0	3	2	0	0	0
10	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
합계	70	64	4	1	0	23	0	3	32	3	2	1	8

* 음영 표시: 기후통계지침의 조건1 혹은 조건2를 만족하는 셀

* 2015년 8월은 조건1에 해당하지만, 일최고기온, 일최저기온 관측값이 존재하므로 이를 평균하여서 일평균기온을 산출하여 결측값의 수를 줄였음.

표 5 자료처리 후 독도 평균기온 계산 시 사용된 자료의 결측값 수

연월	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	30	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
5	7	3	1	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0
6	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
8	0	0	0	0	0	3	0	0	8	1	0	0	0
9	4	0	0	0	0	4	0	0	3	2	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
합계	38	58	1	0	0	7	0	3	32	3	2	1	8

* 음영 표시: 월평균, 계절평균, 연평균 기온 계산 시 제외

표 6 독도 기상관측자료(2010~2022년) 원자료의 결측값 수: 일강수량

연월	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	19	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	21	0	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0
5	0	2	1	0	0	1	2	0	3	0	0	0	0
6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	7
8	0	0	0	0	0	3	0	0	7	2	0	0	0
9	4	0	0	30	0	4	0	0	2	0	0	0	2
10	1	0	0	31	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11	0	2	0	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	7	48	1	76	1	15	2	0	17	4	0	0	10

* 음영 표시: 월평균, 계절평균강수량 계산 시 제외

5. 독도의 기후 특성

1) 최근 13년 동안의 독도 기온과 강수 특성 분석

(1) 기온과 강수의 월별 특성

2010년 1월부터 2022년 12월까지 월별로 산출한 평균기온과 강수량을 월별(1~12월)로 평균하여 13년 동안 월평균기온과 월평균강수량을 산출하여 제시하였다(그림 5, 표 7). 통곶값을 산출할 때 일 관측자료의 결측치로 인해 조건에 부합하지 않는 월은 제외하고 계산하여 일부 월은 자료의 수가 11~12개이다.

독도의 평균기온 변화는 월의 변화에 따라 명확한 상승과 하강의 패턴을 보인다. 가장 추운 달인 최한월은 1월로 평균기온 3.9°C였으며, 2월 평균기온(4.2°C)과의 차이는 0.3°C에 불과하여 그 차이가 크지 않았다. 3월부터 평균기온은 상승하기 시작하여 8월에는 25.2°C를 기록하여 평균기온이 가장 높은 최난월이 된다. 9월부터 평균기온은 다시 하강하기 시작하여 12월에는 6.1°C까지 낮아진다. 최난월과 최한월의 차이인 기온의 연교차는 21.3°C로 나타났다.

독도의 평균강수량도 월의 변화에 따라 변동하지만, 변동의 정도는 월평균기온에 비해 상대적으로 적은 편이다. 강수량은 8월에 81.6mm로 가장 많았으며, 9월부터 강수량은 약간씩 줄어드는 경향을 보이면서 11월에는 50mm 미만으로 줄어든다. 12월의 강수량은 다시 약간 증가하여 51.6mm를 기록하고, 이후 20~40mm 범위에서 약간 변동하다가 5월에 20mm 수준으로 감소하여 가장 적었다. 6월부터는 강수량은 다시 서서히 상승하는 패턴을 보인다. 강수량의 변화를 비율로 살펴보면, 8월이 15.3%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 이어 9월, 10월 순으로 나타났다. 12월은 겨울임에도 강수량의 비율이 약 10%를 차지하며 높은 비율을 보여주었으며, 강수량이 가장 적은 5월은 약 4%에도 미치지 못했다. 그 외 나머지 월은 대체로 5~8% 비율을 보인다.

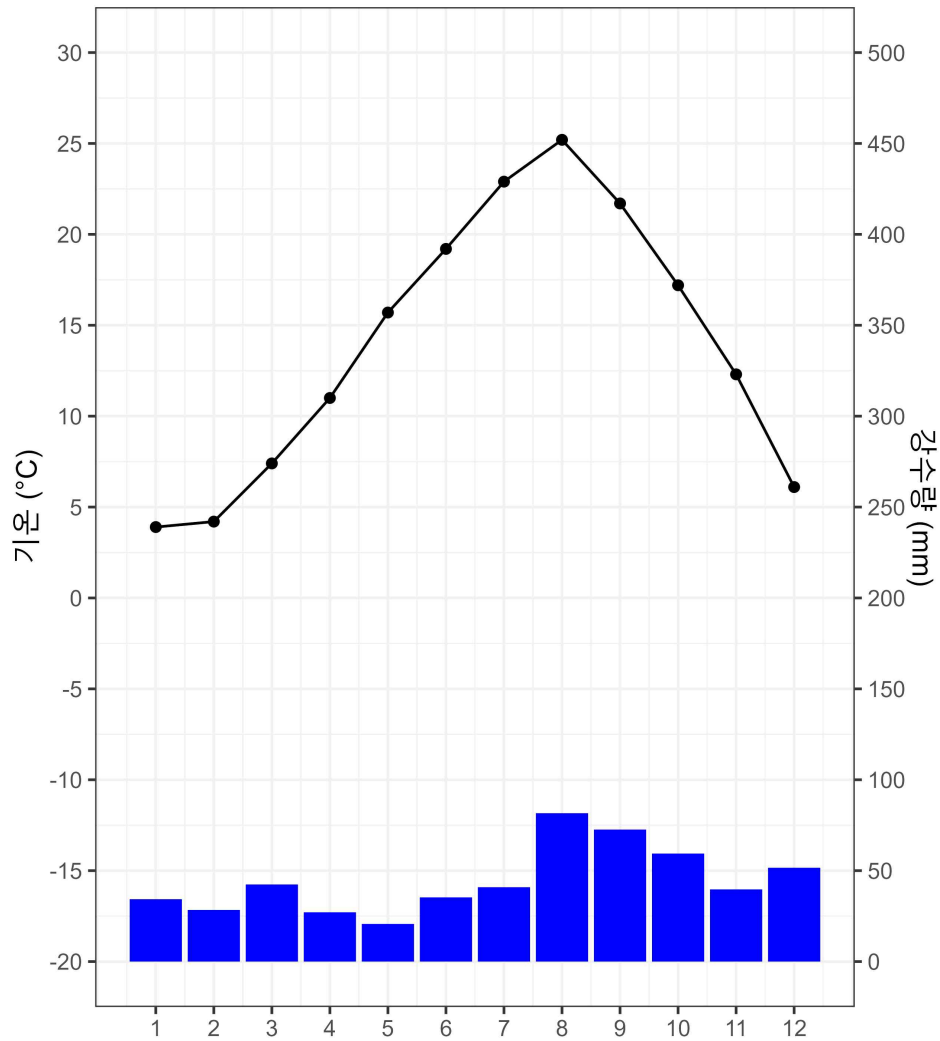


그림 5 독도의 기후 그래프: 월평균기온과 월평균강수량의 분포(2010~2022년)

표 7 독도의 월평균기온, 월평균강수량과 비율(2010~2022년)

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
평균기온 (°C)	3.9	4.2	7.4	11	15.7	19.2	22.9	25.2	21.7	17.2	12.3	6.1
평균강수량 (mm)	34.3	28.4	42.4	27.1	20.7	35.3	40.9	81.6	72.6	59.4	39.7	51.6
평균강수량 비율(%)	6.4	5.3	7.9	5.1	3.9	6.6	7.7	15.3	13.6	11.1	7.4	9.7

* 아래의 월을 제외하고는 월평균기온, 월평균강수량 산출 시 자료의 수(n)는 13

- 월평균기온: 3, 6, 7월 (n=12), 4, 5월 (n=11)

- 월평균강수량: 3, 4, 9, 10, 11월 (n=12)

(2) 기온과 강수의 계절별 특성

월별로 산출된 평균기온과 강수량을 계절별로 구분하여 평균값을 산출하여 계절별 특성을 살펴보았다. 계절의 구분은 기상청의 기후통계지침(기상청 국가기후데이터센터, 2021)을 따라서 3~5월은 봄, 6~8월은 여름, 9~11월 가을, 12~다음 해 2월은 겨울로 구분하였다. 이 과정에서 2010년 1~2월, 2022년 12월은 각각 2009년 겨울, 2022년 겨울로 분류되는데, 각 시기의 대푯값을 산출하기에 2009년 12월, 2023년 1~2월의 관측자료가 부재하므로 해당 시기는 계절 평균의 통계치를 산출할 때 제외하였다. 또한 일강수량의 관측기록에 결측치가 많은 5개월(표 6 음영 표시)을 포함하는 계절인 2011년 봄, 2013년 가을도 계산에서 제외하였다.

계절별 평균기온은 월평균기온의 변화와 유사한 경향을 보였으며, 평균기온이 가장 높은 계절부터 여름, 가을, 봄, 겨울 순으로 나타났다(그림 6의 (a), 표 8). 여름의 평균기온은 22.3°C로 비교적 낮았으며, 겨울 평균기온은 4.7°C로 높은 편이다. 계절 내 평균기온의 편차를 살펴보면, 여름에 비해 겨울철 평균기온이 더욱 큰 편차를 보인다. 가을 평균기온은 17.0°C로 봄 평균기온 11.5°C에 비해 높게 나타나는데, 이것은 해양의 영향에 의한 것으로 보인다.

계절별 평균강수량의 분포는 강수량이 가장 많은 계절부터 순서대로 가을, 여름, 겨울, 봄으로 나타났다(그림 6의 (b), 표 8). 가을 평균강수량은 171.7mm로 연강수량의 32.1%를 차지해 가장 많았으며 여름은 157.8mm로 29.5%를 차지하고 있다. 그러나 두 계절은 평균강수량의 차이가 크지 않아 비슷하며, 여름~가을 동안 연강수량의 60% 이상이 집중되고 있다. 겨울에도 연강수량의 약 21%(114.2mm)가 집중되며 비교적 많은 강수량을 보인다. 봄철 강수량은 91mm로 전체의 17%를 차지해 가장 적었다. 강수일수는 일강수량이 0.1mm 이상인 날의 수로 정의되며(기상청 국가기후데이터센터, 2021), 계절별로 나타나는 평균 강수일수를 살펴보았다. 계절별 강수량의 분포와는 달리 계절별 강수일수는 겨울철에 약 31일로 가장 많이 나타났으며, 가을, 여름, 봄 순으로 강수일수는 줄어들었다. 그러나 겨울을 제외한 나머지 세 계절의 강수일수는 약 20일 내외로 비슷하였다.

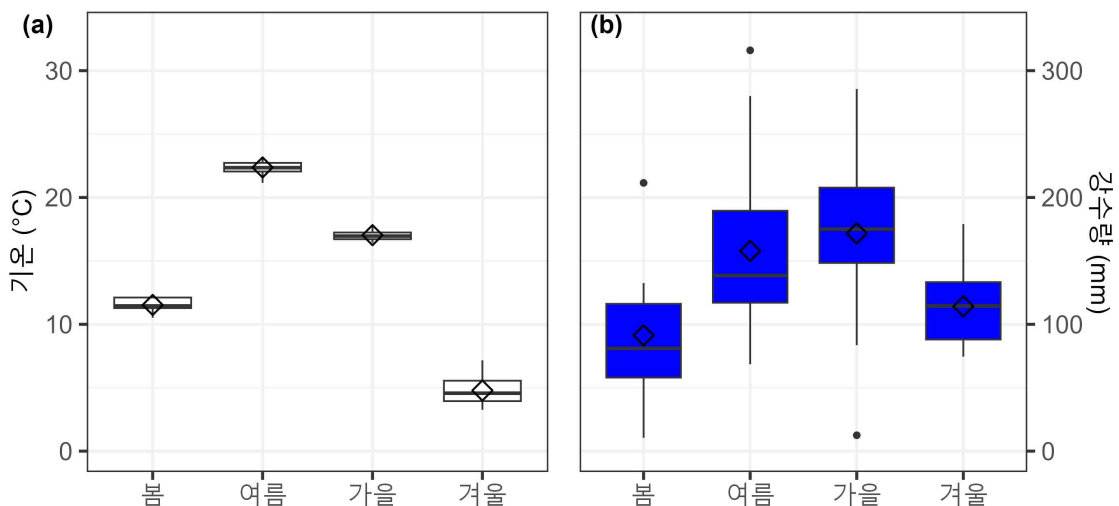


그림 6 독도의 계절별 평균기온과 평균강수량(2010~2022년) (a) 계절별 기온의 분포와 평균기온, (b) 계절별 강수량 분포와 평균강수량. 그래프의 ◇는 해당 계절의 평균값을 나타냄.

표 8 독도의 계절별 평균기온, 평균강수량과 비율, 평균 강수일수(2010~2022년)

계절	봄 (3~5월)	여름 (6~8월)	가을 (9~11월)	겨울 (12~2월)
평균기온(°C)	11.5	22.3	17.0	4.7
평균강수량(mm)	91.3	157.8	171.7	114.2
평균강수량 비율	17.1	29.5	32.1	21.3
평균 강수일수	19.0	19.6	22.4	31.1

* 계절별 평균기온 자료의 수(n): 10/11/13/12 (봄/여름/가을/겨울 순)

* 계절별 평균강수량 자료의 수(n): 12/13/12/12 (봄/여름/가을/겨울 순)

(3) 기온과 강수량의 연변화

2010년 1월부터 2022년 12월까지 월별로 산출한 평균기온과 강수량을 연별(2010~2022년)로 각각 평균, 합산하여 13년 동안 독도의 연평균기온과 연강수량의 변화를 살펴보았다(그림 7, 표 9). 연평균기온은 1~12월의 월평균기온을 총합한 후 자료의 수로 나누어서 계산하였고, 13년의 평균기온은 연평균기온을 다시 평균하여 계산하였다. 연평균기온을 산출할 때, 결측값의 존재로 인해 월평균기온이 없는 예도 있었는데, 해당 월은 주로 봄철 혹은 가을철이므로 극단의 값을 나타내지 않아 통계처리에 미치는 영향이 적으므로, 해당 월을 제외한 자료의 수로 나누어 연평균기온을 산출하였다. 연강수량은 일강수량을 합산하여 계산하였고 연평균강수량은 연강수량을 평균하여 계산하였다. 연강수량은 일강수량의 합산으로 계산되므로 결측값의 유무가 영향을 미칠 수 있으므로, 실제 기상관측일의 수를 같이 제시하였다.

지난 13년 동안 독도의 연평균기온은 13.9°C이며, 연평균기온이 가장 낮은 해는 2010년으로 13.2°C였으며, 가장 높았던 해는 2021년으로 14.7°C를 기록하였다. 2022년에 독도의 연평균기온은 비교적 큰 폭으로 하강하여 2012년의 수준으로 같아지기는 하지만, 전체적으로 연평균기온은 13년 동안 변동을 겪으면서 상승하는 경향을 보인다. 13년 동안 연평균기온은 0.52°C 상승하였으며 1년에 0.04°C 상승의 속도를 보인다. 다만 사용된 기상관측자료의 길이가 짧아서 기온 상승의 경향과 속도를 통계적으로 유의미하게 해석하기에는 무리가 있다.

독도의 13년 평균강수량은 519.2mm이며, 연평균기온에 비하여 연변동성이 비교적 크게 나타난다. 연강수량은 평균강수량의 68% 범위($\mu+\sigma$)에 분포하는 경향을 보였지만 예외도 있었다. 2012년과 2016년은 각각 679.5, 758.5mm를 기록하며 매우 습윤한 해였으며, 반대로 2015년과 2017년은 318, 337.5mm로 매우 건조한 해였다. 다른 해에 비해 실제 기상관측일수가 적은 2011년, 2013년도의 연강수량도 13년 평균강수량보다는 낮았지만 68%의 범위에 분포하였다. 13년 동안 연강수일수는 54~122일의 분포를 보이고 평균적으로 93.7일로 나타났다. 2015년은 318mm로 가장 적은 연강수량을 기록한 해였는데, 그해에 연강수일수는 겨우 54일에 불과했다. 2015년의 실제 기상관측일수는 350일로 15일이 부족한 것을 고려하더라도 매우 적은 강수일수를 보였다. 반면 가장 많은 강수량을 기록한 2016년은 연강수일수가 99일이었으며, 두 번째로 강수량이 많았던 2012년은 강수일수 108일을 기록하였다.

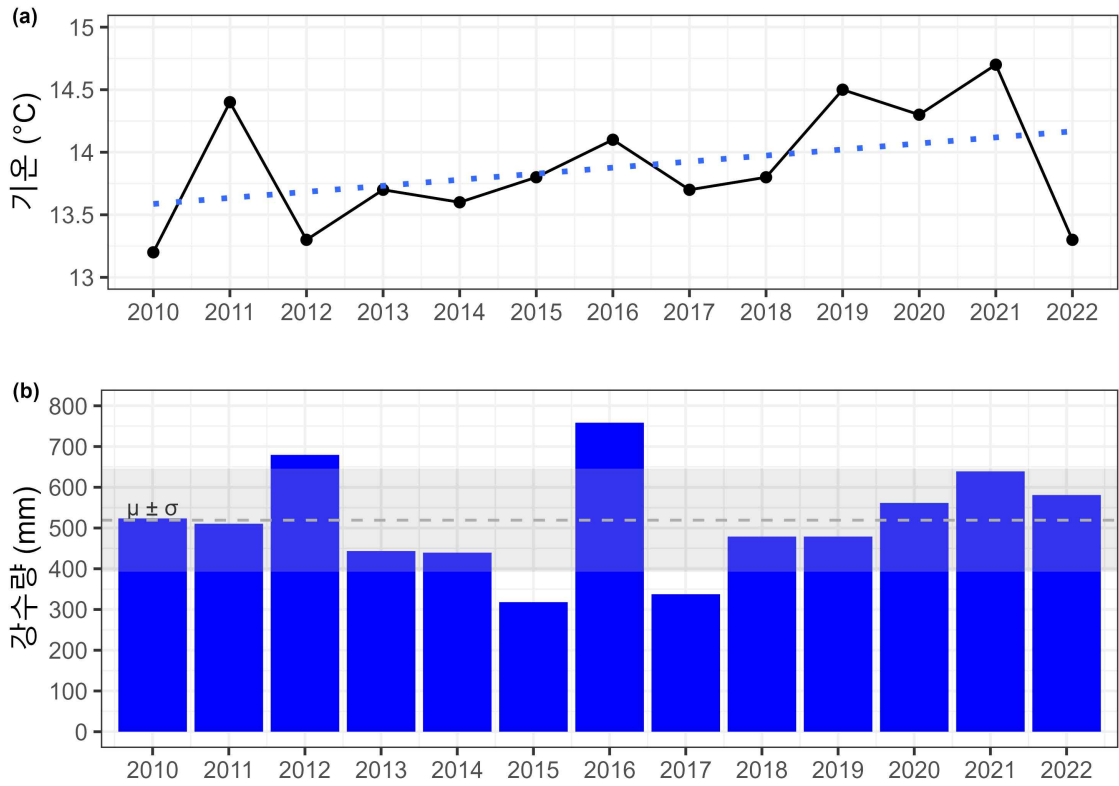


그림 7 독도의 연평균기온과 연강수량의 시계열 변화(2010~2022년). (a) 독도의 연평균기온과 변화(파란 점선은 선형 회귀선을 나타냄), (b) 독도의 연강수량 변화(가로 대시선과 음영구역은 13년의 평균강수량($\mu=519.2\text{mm}$)과 표준편차($\sigma=126.4\text{mm}$)의 범위를 나타냄)

표 9 독도의 연평균기온과 연강수량의 시계열 변화(2010~2022년)

연도	평균기온(°C)	강수량(mm)	강수일수	월평균기온의 수	강수량 실제 관측일수
2010	13.2	523.5	92	10 (5,6월 제외)	358
2011	14.4	510.5	94	10 (3,4월 제외)	317
2012	13.3	679.5	108	12	365
2013	13.7	443.5	67	12	289
2014	13.6	439.5	95	12	364
2015	13.8	318	54	12	350
2016	14.1	758.5	99	12	364
2017	13.7	337.5	84	12	365
2018	13.8	479	82	10 (4,5월 제외)	348
2019	14.5	479	87	12	361
2020	14.3	561.5	122	12	366
2021	14.7	639	120	12	365
2022	13.3	581	115	11 (7월 제외)	355
13년 평균	13.9	519.2	93.7		

* 2010, 2011, 2018, 2022년은 결측값으로 인해 몇 개의 월평균기온이 산출되지 않았으나, 이들은 극값이 나타나는 월이 아니므로 연평균기온 산출에 큰 영향을 미치지 않아 해당 월을 제외한 자료의 수로 나누어 연평균기온을 산출하였음.

* 2011, 2013년은 다른 해에 비하여 강수량의 실제 관측일수가 더 적음.

2) 독도의 기후 특성 논의

기상관측자료가 축적되기 시작한 2010년부터 본격적인 연구가 시작되고 독도의 기후 특성이 일부 밝혀지면서 기존에 알려진 독도 기후 특성 서술이 잘못되었음이 확인되었다. 그럼에도 불구하고 여전히 독도의 기후 특성 서술에는 울릉도의 기후 특성이 대체재로 사용되고 있거나 명확한 출처 표기 없이 무분별하게 인용, 사용되고 있어 독도의 기후 특성에 대한 정확한 정보를 찾고 구별하기가 쉽지 않다. 따라서 이전 장에서 밝혀진 독도의 기온, 강수량 분석 결과를 선행연구의 결과와 기상청의 기후평년자료를 가져와 비교하여 분석하고, 독도의 기후 특성을 연평균기온과 강수량, 강수일수의 관점에서 자세히 논의하고 종합적으로 정리한다.

(1) 독도의 연평균기온과 시계열 변화

본 연구에서 최근 13년 동안의 기상관측자료를 분석한 결과 독도의 연평균기온은 13.9°C임을 확인하였다. 독도 기후에 관한 선행연구(표 2)는 분석에 사용한 기상관측자료의 시간적 범위에 따라 약간 다르지만 13.6~14.0°C 범위에 연평균기온이 분포한다고 보고하고 있으며, 본 연구의 결과는 선행연구의 결과와 대체로 조화를 잘 이룬다.

본 연구의 결과를 기후평년자료의 10년 주기값과 비교하기 위해서 2011~2020년의 평균기온으로 다시 계산하였고, 그 값은 13.9°C로 기존의 13년 연평균기온 값과 차이가 없었다. 같은 시기에 울릉도의 평균기온은 12.9°C로 독도보다 1°C 낮은 기온을 기록하였다. 그러나 두 섬의 기상관측지점의 해발고도 차이(122m)를 고려한다면, 실제로 울릉도와 독도의 연평균기온은 거의 차이가 없는 것으로 보인다.

본 연구의 독도 연평균 기온의 시계열 변화 그래프(그림 7의 (a))는 독도의 연평균기온이 연간 0.04°C의 속도로 13년 동안 0.52°C 상승하였음을 보여준다. 독도 평균기온의 상승은 이영근 외 3인(2010), 김종석·박종진(2017)의 연구 결과에서도 확인된다. 그러나 본 연구를 포함한 선행연구의 결과 모두 독도에서의 명백한 기온 상승을 논의하기에는 사용된 기상관측자료가 매우 제한적이며, 기후변화 관찰을 위해서는 더 긴 관측자료를 활용한 연구가 별도로 필요하다. 그럼에도 실제 독도에서는 전지구적인 기후변화에 의한 평균기온의 상승은 발생하고 있을 것으로 예상된다. 지난 106년(1912~2017년) 동안 우리나라 주요 6개 도시의 기상관측자료를 활용한 분석에서 우리나라의 연평균기온은 10년에 0.18°C의 속도로 상승하였다(국립기상과학원, 2018). 동해를 끼고 위치한 강릉, 포항, 울릉도에서도 지난 30년간 평균기온의 상승 경향이 명확히 관찰된다(표 10). 세 지점 모두 1991년부터 2020년까지 10년 주기로 구분하여 보면 시기별로 연평균기온은 소폭 상승하였고, 상승의 폭은 최근 시기인 2011~2020년에 더욱 크게 나타났다. 그러나 본 연구에서 확인된 2011~2020년 독도의 연평균기온은 13.9°C였고, 그 이전 시기인 2001~2010년의 독도 연평균 기온은 선행연구가 매우 제한적인 기상관측자료에 의존하고 있으므로 유의미한 평균기온의 상승을 논의하기는 어렵다.

표 10 강릉, 포항, 울릉도의 연평균기온(1991~2020년)과 독도의 연평균기온(2011~2020년)

관측지점	30년 기후평년값		10년 주기	
	1991~2020	1991~2000	2001~2010	2011~2020
강릉	13.5	13.3	13.4	13.7
포항	14.6	14.4	14.5	14.8
울릉도	12.7	12.6	12.6	12.9
독도	-	-	-	13.9

출처: 기상청 기상자료개방포털과 본 연구의 결과를 바탕으로 정리

(2) 독도의 강수량과 시계열 변화

본 연구에서 분석한 13년 동안 독도의 연평균강수량은 519.2mm로 선행연구의 결과와 비교해볼 때 약간의 차이가 존재한다. 기존 연구는 분석에 사용한 기상관측자료의 측정 시기에 따라 독도의 연평균강수량을 518.1~672.6mm 범위로 제시하였다. 시기별로 구체적으로 살펴보면, 2000년대의 기상관측자료를 활용한 연구에서 독도의 연평균강수량은 620~670mm의 범위를 보였지만, 2010년대 기상관측자료를 활용하거나 두 시기를 동시에 포함한 연구는 독도의 연평균강수량이 510~520mm 정도로 낮다는 결과를 보여주었다.

독도의 연강수량 차이는 기상관측자료의 결측값의 유무에 따라 발생할 수도 있어 결측값을 고려한 해석이 필요하다. 왜냐하면 강수량은 기온과 달리 누적값을 사용하므로 자료의 결측이 많은 경우에 실제 강수량이 비해 작게 산출되는 경향이 있기 때문이다. 본 연구에서 사용한 기상관측자료에서는 2011년, 2013년을 제외하면 일 년 동안 관측장비의 결측일수는 2015년 15일, 2018년 17일로 비교적 크게 나타날 뿐 나머지 해는 거의 일 년 내내 기상정보를 정상적으로 관측하였다(표 6). 따라서 만약 결측일에 강수 현상이 있었고 정상적으로 관측되었다면 독도의 연평균강수량은 519.2mm보다 커질 수는 있으나 그 정도는 미미할 것으로 생각된다. 또한 본 연구보다 결측이 많았던 2004~2008년의 독도 연평균강수량은 본 연구의 결과보다 더 많은 672.6mm를 기록했다(국토지리정보원, 2015). 구체적으로 보면 3개월(1~3월)이 100% 결측이었던 2004년에도 연강수량은 722.5mm를 기록하였고, 2006년에는 결측일이 11~30% 미만인 달이 두 달(2월, 11월)이 있었음에도 연강수량은 772.5mm였다. 따라서 결측값의 유무는 연강수량의 값에 영향을 미칠 수 있지만, 2000년대와 2010년대에 나타나는 강수량의 현저한 차이를 직접 발생시켰다고 보기는 어렵다.

두 시기의 강수량 차이는 강수량의 변동성에 의한 것으로 보인다. 기후는 특정 장소에서 비슷한 시기에 관찰되는 장기간 대기의 평균 상태로 정의되지만 다양한 시공간적 규모에서 태풍, 엘니뇨 남방진동(El Niño-Southern Oscillation) 등에 의해 강수량의 변동이 발생할 수 있다. 본 연구의 독도 연강수량 값을 기후평년자료의 10년 주기(2011~2020년)에 맞추어 산출하면 평균강수량은 500.7mm이다. 이전 시기의 독도 평균강수량은 불연속적인 자료의 사용으로 인해 10년의 평균값을 정확히 알기는 어렵지만, 5년(2004~2008년)의 기상관측자료를 활용한 국토지리정보원(2015)의 결과를 대푯값으로 사용한다면 2001~2010년의 독도 평균강수량은 672.6mm로 추정할 수 있다. 이 두 시기의 평균강수량을 비교하면 2011~2020년 시기의 독도 평균강수량은 이전 시기에 비해 약 170mm 정도 적은 74.4% 수준에 불과하다. 동해를 접한 강

릉, 포항, 울릉도에서도 2001~2010년 시기는 1991~2000년, 2011~2020년 시기에 비해 상대적으로 강수량이 많아 습윤하였으며, 평균강수량의 감소 비율은 다르지만 2011~2020년의 강수량은 직전 시기 대비 대략 90% 수준으로 낮아졌다(그림 8, 표 11).

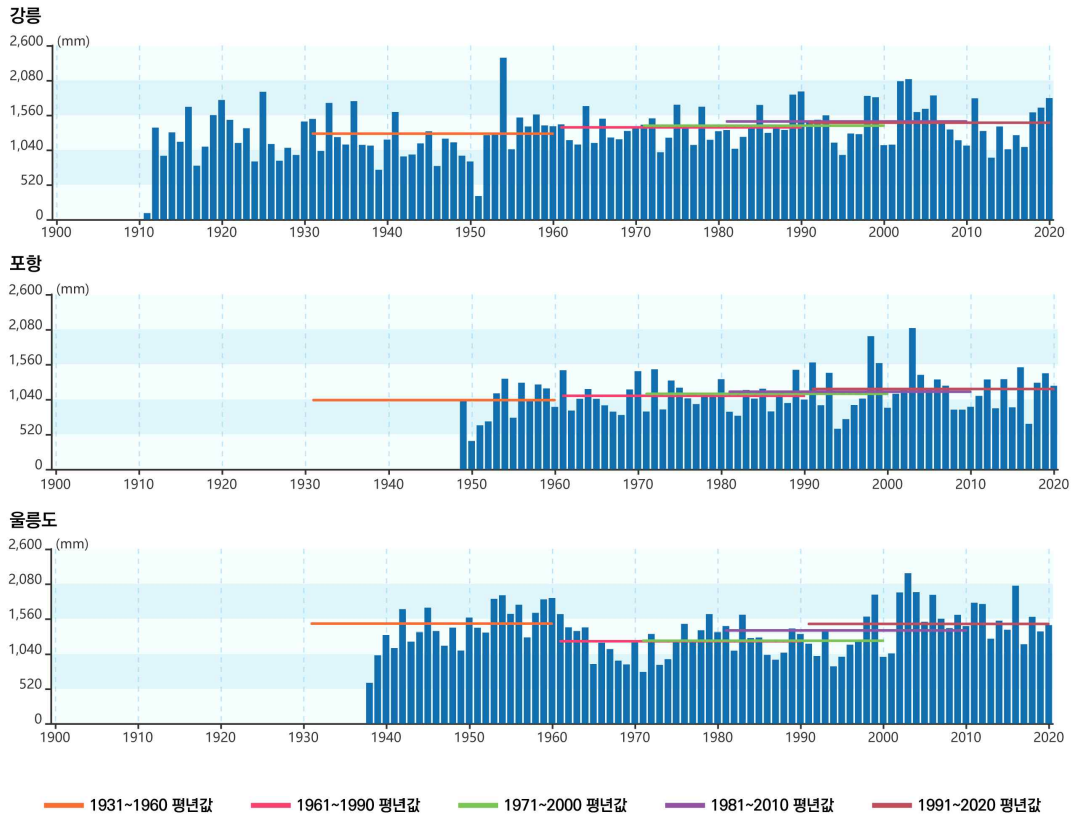


그림 8 강릉, 포항, 울릉도 연강수량의 시계열 변화(출처: 기상청, 2022)

표 11 강릉, 포항, 울릉도, 독도의 평균강수량 변화(1991~2020년)

관측지점	30년 평균 (1991~2020)	1991~2000년	2001~2010년	2011~2020년	직전 시기 대비 2011~20 비율
강릉	1444.9	1397.2	1545.9	1391.3	90.0
포항	1192.4	1178.3	1226.2	1172.5	95.6
울릉도	1480.6	1236	1665.6	1541	92.5
독도	-	-	672.6	500.7	74.4

출처: 강릉, 포항, 울릉도의 값은 기상청 기상자료개방포털, 독도의 값은 국토지리정보원(2015)과 본 연구의 결과를 바탕으로 정리

본 연구와 선행연구의 결과를 종합적으로 고려한다면, 독도의 연평균강수량은 500~700mm 범위를 보인다고 추정할 수 있다. 이 값은 울릉도의 연평균강수량(1991~2020년) 1480.6mm에

비해 현저히 적은 33.8~47.3% 수준을 보인다. 본 연구에서 분석한 독도의 연강수량과 기상청에서 제공하는 울릉도의 연강수량을 시계열적 변화를 분석한 결과(그림 9)를 보면 독도의 연강수량은 울릉도의 연강수량의 상승과 하강 패턴과 비슷하게 움직이면서도 독도의 강수량은 울릉도에 비해 50%에도 미치지 못하는 수준⁵⁾으로 나타나고 있다. 비슷한 결과는 여러 선행연구(이영곤 외 3인, 2010; 국토지리정보원, 2015)에서도 확인된다. 국토지리정보원(2015)의 연구에 따르면, 2004~2008년 동안 독도의 강수량은 평균적으로 672.6mm가 내렸고, 같은 기간 동안 울릉도의 연강수량은 1,761.5mm로 독도는 울릉도의 40% 수준에 불과하다는 결과를 보여 주었다. 이를 토대로 볼 때, 대중적으로 알려진 독도의 기후 특성 서술에서 독도의 강수량이 울릉도와 비슷한 수준이거나 독도의 강수량이 울릉도 보다 많다는 서술은 틀린 것으로 보인다.

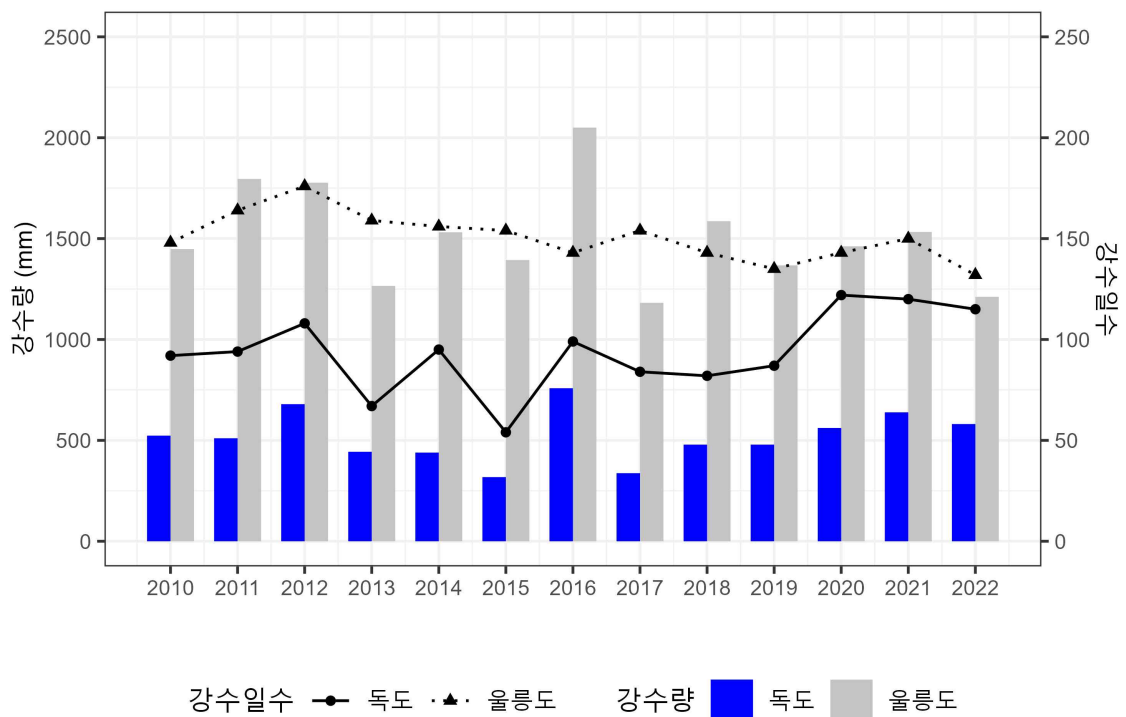


그림 9 독도와 울릉도의 연강수량과 강수일수의 시계열 변화(2010~2022년) (출처: 울릉도의 자료는 기상청 기상자료개방포털, 독도의 자료는 본 연구의 결과를 바탕으로 직접 작성)

그렇다면 동해상에 지리적으로 비슷한 위도에 위치하며 해양의 영향을 크게 받음에도 불구하고 울릉도와 독도에서 강수량의 현저한 차이가 발생하는 이유 무엇일까? 그 이유는 크게 두 가지로 설명될 수 있다.

첫째로, 강수에 영향을 미치는 지형적인 조건의 차이 때문이다(국토지리정보원, 2015). 울릉도의 지형은 최고봉인 성인봉(986m)을 비롯하여 해발고도가 높은 산지로 이루어져 있어 장애물로 작용한다. 이동하는 공기는 장애물을 따라 상승하면서 수증기가 응결되어 지형성 강수를 발생시킬 수 있다. 이에 반해 독도는 해발고도가 가장 높은 서도의 대한봉이 168.5m이고 기

5) 2010~2022년 동안 독도의 연강수량은 울릉도의 연강수량의 22.8~48.0% 수준이었으며, 평균 34.5% 수준에 머물렀다.

상관측장비가 위치한 동도의 우산봉은 해발고도가 98.6m에 불과하다. 그러므로 수증기가 충분히 공급되더라도 응결이 발생할 만큼 상승하지 못해 지형성 강수가 발달하는데 불리한 환경이다. 따라서 만약 울릉도와 독도가 같은 기압 시스템의 영향을 받더라도 두 지역에서 현저한 강수량의 차이가 발생할 수 있다.

두 번째로, 환경적인 요인들로 인해 독도의 강수량, 강설량의 정확한 측정이 어렵기 때문이다(문화재청, 2009; 국토지리정보원, 2015). 독도의 기상관측장비는 자동기상관측장비로 울릉도와 다르게 무인으로 운영되고 접근이 어려워 결측이 발생할 수 있고 관측장비를 안정적으로 운영하는 데 어려움이 많다. 또한 겨울철 폭설 등으로 인해 포집 영역이 막히거나 강한 바람으로 인해 강수량이 실제보다 과소 측정되는 경향이 발생할 수 있다. 이러한 문제점 때문에 문화재청(2009)의 연구는 기상관측자료를 직접 활용하기보다는 위성영상을 이용하여 울릉도와 독도 주변의 강수량을 계산하는 것이 적합하다고 하였다. 문화재청(2009)의 연구는 독도의 연강수량을 수치로 제시하지는 않았으나 모든 월에서 독도의 강수량이 울릉도보다 많다는 결과(그림 1)를 제시한 유일한 연구였으며, 이에 반해 기상관측자료를 활용한 다른 선행연구는 독도의 강수량이 울릉도보다 적다는 것을 보여주고 있다. 앞으로 독도에서 추가적인 기상관측장비가 설치되거나 더욱 정확하고 장기간의 기상관측이 이루어진다면 두 섬에서 강수량 차이가 발생하는 원인도 명확히 규명될 수 있을 것으로 생각된다.

(3) 독도의 강수량 분포의 특성

선행연구에서 분석하거나 서술하고 있는 독도의 강수량 분포 특성은 다음과 같다. 독도 강수량의 월별 분포는 9월에 가장 많은 강수량이 나타나며 이어서 8월, 7월, 6월, 12월 순으로 나타난다(국토지리정보원, 2015). 한국민족문화대백과에는 독도는 여름철에 강수량이 가장 많고, 겨울철 강수량은 22%로 비교적 많은 편이라고 서술한다. 또한 외교부 독도, 독도관리사무소, 독도재단은 겨울철에 독도의 강수는 대부분 적설의 형태로 내린다고 특징을 기술하고 있다.

하지만 본 연구에서 분석한 독도의 강수량 월별 분포 결과(표 7)는 약간 달랐다. 강수량이 가장 많은 월은 8월이었으며, 연강수량의 15.3%를 차지하고 있다. 다음으로 9월(13.6%), 10월(11.1%) 순이었고, 겨울에 해당하는 12월은 약 10%로 네 번째로 많았다. 반면에 국토지리정보원(2015)의 연구에서 세 번째, 네 번째로 많은 강수량을 보였던 7월과 6월은 각각 7.7%, 6.6%로 여섯 번째, 여덟 번째로 많았다. 계절별 분포에서는 가을(9~11월)이 32.1%로 가장 많았으며, 여름(29.5%), 겨울(21.3%), 봄(17.1%) 순이었으나, 가을과 여름의 차이는 약 3%로 그리 크지 않았다(표 8). 본 연구의 결과와 선행연구의 결과에서 최대 강수량이 나타나는 월은 8월과 9월로 각각 다르게 나타났는데, 이는 태풍의 영향으로 생각된다. 국토지리정보원(2015)의 월강수량 분포 분석 결과를 보면, 태풍의 영향 정도에 따라서 8~9월의 강수량은 아주 큰 편차⁶⁾를 갖는다. 예를 들어 2007년에는 태풍 나리의 영향으로 9월 강수량이 무려 228.5mm를 기록하였지만, 태풍의 영향이 없었던 2008년 9월에는 월강수량이 겨우 18.0mm에 불과하였다. 본 연구에서도 8~10월의 강수량은 연도별로 편차가 비교적 크게 나타났다. 8월을 예로 살펴보면, 2012년 8월은 월강수량이 무려 211.5mm를 기록해 여름철 평균강수량을 훨씬 뛰어넘었지만, 2010, 2011, 2017년 8월에는 월강수량이 30mm 미만으로 굉장히 건조하였다.

독도 강수량의 계절별 분포는 대체로 울릉도와 비슷하며, 한반도의 동해안에 있는 강릉, 포항과는 매우 다른 특성을 보인다(표 12). 국토지리정보원(2015)의 연구는 독도의 겨울철 강수량이 연강수량에서 차지하는 비율을 22%로 높다고 서술하고 있는데, 본 연구의 분석 결과도

6) 2004~2008년 8월, 9월 강수량의 범위(최소값~최대값): 32.5~177.5mm, 18.0~228.5mm

이와 비슷한 21.3%이며, 울릉도의 겨울철 강수량 비율(22.9%)과도 대체로 비슷한 특징을 보인다. 대중적으로 알려진 독도의 기후 특성 서술에는 독도의 겨울철 강수는 대부분 적설의 형태로 내린다고 설명하고 있으나, 실제 독도의 기상관측자료에서는 신적설의 기록이 측정되지 않기 때문에 겨울철 강수량에 강설량이 미치는 영향을 정확히 파악하기는 어렵다. 다만 인접한 울릉도는 우리나라에서 겨울철 강설량이 많은 대표적인 다설지에 속하므로 이와 비슷할 것이라고 추론할 수 있다. 그러나 앞서 울릉도와 독도 연강수량의 차이에서 살펴보았듯이 독도는 지형성 강수의 발달이 울릉도에 비해 불리하므로, 겨울철 강설이 발생하더라도 울릉도와 같은 정도의 강설이 발생할 수 있을지는 앞으로 연구가 필요할 것으로 생각된다.

한편 독도와 울릉도의 여름철 강수량은 강릉과 포항의 그것과 비교하여 아주 적은 특징을 보인다(표 12). 강릉과 포항은 연강수량에서 여름철 강수가 차지하는 비율이 45% 이상인 것에 비해, 울릉도와 독도는 불과 30% 수준으로 낮다. 대신 앞선 두 도시에 비해 겨울철 강수량이 약 22%로 매우 높다. 이러한 경향은 한반도에서 일반적으로 나타나는 여름철 몬순에 의한 강수 집중의 경향과는 다르며 상대적으로 고른 강수의 분포 형태라고 할 수 있다. 이것을 토대로 판단할 때 동북아역사재단(2017)의 『독도 바로알기』 교재에 서술된 “연중강수량이 고른 편”이라는 표현은 대체로 맞는다고 할 수 있다. 다만 ‘고르다’라는 표현은 굉장히 주관적일 수 있으므로 ‘한반도의 여름철 강수 집중경향에 비해’라는 표현이 추가된다면 좀 더 명확한 기후 특성이 전달될 수 있을 것으로 생각된다.

표 12 강릉, 포항, 울릉도, 독도의 계절별 강수량과 비율(1991~2020년)

구분	강수량(mm)				비율(%)			
	봄	여름	가을	겨울	봄	여름	가을	겨울
강릉	226.2	661.6	424.3	131.1	15.7	45.8	29.4	9.1
포항	226.3	557.6	306.1	101.1	19.0	46.8	25.7	8.5
울릉도	282.7	468.5	391.4	340	19.1	31.6	26.4	22.9
독도	91.3	157.8	171.7	114.2	17.1	29.5	32.1	21.3

출처: 강릉, 포항, 울릉도 자료(1991~2020년)는 기상청 기상자료개방포털, 독도의 자료는 본 연구의 결과를 바탕으로 정리

(4) 독도 강수일수에 관한 논의

외교부 독도, 독도관리사무소, 독도재단, 경상북도교육청 사이버독도학교 등의 기관은 독도 기후 특성 서술에서 독도의 강수일수가 연간 약 150일 이상이라고 설명한다(표 2). 그러나 본 연구에서 확인한 독도의 강수일수는 13년 동안 연간 54~122일의 범위에 분포하였으며, 평균적으로 연간 93.7일이었다(표 9). 비록 기상관측자료에서 해마다 10일 내외의 결측치가 존재하고 결측치의 수가 달라 이 값이 반드시 실제의 강수일수를 정확히 나타낸다고 할 수는 없겠지만, 관측일수의 부족을 고려하더라도 연간 실제 강수일수는 평균적으로 100일 정도로 추정할 수 있다. 이 연구 결과는 국토지리정보원(2015)에서 분석한 2004~2008년 독도 평균 강수

일수 100일⁷⁾과도 유사하다.

그렇다면 기존에 알려진 독도의 강수일수 150일은 어디에 근거를 두고 있을까? 이 값은 울릉도의 강수일수를 사용한 것으로 판단된다. 기상청의 기상자료개방포털에서 확인한 울릉도의 30년(1991~2020년) 평균 강수일수는 146.3일로 우리나라에서 가장 많다. 또한 본 연구와 같은 기간 동안 울릉도의 연간 강수일수는 평균 150.5일(132~176일)로 모든 해에서 독도보다 많은 강수일수를 기록하고 있다(그림 9). 따라서 독도의 연 강수일수는 평균 100일 정도로 보는 것이 타당하고 기존에 사용 중이던 ‘강수일수 150일’은 시급히 수정되어야 한다.

(5) 독도의 강수량과 강수일수의 의미

독도의 강수 특성을 종합하여 정리하면, 본 연구를 통해 분석한 독도의 연평균강수량(2010~2022년)은 519.2mm이고, 기후평년자료에서 사용되는 10년 주기(2011~2020년)로 산출했을 때 평균강수량은 500.7mm이다. 선행연구에서 밝혀진 연평균강수량은 시기에 따라 다르지만 518.1~672.6mm 범위에 있고 2000년대의 평균강수량은 672.6mm로 추정하였다. 이처럼 시기에 따른 강수량의 차이는 더 큰 시공간적 규모에서 나타나는 강수량의 변동성으로 설명될 수 있다. 왜냐하면 이전 시기에 비해 2011~2020년의 평균강수량 감소는 동해를 끼고 입지한 강릉, 포항, 울릉도에서도 모두 관찰되기 때문이다. 독도의 강수일수는 연간 93.7일이고, 실제 결측치와 기존 연구를 고려한다면 연간 평균 100일 정도로 예측된다. 독도의 연강수량과 강수일수의 결과는 우리나라의 연강수량의 분포(그림 10)에서 우리나라의 대표적인 소우지인 영남 지방과 비교할 때도 매우 적은 편에 속한다. 또한 이 결과는 독도의 강수량이 1,000mm 이상 혹은 1,200~1,400mm 내외이고, 강수일수 연간 150일 정도로 습윤하다고 서술하고 있는 대중적으로 알려진 독도의 기후 특성과는 상당히 다른 결과이다. 즉, 독도의 강수량 특성은 기존에 알려진 것보다 덜 습윤하다고 할 수 있다.

7) 2004년 83일, 2005년 96일, 2006년 104일, 2007년 114일, 2008년 103일

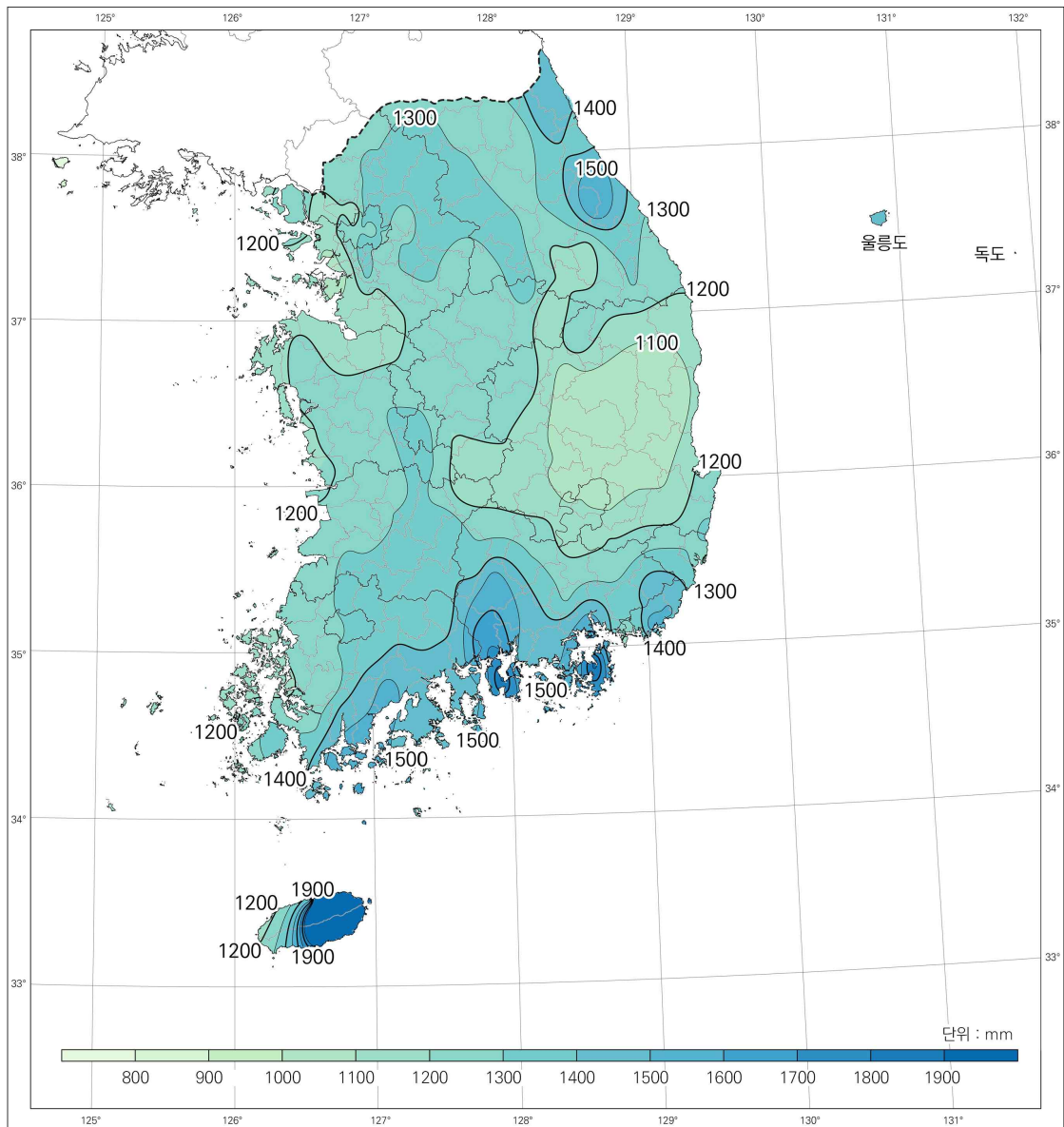


그림 10 우리나라의 연강수량 분포(1991~2020년) (출처: 기상청, 2022)

그렇다면 1,000mm 미만의 연강수량과 100일 정도의 강수일수는 독도의 기후가 건조하다는 것을 의미할까? 결론적으로 말하자면 반드시 그렇다고 단정하기는 어려울 것으로 보인다. 지리적으로 육지에서 멀리 떨어진 해상에 있는 독도는 수증기의 지속적인 공급으로 습도가 높아 안개가 잘 발달할 수 있다. 독도의 안개 발생에 관해서는 구체적인 연구는 없지만, 김종석·박종진(2017)은 기상위성자료 분석과 수치예측모델을 활용하여 울릉도와 독도 주변에 안개가 많이 나타난다고 하였다. 그들에 따르면, 동해의 도서 및 주변 지역에 발생하는 해무나 이류무는 주로 여름철(6~8월)에 잘 발달하는데, 이것은 여름철 온난하고 습윤한 공기가 남서풍을 따라 상대적으로 한랭한 동해의 수면 위로 유입되어 발생한다. 지난 30년(1991~2020년)의 기후 평년자료(기상청, 2022)에 따르면, 인접한 울릉도는 연 안개일수가 44.6일로 강릉 17.5일, 포항 2.9일에 비해 많다. 또한 울릉도의 안개는 매일 발생하지만 일 년 중 주로 5~8월까지 매일

30시간 이상 발생하여 여름철에 안개 발생 시간이 긴 편이며, 일 년 동안 안개계속기간이 279.0시간에 달해 높은 편에 속한다. 이러한 대기 중의 수증기나 안개는 독도의 지표면이나 식생 표면에 접촉하면서 응결되어 수분공급을 할 수 있다. 또한 해양성 기후에 기인한 비교적 낮은 여름철 기온과 안개에 의한 일사의 차단은 지표나 식생의 표면에 함유된 수분이 증발하거나 증산하는데 불리한 조건을 형성하여 실제증발산량(Actual Evapotranspiration)이 적을 수 있다. 따라서 실제 강수량과 강수일수가 적다고 하더라도 독도의 생태계를 지탱할 만큼 충분한 수분공급이 이루어질 수 있다.

6. 결론

대중적으로 알려진 독도의 기후 특성 서술은 과거 기상관측자료의 부재로 인해 울릉도의 기후 특성 자료에 의존하고 있으며 울릉도의 기후자료는 현재에도 독도의 기후 특성으로 지속해서 사용되고 있다. 이러한 기후 특성 서술은 대체로 연평균기온, 연강수량을 제시하는 서술적 표현에 의존하여 매우 단순하며, 기후 특성 서술이 인용되어 사용될 때 기후 요소(기온, 강수량 등)의 값이 무분별하게 변형되어 출처를 알 수 없다. 또한 교육 현장에서는 울릉도의 기후 정보가 독도의 기후 정보로 교재에 실려 학습되고 있어서 독도 기후에 대한 부정확한 정보가 지속해서 확산하고 있다. 2010년대 이후 독도 기상관측자료의 축적으로 인해 독도의 기후 특성을 규명하려는 연구가 진행되기는 하였으나, 자료의 불연속성, 결측값의 존재 등으로 인해 독도의 기후 특성은 명확히 알려지지 않았다.

따라서 본 연구는 최근 13년(2010~2022년) 동안 독도의 기상관측자료를 분석하여 독도의 기후 특성을 기온과 강수량의 측면에서 자세히 규명하고 독도의 기후 그래프를 생산하는 데 목적을 두었다. 본 연구는 독도의 연평균기온 13.9°C, 연평균강수량은 519.2mm임을 밝혀내었고 월별, 계절별, 연도별로 기후 특성을 분석하고 독도의 기후 그래프를 제시하였다. 또한 분석한 결과를 기온과 강수량의 측면에서 대중적으로 알려진 독도 기후 특성의 서술, 선행연구의 결과, 동해를 접한 주요 관측지점의 기후평년자료와 비교하여 논의하였다. 본 연구의 결과는 대중적으로 알려진 독도의 기후 특성과는 상당한 차이가 존재함을 밝히고 기존의 기후 특성 서술은 시급히 수정되어야 함을 다시 한번 밝혔다. 한편, 본 연구의 독도 연평균기온 값은 기상관측자료를 이용하여 수행된 선행연구(주로 2000년대)의 결과와 유사하였으며, 본 연구의 연평균강수량은 더 적었다. 연평균강수량에 확인된 차이는 시기에 따른 강수량의 연변동성에 기인한 것으로 생각되며, 이러한 시기별 강수량의 차이는 동해를 연한 강릉, 포항, 울릉도의 기후평년자료에서도 확인된다.

본 연구도 기존의 선행연구보다는 긴 기상관측자료를 사용했지만, 여전히 13년의 관측자료에 의존하고 있으며 일반적으로 기후 특성을 정의하는 데 사용되는 30년 자료에는 미치지 못한다는 한계를 갖고 있다. 더욱 명확한 독도의 기후 특성은 향후 독도의 기상관측자료가 축적됨에 따라서 자연스럽게 규명될 것으로 생각된다. 그럼에도 본 연구는 현재까지 수행된 독도의 기후 특성 연구 중에서 가장 길고 연속적인 기상관측자료를 활용하였으며, 앞으로 30년 기상관측자료의 축적까지 남은 시간을 고려한다면 이 연구의 결과는 상당히 큰 의미가 있다. 본 연구의 결과는 교육 현장에서 독도 교육자료로 직접 활용될 수 있을 뿐만 아니라 정부 기관, 독도 관련 기관에서 독도 기후 관련 자료를 바로잡고 홍보하는데 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

<논문 및 도서>

- 국립기상과학원, 2018, 『한반도 100년의 기후변화』.
- 국토지리정보원, 2015, 『독도지리지』, 서울, 진한엠앤비.
- 기상청, 2022, 『한국기후도 1991~2020』.
- 기상청 국가기후데이터센터, 2021, 기후통계지침 2021, 기상청.
- 김종석·박종진, 2017, 『독도의 자연이야기 기상/해류』.
- 김현희 외 4인, 2018, 「한반도 최외곽 도서들의 식물지리적 특성」, 대한지리학회지, 53, 117-132.
- 동북아역사재단, 2011, 『우리 땅 독도를 만나다』.
- 동북아역사재단, 2017, 『(중학교) 독도 바로알기』.
- 동북아역사재단, 2022, 『독도 안내서』.
- 문화재청, 2009, 『한국의 자연유산 독도』.
- 이두현·박희두, 2014, 「정부 기관 기술 중심의 독도 기후 내용 분석」, 한국지리학회, 3, 97-110.
- 이승호, 2022, 『기후학』, 제3판, 서울, 푸른길.
- 이영곤 외 3인, 2010, 「최근 4년간(2005~2008) 울릉도와 독도의 강수 및 기온 특성」, 한국환경과학회지, 19, 1109-1118.
- 조병욱 외 5인, 2011, 「독도 서도 물골 지하수의 유출특성」, 지질공학, 21, 125-131.
- 최성길 외 13인, 2018, 『중학교 사회 2』. 비상교육.

<인터넷 자료>

- 경상북도교육청 사이버독도학교, <http://dokdoschool.gyo6.net/kor/main.do>
- 기상청 기상자료개방포털, <https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do>
- 독도관리사무소, <https://www.ulleung.go.kr/mdokdo/index.do>
- 독도재단(K-독도), <https://k-dokdo.com/>
- 독도종합정보시스템, <https://www.dokdo.re.kr/home/main/main.do>
- 외교부 독도, <https://dokdo.mofa.go.kr/kor/index.jsp>
- 한국민족문화대백과사전, <https://encykorea.aks.ac.kr/Article/E0015953#section-8>
- 오마이뉴스, 2017.08.15., 『35년 된 ‘독도는 우리땅’, 노랫말이 바뀐 이유』, https://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002351193.