

## 2. 배경 및 목적

### 1) 연구배경

동해바다 한가운데, 국토의 동쪽 끝 독도는 역사적, 지리적, 국제법적으로 명백한 우리 고유의 영토이며 대한민국 영토주권 수호의 상징과도 같은 곳이다. 우리 국민들의 독도에 대한 애정과 관심은 식을 줄 모르며 이와 함께 독도를 직접 보고 느끼고 싶어 하는 사람의 숫자도 지속적으로 증가해 왔다. 독도는 1982년 천연기념물 제336호(명칭 : 독도 해조류 번식지, 1999년 독도천연보호구역으로 명칭 변경)로 지정된 이래 문화재보호법 제33조에 근거하여 공개를 제한해 왔으나, 2005년 동도에 한하여 입도허가제를 신고제로 전환 및 일반인의 출입이 가능하도록 공개제한을 해제하였다(2005. 3. 24 정부방침 변경). 이후 입도 가능 인원을 지속적으로 확대하였으며, 현재 1일 제한 인원 없이 자유롭게 독도 방문이 가능해졌다(동도 선착장 한정). 독도를 찾는 방문자의 숫자는 2005년 이후 지속적 증가세를 보여, 2013년에는 한해 약 25만명이 독도를 방문하기에 이르렀다. 2014년 약 13만명으로 줄어들었던 방문자 숫자는 이후 다시 지속적으로 증가하여 2019년 역대 최고치인 252,821명을 기록하였으며, 2020년에는 ‘COVID-19’의 여파로 대폭 감소해 약 8만4천명을 기록하였다.

독도를 방문하는 사람이 증가하는 것은 우리 국민의 지속적 관심 속에서 영토주권을 공고히 할 수 있다는 긍정적인 측면이 있으나, 선박의 운항 횟수 및 입도 인원 증가에 따라 독도가 갖는 생태적 수용능력을 벗어나 훼손 및 파괴로 연결될 가능성이 우려되는 부정적인 측면 또한 존재한다. 이러한 부정적인 가능성을 사전에 방지하기 위해서 독도의 생물, 생태, 환경 등에 대해 지속적으로 모니터링하여 기초자료를 확보하는 한편 관리체계 구축, 보존대책 및 기술개발 등을 통해 대비하는 것이 필수적이다.



<그림 I-1> 독도천연보호구역 전경

### 3. 연구목적 및 필요성

현재 여러 관계기관 및 학계를 중심으로 독도의 인문, 역사, 국제법 등 다양한 분야에 대한 연구가 이루어져 왔다. 독도의 생태와 생물에 대한 조사·연구 또한 그 분야와 범위를 넓혀가며 활발히 이루어지고 있으나 지속적이고 장기적인 데이터는 아직까지 부족한 실정이다.

경북대학교 울릉도·독도연구소에서는 문화재청·경상북도와 함께 독도가 일반에 공개되기 시작한 2005년부터 현재까지 “독도천연보호구역 모니터링사업”을 지속적으로 수행하고 있다. 해당 사업은 “독도의 지속 가능한 이용에 관한 법률 제4조”에 의거 수립된 “독도의 지속 가능한 이용을 위한 기본계획”에 따라 수행되고 있으며, 2년을 주기로 독도의 생태와 환경에 대해 모니터링하고 있다.

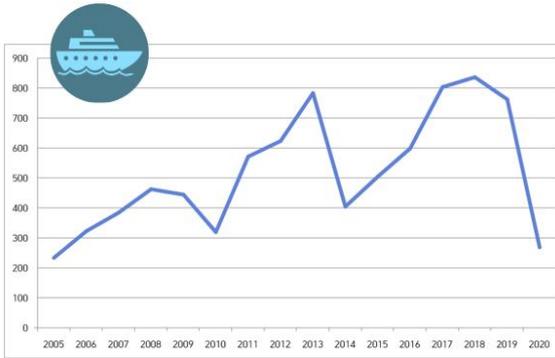
본 사업은 독도의 생태와 생물을 정기적으로 모니터링하는 한편, 환경변화와 방문객 증가에 따른 독도 생태계 변화 및 영향을 파악하여 예측 가능한 관리를 위한 기초자료 확보하는 데에 있다. 또한 지속적인 조사, 연구를 통하여 국민에게 우리땅 독도의 생물상, 생태, 환경 등의 기초정보를 제공하고, 나아가서 세계자연유산 및 지질공원 등재를 위한 기초자료로 활용함으로써 독도의 영토 주권을 강화하는데 그 목적이 있다.

독도가 대한민국 영토임은 분명한 사실이며 확고한 영토주권을 행사하고 있지만, 일본은 끊임없이 독도에 대한 영유권 주장과 침탈야욕을 보이고 있다. 이는 독도에 대한 국제사회의 인식을 “분쟁지역”으로 만들어 국제사법재판소(ICJ : International Court of Justice)에 회부 하려는 전략으로 보인다. 이러한 상황에서 몇몇 국제 영토 분쟁지역의 사례는 우리에게 시사점을 제시한다. 첫번째는 시파단섬(Sipadan)의 사례이다. 아름다운 경관과 산호초 등으로 유명한 시파단섬은 말레이시아와 인도네시아 간의 영토 분쟁의 대표지역으로 2002년 국제사법재판소에 의해 말레이시아의 섬으로 판결되었다. 판결과정에서 국제사법재판소는 섬의 자연환경 보존과 조사 및 연구 활동, 생물자원인 거북이의 생태 등에 대한 지속적인 연구를 시행하고 1917년 ‘거북이 보존법령’의 제정 및 발효, 1933년 ‘조류 보호목적 유보지’로 지정한 말레이시아의 여러 활동을 실효적 지배를 증거로 인정하였다.

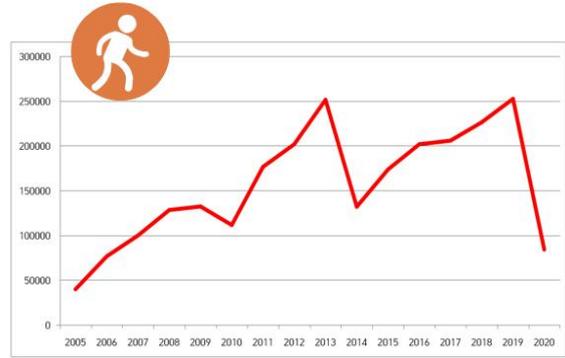
두번째 사례는 남중국해 분쟁에 대한 판결이다. 남중국해 분쟁이란 남중국해의 난사군도(Spratly Islands dispute)를 둘러싸고 벌어진 중국, 대만, 베트남, 필리핀, 말레이시아, 브루나이 등의 인근 국가의 영유권 분쟁으로, 2016년 국제 상설중재재판소(PCA : Permanent Court of Arbitration)에서는 “중국이 역사적 권리를 주장하는 남중국해 영해와 구단선(nine dash line : 중국이 주장하는 남중국해의 해상 경계선)은 법적 근거가 없다”라는 판결을 내렸다. 이와 함께 “중국이 남중국해에 설치한 스커버러암초(황옌다오) 등의 인공섬이 해양 생태에 영구적이고 돌이킬 수 없는 해를 끼쳤고, 취약한 해양환경을 보호해야 하는 국가의 의무를 위반했다”고 명시했다.

해당 사례들은 국제사회에서는 영유권을 가진 국가의 의무가 개발보다는 법령에 근거한 보호·보존 및 연구 활동 등에 있다는 인식을 보여주는 것으로, 독도를 직접 조사하여 학문적 성과를 축적하고, 이를 생태 보호에 적극 활용하는 것이 독도에 대한 영토 주권을 더욱 공고히 할 수 있다는 바를 시사해 준다.

나아가 독도의 기초과학적 연구 성과는 국제학회에 발표 및 학술지에 게재·출판함으로써 독도가 우리 영토임을 전 세계에 알리는 좋은 홍보 자료가 될 수 있을 것이며, 국민적 자부심이 될 것이다. 국가의 권능을 발현할 수 있는 제도적 법적 근거 아래에서 독도천연보호구역 생태계에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 함은 아무리 강조하여도 지나치지 않을 것이다.



<그림 I-2> 독도 여객선 입도 횟수



<그림 I-3> 독도 방문객 수 변화 추이

<표 I-2> 2005년 ~ 2020년 독도 입도 총 현황

(단위 : 건, 명)

연도	입도승인(여객선)						기타(헬기, 행정선, 해경정 등)					
	계		입도		선회		계		입도		선회	
	건수	인원	건수	인원	건수	인원	건수	인원	건수	인원	건수	인원
2005	235	40,008	164	19,760	71	20,248	70	1,126	70	1,126	-	-
2006	324	76,855	226	46,332	98	30,523	78	1,297	78	1,297	-	-
2007	386	100,131	258	66,183	128	33,948	71	1,297	67	1,167	4	130
2008	464	128,552	364	101,243	100	27,309	56	1,358	56	1,358	-	-
2009	446	132,558	353	105,880	93	26,678	96	2,818	90	2,404	6	414
2010	321	111,808	262	93,610	59	18,198	93	3,266	93	3,266	-	-
2011	573	176,822	492	156,460	81	20,362	88	2,799	86	2,656	2	43
2012	625	202,098	518	169,873	107	32,225	104	3,680	99	3,369	5	311
2013	785	251,734	592	192,420	193	59,314	111	4,104	103	3,421	8	683
2014	406	132,274	327	106,955	79	25,319	91	3,098	86	2,775	5	323
2015	506	173,870	381	129,058	125	44,812	137	4,915	127	4,599	10	316
2016	600	202,050	497	170,332	103	31,718	138	4,580	131	4,171	7	409
2017	805	206,111	621	206,111	472	153,994	149	46,734	184	5,383	179	5,022
2018	838	226,645	671	221,722	603	198,324	68	23,398	167	4,923	162	4,786
2019	764	252,821	667	226,117	87	26,704	157	5,360	143	4,567	14	793
2020	270	84,340	179	54,166	91	30,174	84	2,998	81	1,961	3	337
총계	8,348	2,498,677	6,572	2,066,222	2,490	779,850	1,591	112,828	1,661	48,443	405	13,567

\*출처 : 울릉군 독도관리사무소(2020년 11월 기준)

## 4. 사업 대상지(독도)의 일반현황

### 1) 위치

독도의 행정구역상 주소는 경상북도 울릉군 울릉읍 독도리로, 우리나라 국토 최동단에 위치한다. 서도(동경 131° 51' 54.6", 북위 37° 14' 30.6")와 동도(동경 131° 52' 10.4", 북위 37° 14' 26.8") 및 89개의 부속도서로 이루어져 있다. 울릉도에서 동남쪽으로 87.4km 떨어져 있으며 맑은 날에는 서로 조망이 가능하다. 한반도에서는 직선거리로 가장 가까운 경상북도 울진군 죽변항으로부터 동쪽으로 216.8km 떨어져 있다.

### 2) 구성

총 면적은 187,554㎡로 서도(대한봉)는 높이 168.5m, 면적 88,740㎡, 둘레 2.6km이며, 동도(우산봉)는 높이 98.6m, 면적 73,297㎡, 둘레 2.8km이다. 서도는 “국가지정문화재 공개 제한지역”으로서, “문화재보호법”에 의해 일반의 출입을 엄격하게 제한하고 있다. 남쪽해안에는 주민숙소 및 독도관리사무소가 자리하고 있으며, 북쪽 해안에는 독도 유일의 담수 환경인 “물골”이 있다. 동도에는 독도경비대, 통신탑, 등대 등의 시설이 위치하고 있으며, 선착장에 한해 제한적으로 관람객의 출입을 허용하고 있다.

### 3) 현황

독도는 약 460~250만년 전 북서태평양 연해인 동해의 중남부에 자리 잡은 화산섬 중 하나로서 절경이 빼어나다. 대륙과 한반도 연결된 적이 없는 해양도(oceanic island)이며, 전형적인 해양성 기후로, 겨울이 상대적으로 온화하며 여름은 더위가 심하지 않고 연중강수량이 고르다. 연중 85%가 흐리거나 눈 또는 비가 내려 비교적 습한 지역이다. 또한 중위도에 위치하기 때문에 계절의 변화가 뚜렷하며, 강한 해풍과 암석류의 척박한 토질로 인해 식물이 잘 자랄 수 없는 환경조건을 가진다. 이와 같은 특수한 기후는 주로 섬 주변에서 교차하는 난류와 한류의 영향에 의한 것으로 알려져 있다. 연평균 기온은 약 12°C이며, 겨울철(1월) 평균기온은 1°C, 여름철(8월) 평균기온은 23°C이다. 최대풍속은 25.5㎞/시이며, 겨울철에는 20.0% 이상의 서풍계열의 바람이 발생한다. 풍속이 6~10㎞/시인 바람이 연 35회 이상 발생하며, 이 중 6회는 지속시간이 3일 이상이다. 독도는 거주에 필요한 충분한 면적을 가지고 있으며 자연 상태에서 생활용수 등을 얻을 수 있고, 어업과 선박 운항, 관광 등 정상적인 생업활동이 가능하다. 따라서 주민이 정상적으로 거주하는 곳이며, 국제법적으로 독도는 영해권역과 배타적 경제수역(EEZ), 대륙붕을 가진다.



<그림 I-4> 독도(동도) 일출



<그림 I-5> 독도(서도) 일출

## 5. 사업내용 개관

독도 육상생태계의 지속적인 관찰과 환경변화 및 관광객 증가에 따른 영향 등을 모니터링하고 예측·지속 가능한 관리를 위한 데이터를 마련하고자 다음과 같이 “독도천연보호구역 모니터링사업”을 수행하고 있다.

### 1) 독도 생태계에 대한 종합적인 모니터링을 실시하여 분야별 연구자료 축적

2005년부터 수행된 사업성과에 연속성을 기해 자료를 축적하여 생태계의 영향 및 변화를 예측·대비할 수 있는 기초자료를 확보.

### 2) 독도에 서식하는 생물에 대한 관리체계 구축을 위한 기초자료 확보

식물, 식생, 조류, 곤충, 미생물, 원생생물 등 생물상의 현황과 변화양상에 대한 모니터링과 함께 지속적인 자료의 축적을 수행하고 있다. 이는 다양한 분야에 대해 오랜 기간, 지속적으로 수행함에 따라 그 가치가 더욱 커질 것이다.

### 3) 독도의 지형경관 및 지질 등 환경에 관한 연구

독도의 지형경관, 지질, 토양, 물골의 수질 등 환경의 현황과 변화양상을 연구함으로써 기초자료를 확보하고 있다. 또한 생물상 연구와 연계를 통해 생물상 변화의 원인을 밝히고, 예측·관리 할 수 있는 자료로서 활용하고 있다.

### 4) 신종 및 미기록종 등 발굴

독도는 동해상에 고립된 화산섬이라는 특수한 환경 때문에 미소곤충, 미생물, 원생생물 등의 분야에서 밝혀지지 않은 부분과 연구할 수 있는 범위가 무궁무진하다. 다양한 분야의 조사확충을 통해 신종 및 미기록 생물종을 발견하는 기회가 마련되고, 이를 국제학회에 발표 및 논문게재 함으로써 국제사회에 독도를 자연스레 알리는 한편, 독도에 대한 학술적 지배권을 확보할수 있는 초석을 마련할 수 있다.

### 5) 드론을 활용한 독도 식물식생 지수 분석 및 수집

몇몇 기관과 연구자들이 독도에서 드론을 이용하여 지형 탐색을 수행하고 있으나 바람이 많이 불고, 짧은 운행 시간 (최대 30분)으로 인해 광범위한 지역의 탐색에 어려움이 있다. 또한 여러 개의 섬으로 분리되어 있어서 전역에 걸쳐서 식물의 분포 및 식생지수를 파악하는데 어려움이 있다. 고정익 드론과 멀티콥터 드론 등 다양한 방법을 활용하여 독도의 식생 및 지형을 분석하였다. 수집된 데이터를 기존에 조사된 데이터와 비교 분석함으로써 더욱 정확하고 효율적인 결과도출이 가능할 것으로 기대한다.

## 6) 공사 후 주변 환경에 대한 모니터링

지난번 사업 기간 내(2017년 ~ 2018년) 독도에는 여러 지역에서 다양한 공사가 수행되었다(물골, 서도어민숙소, 경비대 인근 등). 공사 수행 간 독도 생태계에 인위적인 영향과 주변 환경 및 생물상에 변화가 있을 가능성이 있기 때문에 금번 사업 수행 시 해당 지역에 대한 집중적으로 모니터링을 수행하였다. 이후에도 공사 등 인위적 간섭이 가해진 지역에 대해서는 지속적으로 모니터링을 수행할 예정이다.



<그림 I-6> 공사 중인 어민숙소(좌), 물골(우) / (2018년 9월)



<그림 I-7> 공사가 끝난 어민숙소(좌), 물골(우) / (2019년 4월)



<그림 I-8> 독도천연보호구역 현지조사(2019년 4월 ~ 2020년 11월)

## 6. 종합제언

### 1) 해수담수화 설비 배출수로 인한 영향

#### (1) 독도 해수담수화 설비

독도의 해수담수화 설비는 1997년 11월 15일 청호정밀(주)에서 제작한 하루 생산량 15t규모의 장비를 동도에 설치 및 운용한 것을 시작으로, 2007년 6월 두산중공업에서 무상 기증한 설비로 변경, 가동에 들어갔다. 해당설비는 독도 경비대와 등대 관리원 등 상주인구가 많은 동도에 하루 27t, 주민 등 상주인구가 적은 서도에는 하루 4t의 담수를 생산할 수 있는 규모로 설치되었다. 이후 2013년 그린테크에서 제작한 하루 생산량 30t 규모의 장비를 동도에 증설하였으며, 2018년 두산중공업의 설비를 폐기하고 그린테크 설비로 교체함으로써 현재에 이르렀다.



<그림 I-9> 독도 해수담수화 설비 - (2020.08.14.)

과거 2000년 이전까지 해수담수화 설비는 물의 증발현상을 이용한 증류식 방법 중 다단플래쉬(Multi-stage Flush, MSF)방식이 가장 일반적으로 이용되어 왔다. 독도에 설치된 해수담수화 설비는 막의 선택적 통과능력을 이용한 막여과법을 이용한 기술 중 하나인 역삼투법(Reverse Osmosis, RO) 방식의 장비로, 섬지역에 사용하기 적합하고 증류식에 비해 시공비용과 담수 생산단가가 매우 저렴하여 2000년대 이후부터 현재까지 가장 널리 이용되고 있는 방식이다.

해수담수화 설비를 이용하게 되는 경우 처리과정에서 생산된 담수 이외의 배출수가 발생하게 된다. 이 배출수는 담수화 과정 후 남은 농축수이기 때문에 염분 등 포함물질의 함유량이 일반 바닷물보다 높을 수밖에 없으며, 이러한 고농도의 배출수는 주변 환경에 여러 문제를 야기할 가능성이 있기 때문에 적절한 처리과정이 필요하다.

#### (2) 관련 문제 지점 및 현황

최근 독도천연보호구역 동도 등대 뒤편으로 부터 다량의 물이 흘러내리는 모습이 관찰되었고, 언론보도(아시아투데이, 2020.08.02.) 등을 통해 문제가 제기되었다. 해당 지역은 동도 등대로부터 동쪽 방향으로 해안까지 이어지는 사면이며, 발생할 수 있는 제기된 문제점은 해수 담수화 설비로부터 발생한 배출수가 흘러내려, 독도 환경과 주변 식생에 부적절한 영향을 줄 수도 있다는 것이다. 이에 문화재청, 대구지방환경청, 경상북도지방경찰청, 울릉군 독도관리사무소 등 관계기관과 함께 2020년 8월 14일과 19~20일 2회에 걸쳐 현장점검 및 조사를 수행하였다.



<그림 I -10> 독도 해수담수화 설비로 부터 발생한 배출수 - (2020.08.14.)

경북지방경찰청과 독도경비대 관계자에 따르면 해당지역으로 배출수를 방류하기 시작한 시점은 2018년이며, 이는 두산중공업의 설비를 폐기하고 그린테크 설비로 교체한 시기와 같다. 담수화 시설 가동 빈도는 비정기적이지만 대략 7일 ~10일 내외에 1회 가동 하며(하루 약 6~10L의 물 사용), 가동 시 시간당 약 1t의 배출수를 배출하는 것으로 알려졌다.

해수담수화 설비의 배출수는 2018년 이전에는 동도 천장굴쪽으로 배출 하도록 설계되어 있었고, 해당 지역의 배관은 사용 시점 이전에도 설치되어 있었던 것으로 보이지만 당초 급에 바깥으로 길게 설치되어 배출수가 가능한 곧바로 바다로 배출되도록 하여 배출수가 지면과 접촉하는 면적을 최소화하도록 설계되었다. 하지만 시간이 지남에 따라 배관의 끝이 일부 파손되면서 배출수가 지표에 곧바로 배출되면서 문제가 커졌던 것으로 보인다.



<그림 I -11> 기존 배출수 배관(2004.03.16.)



<그림 I -12> 현재 배출수 배관(2020.08.20.)

해당 지점에서의 배출수 방류는 물이 흘러내림으로써 발생하는 물리적 영향, 염분을 비롯한 여러 함유물질로 인한 화학적 영향 등의 측면에서 독도 환경과 생태계에 영향을 줄 가능성이 있으며, 육상 환경에 있어서 식물 및 식생, 지형, 지질 등과 관련하여 문제를 야기할 가능성이 있다고 판단된다. 천장굴 지역은 식생의 피복이 거의 없지만, 지형과 지질에 영향을 줄 수 있는 만큼 이 지역의 배출수 방류 또한 주의가 필요할 것으로 보인다. 발생 가능한 문제를 최소화하기 위해서는 지면에 접촉하지 않게 바다로 직접 배출할 수 있는 방향으로 배관 설치를 수행하는 것이 좋을 것으로 판단되며, 이때 바다 속 생태계에 끼칠 영향을 판단하여 피해가 없도록 설계하는 것이 필요할 것으로 보인다. 상세한 내용은 각 분야별 세부과업 내용에 후술하였다.

### (3) 배출수 성분분석

배출수의 염분농도 및 함유물질 등을 파악하기 위하여 2020년 8월 14일 현장시료 약 5L를 취수하여 성분분석을 수행하였다. 시료채취 시 배수지점으로의 직접 접근이 불가능한 관계로 취수과정에 어려움이 있었으며, 시료에 다량의 독도 토양이 유입되었다. 때문에 분석결과는 순수한 배출수의 성분과는 차이가 있으며, 본 보고서는 참고자료 정도로만 사용하였다.

<표 I-3> 동도 해수담수화 설비 배출수 성분분석 결과(2020.09.01.)

검사항목	pH	DO(mg/L)	COD(mg/L)	SS(mg/L)
결과	8.1	7.2	6.8	55.0
검사항목	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)	Ch-a(mg/m <sup>3</sup> )	염분(PSU)
결과	1.4	0.373	0.0	39.76

현장에서 측정된 배출수의 수온은 25.3°C였다. 성분분석 결과 배출수의 염분은 39.76PSU로 나타났다. 이는 동해바다의 평균 염분 농도(약 33PSU)에 비해 약 1.2배 높은 것으로 확인되었다. pH는 8.1로 약알칼리성이며 이는 독도 인근 해수와 큰 차이가 없었다(동도 표층수 pH 8.20, 서도 표층수 pH 8.16). 시료에서 부유물(SS : 55)이 검출되었는데, 이는 앞서 말했듯 취수과정에서 다량 유입된 토양의 영향으로 판단된다. 용존산소량(DO), 화학적산소요구량(COD), 총 질소(T-N), 총 인(T-P) 등의 수치도 같은 이유로 신뢰할 수 있는 결과는 아닌 것으로 보인다.

정확한 결과 도출과 비교분석을 위하여 2차로 2020년 10월 8일 동일한 현장시료 약 5L를 취수하여 분석의뢰 하였다. 2차 시료는 경북지방경찰청 담당자가 직접 채취 및 의뢰 하였으며 취수과정에서 불순물이 포함되지 않았기에 더욱 신뢰할 수 있는 결과로 판단된다. 2차 분석결과 배출수의 염분은 34.06‰로 확인되었으며, 이는 약 33.9PSU에 해당하는 수치로 1차 분석결과 보다 다소 낮게 측정되었다. 1차와 2차에 걸친 성분 분석결과 배출수에 포함된 염분은 일반적인 해수의 염분농도보다 약간 높은 것으로 보이며, 기타 오염물질의 함량은 희박한 것으로 판단된다.

현재 해당지역에는 농업용 배관을 임시로 설치하여 배출수와 지면에 닿는 면적을 최소화하는 한편, 설비 가동은 최소한으로 하는 등의 임시 조치를 취하였으며, 관계기관들과의 협의를 통해 독도 생태계에 영향을 최소화하는 방향으로 새로운 배출수 배관 공사를 수행 중인 것으로 알려졌다.

인간이 생활하는데 있어 물은 필수적인 조건이다. 독도에는 경비대원, 관리직원, 등대관리원, 주민 등 많은 사람들이 어려운 환경에서 상주하며 독도를 지키기 위해 노력하고 있다. 독도는 수자원이 부족한 지역이고, 해수담수화 설비를 사용할 수 없다면, 자체적으로 확보할 수 있는 이용 가능한 담수는 전무에 가깝기 때문에, 그들이 일상생활을 하는데 어려움이 없도록 신속한 조치와 설비 구축이 동반되어야 할 것으로 보인다.



<그림 I-13> 임시배관이 설치된 모습(2020.11.13.)

## 2) 공사 전·후 자재 및 폐기물 등 관리에 관한 문제

독도에는 다양한 시설물의 설치 및 유지 보수 등을 위하여 크고 작은 공사가 수시로 수행되고 있다. 독도는 전역이 천연보호구역으로 지정되어 있으며 여러 기관과 법령에 의해 관리되고 있기 때문에 공사를 계획하고 수행함에 있어 엄격하게 관리되고 있지만 사후 관리에 있어서는 간혹 미흡한 부분이 발견되는 듯 보인다. 특히 사용된 자재 및 폐기물 등이 공사 종료 이후에도 방치되어 있는 것을 자주 볼 수 있는데, 이중 화학물질 용기의 경우 독도 생태계에 영향을 줄 가능성이 높아 문제가 클 것으로 보인다. 망양대와 독도경비대 인근에는 화학약품 폐용기가 방치되고 있어 독도에 서식하는 조류 등에 영향을 줄 위험이 있어 2020년 5월 ‘문화재청’에 건의 및 제거하였다. 동도 중턱에 드림통을 비롯한 다수의 폐자재가 방치된 지역은 2007년(본 연구팀 최초 확인 시점) 이전부터 2020년 8월까지 장기간 방치되어 있었으나, 2020년 11월 조사 시 제거된 것을 확인하였다. 물골 입구에는 2019년 물골 정비공사가 끝난 이후부터 방치된 폐용기가 현재까지 제거되지 않고 있어 조치가 필요할 것으로 보인다. 폐자재의 방치는 독도 생태계에 크고 작은 영향을 줄 수 있는 만큼, 적절한 조치가 필요할 것으로 판단된다.



<그림 I-14> 망양대 인근 폐용기(2020.05.05.)



<그림 I-15> 물골 입구 폐용기(2020.08.20.)



<그림 I-16> 동도 중턱 폐자재 장기 방치 지역(좌로부터 2007년 8월, 2020년 8월, 2020년 11월)

### 3) 2020년 태풍 관통 후 독도 현황

2020년 9월 태풍 “마이삭(9호)”과 “하이선(10호)”이 연달아 울릉도와 독도 일대를 관통하였으며 특히 “마이삭”은 울릉도에 큰 피해를 주었다. 이에 연이은 태풍이 독도 생태계와 환경에 주었을 영향을 파악하기 위하여 현지 조사를 수행하였다. 당초 태풍이 지나간 직후 조사를 계획하였으나 기상 악화와 허가문제 등으로 연기돼 11월 13일에 현지 조사를 수행할 수 있었다. 동도 접안시설의 경우 일부분과 펜스 등이 파손되는 피해를 입은 것이 언론보도를 통해서도 보도되었으며, 현재 복구 중인 것으로 확인되었다. 접안시설 이외의 시설물 피해는 크지 않았던 것으로 보이며 통행로를 주변으로 지반과 시설물이 일부 파손된 것을 확인하였다. 훼손이 우려되었던 “독도 산림생태계 복원사업지”의 경우 큰피해는 없었던 것으로 보이며, 이부분은 “독도의 식물상 모니터링”에서 후술하였다.



<그림 I-17> 복구 중인 동도 접안시설(2020.11.13.)

“독도 산림생태계 복원사업지”와 함께 우려되었던 물골 진입시설의 경우 2020년 9월 태풍 이전인 2020년 8월에 이미 외벽과 현무암벽 일부가 완전히 파손된 상태였으며 해당 시점과 비교하였을 때 약간의 추가적인 파손만이 관찰되었다. 다만 태풍과 함께 물골 앞 몽돌해변으로 쓰레기가 다량 유입된 것으로 보여 조치가 필요하다.



<그림 I-18> 2019년 4월 정비공사 직후



<그림 I-19> 2020년 8월



<그림 I-20> 2020년 11월 태풍관통 후



<그림 I-21> 태풍관통 후 물골 구조물 파손 및 몽돌해안으로 유입된 쓰레기(2020.11.13.)

#### 4) 기타 종합제언

##### (1) '독도 유입 외래생물'의 지속적 모니터링과 함께 인위식생지역 대상의 중점 모니터링 수행 요구

독도 생태계는 인위적 교란과 담압에 의한 식생 환경의 변화와 함께 생태계 교란과 관련하여 직접적인 영향 인자로 작용하고 있는 '독도 유입 외래생물'에 대한 체계적 관리가 절실히 요구되고 있으며, 국제적 보호종인 바다제비의 개체군 보전을 위한 생태 보전학적 연구의 접근 또한 요구되고 있는 실정으로 현재까지도 추가적인 독도 생태계로의 유입방지를 위한 근본적인 대책의 일환으로 '독도 유입 외래생물'의 지속적인 제거관리가 수행되고 있다.

이러한 제반사항을 충분히 고려하여 동도의 경우, 본 과업에서 '인위식생 지역'으로 구분 설정한 '독도 산림생태계 복원사업 지역'을 포함하여 '독도귀화식물 제거사업'이 수행되고 있는 동도의 시설지가 위치한 경비대 막사 및 등대와 정화조 주변지역을 대상으로 인위적 간섭 정도의 파악과 함께 식재 및 제거작업 수행 이전 해당지역 대상으로 분포하고 있었던 초본식생과의 식생 경쟁에 따른 식생의 변화를 지속적으로 모니터링하는 것이 바람직하다고 판단되며, 이들 '인위식생 지역' 대상의 식생피복 정도와 하층식생의 변화 정도가 반영된 현존 식생도의 지속적 수정 작업과 함께 우점 식물 군락의 분포 변화에 따른 토양환경 모니터링이 수반된 중점 모니터링의 수행이 요구된다.

또한, 서도의 경우 '서도어업인 숙소'에서부터 물골로 이어지는 이동통로를 중심으로 이동통로 시설 보수작업에 따른 식생 및 토양환경의 변화가 발생될 것으로 예상되어 이들 지역 대상의 중점 모니터링 수행과 함께 금년, 현지 조사결과 분포역을 확대하고 있는 왕호장근군락 대상의 하층식생과 토양환경의 모니터링도 수행되어야 할 것으로 사료된다.

##### (2) 곤충상 관련 제언

현재 곤충상 조사에 주로 사용하고 있는 채집법은 쓸어잡기 방법으로, 주간에 출몰하는 곤충 또는 초본류 및 관목 주변에 서식하는 미소 곤충에 한해 채집이 이루어지고 있습니다. 독도의 전반적인 곤충상에 대하여 조사하기 위해선 Pit-fall trap이나 유문등을 채집에 활용하여 주·야 모두 출몰하는 곤충에 대하여 채집을 실시하여야 합니다.

이 두 채집법 모두 설치 후, 하루 이상 두어야하며 당일치기 채집으로는 활용이 불가능한 상태입니다. Pit-fall trap은 주로 딱정벌레류, 저서 곤충류의 채집에 사용되며 이 방법을 활용한다면 독도의 딱정벌레류에 대해 전반적인 조사가 가능할 것으로 생각됩니다. 유문등 채집은 UV 빛을 이용하여 곤충을 유인하는 방법으로, 야간에 출몰하는 파리 또는 나방류와 같은 야행성 곤충을 채집하는데 활용할 수 있습니다. 부가적으로 드라이아이스와 같은 이산화탄소 유인제를 사용할 경우, 흡혈성 곤충에 대해서도 조사가 가능할 것으로 생각됩니다.

두 채집방법 모두, 채집기 설치 후 익일 수거가 필요하기 때문에 해당 일정이 추가된다면 더 많은 곤충류에 대한 채집이 가능하여 독도의 전반적인 곤충상을 파악하는데 큰 도움이 될 것으로 판단됩니다.

##### (3) 곤충생태 관련 제언

독도 경비대숙소 등 인공물 주변 공사시 공사자재는 되도록 경비대 막사 하단부 시멘트 양생지에 보관해주었으면 합니다. 저희 곤충생태의 경우 채집지역 중 헬기장 옆이 있는데 2019년에는 헬기장 바로 아래 건물 옆에 페페인트, 기타 폐자재들이 하역되어있어 채집에 많은 곤란함이 있었고 2020년에 채집시 해당 하역지는 식생이 그대로 사멸한 것을 확인했습니다. 건설 자재 등의 보관시 반드시 기존에 개발된 지역에 보관을 하고 불가피하게 식생이 자라는 지역에 보관할 시 작업 후 철거시 생태복원이 필요합니다.

#### (4) 독도 물골의 수질 개선을 위한 제안

물골의 수질 개선을 위한 몇 가지 방안을 제안하며, 타당성 조사 등을 통해 구체적이고 친환경적인 개선 방안을 수립 후 실시 하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

- 물골 내에 빛이 들어오게 하여 식물플랑크톤의 번식을 유도(예, 일조량 증가)한 후 질소와 인을 감소시킨다.
- 이온교환 방식 등과 같은 환경공학적인 처리 방식을 통해 질소와 인을 제거.
- 질소와 인의 주된 오염원을 명확히 규명하고, 오염원을 최소화 할 수 있는 친환경적 방안을 마련.

#### (5) 지형 및 경관 관련 제안

지형 및 경관 연구팀에서는 독도에서 발생하는 랜드슬라이드(산사태)에 대해서도 연구 및 모니터링을 실시하고 있다. 랜드슬라이드는 독도의 축소 및 해체 과정과 관련이 있기 때문이다. 독도 사면 여러 곳에서 발생하는 랜드슬라이드 중 가장 심각한 곳은 서도 어민숙소 주변이다. 이 곳은 규모가 가장 클 뿐만 아니라, 서도 어민숙소 및 탐방로와 매우 인접하여 서도에 방문하는 사람들의 안전 문제와도 직결되어 있다.

랜드슬라이드를 조사하는데 있어서는 암설의 성질 뿐만 아니라 무게를 파악할 필요가 있다. 그리하면 랜드슬라이드의 규모와 진행 속도 또한 파악하기가 보다 용이하기 때문이다. 그런데 조사하는 과정에서 독도관리사무소 등을 통해 서도 어민숙소 주변 랜드슬라이드에서 발생하는 암설이 시설물을 훼손하지 않도록 방호벽을 설치했으며, 수년에 한 번 풀로 바지선 등을 동원하여 암설을 제거하고 있다는 사실을 알 수 있었다. 그리하여 어민숙소 주변에서 암설을 제거한 횟수와 일자, 그리고 제거된 암설의 무게를 파악하고자 하였다.

그러나 독도관리사무소가 보유한 자료에서는 전체 폐기물, 즉 암설과 암설 제거 과정에서 발생한 산업 폐기물을 합한 것에 대한 무게만을 알 수 있었다. 그리하여 랜드슬라이드에 대한 모니터링과 연구가 기대에 미치지 못하는 실정이다. 앞으로는 암설 제거 과정에서 가능하다면 암설에 대한 무게만을 따로 측정하고 암설 제거 전후 전체적인 사진을 남긴다면, 독도 랜드슬라이드에 대한 연구에 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

#### (6) 지질 관련 제안

외래역 유입에 대하여, 동도 선착장 인근 자갈해변에서 지속적으로 작은 비율이지만 외래역이 관찰된다. 아마도 동도 태양열 발전 설비 인근에 설치된 펜스에서 외래 화강암질 암석이 지속적으로 유출되는 것으로 판단된다. 추가적인 유출을 막기 위해, 이 펜스에 설치된 망의 간격을 보다 좁히는 방안이 제안된다.

담수화시설 인근의 토양유실에 대하여, 독도의 토양은 식생의 뿌리에 의해 지지되는 경향이 강하다. 따라서 유실된 토양 복구 작업에 식생에 의한 토양의 고착화가 동반되어야 할 것으로 판단된다.