



IX. 독도의 지형 및 경관

1. 서론

유라시아의 동쪽 끝에 위치한 한반도와 섬나라 일본으로 둘러싸여 있는 동해(East Sea)에는 울릉도와 독도를 비롯한 몇 개의 섬과 암초들이 분포하고 있다. 이 중에서 독도는 규모가 작지만 울릉도와 더불어 동해 수면 위로 노출된 화산도 이므로 동해의 형성과정을 밝히는 단서를 제공할 뿐만 아니라 이 지역의 생물학, 지질학, 지형학, 해양학 등의 학문적 연구를 위한 귀중한 자료를 포함하고 있는 우리나라 최동단에 위치한 도서(島嶼)이다. 또한 독도는 일본의 영토권 주장이 끊임없이 제기되고 있는 곳으로 최근 문부과학성이 독도 영유권과 관련한 일본의 왜곡된 교과서를 검정 통과시켜 한일 관계는 악화되고 있다. 그리고 2014년 8월 5일 일본 방위백서 발표를 통해 10년째 반복되는 주장을 하고 있으며, 최근 2014년 11월 11일 독도에서 통일송을 발표했던 가수 이승철의 일본 입국 거부 사건을 통해 우리나라 국민들의 반일 감정을 불러일으키고 있다. 이와 같이 독도는 전국민적 관심이 높은 곳으로 독도가 가지는 의미는 학문적 영역을 넘어서 국가의 영유권 수호 차원에서도 매우 큰 가치를 지닌다.

독도는 1982년 천연기념물 제336호 독도천연보호구역으로 지정된 이후, 문화재보호법 제33조에 근거하여 동도와 서도의 공개를 제한해 왔다. 그러나 2005년 3월 24일 정부방침의 변경으로 제한지역 중 동도에 한해서 일반인의 출입이 가능하도록 공개제한을 해제함으로써 입도허가제를 승인에서 신고제로 전환하였다. 그 결과 독도를 찾는 관광객의 수가 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 관광객 증가로 인해 경상북도는 독도의 입도인원을 1일 140명(1회 70명)으로 제한하였던 것을 2005년 8월에 1일 400명(1회 200명)으로 늘렸고, 2006년 1월 1일부터는 1회 470명, 하루 1,880명으로 확대하였다. 이처럼 독도 관광객의 증가는 독도 생태계가 갖는 생태적 수용능력(carrying capacity)을 벗어나 독도 생태계의 훼손 및 파괴로 연결될 가능성이 있다. 이와 관련해서 학계에서는 꾸준한 조사를 실시하고 있지만 아직까지 지속적이고 장기적인 데이터는 부족한 실정이다. 그리하여 문화재청과 경상북도 그리고 경북대학교 울릉도·독도연구소는 2005년부터 독도 관광객 증가에 따른 독도 생태계의 영향을 모니터링하고 예측 가능한 관리를 위한 데이터를 마련하고자 독도 생태계 모니터링을 수행하고 있다. 특히 지형 및 경관 분야에서는 독도의 지형붕괴 및 축소에 대한 대처방안을 마련하고자 하는 목적을 가지고 연구를 진행하고 있다.

독도는 북서태평양 연해인 동해의 중남부에 자리 잡은 해양성 화산섬으로 파식 작용을 포함한 여러 가지 침식 및 풍화작용에 의해 섬이 축소되고 있는 과정에 있다. 특히 풍화와 침식에 대한 저항력이 약한 독도 기반암의 특성과 침식에 영향을 주는 원인들이 복합적으로 결합되면 섬의 침식 속도는 더 빠를 것으로 추정된다. 그 결과 독도는 현재보다 더 작아져서 원래의 모습을 잃어버릴 수도 있을 것이다. 이러한 독도 침식의 훼손은 단시간에 일어나지는 않겠지만 지속적으로 모니터링을 통한 조사와 관찰을 실시하여 자료를 축적하여야 할 것이다.

첫째, 독도는 화산지형, 해안지형, 풍화지형 등의 다양한 지형이 발달하여 경관을 형성하고 있다. 이러한 독도의 지형경관을 파괴하는데 크게 영향을 미치는 요인 중에서 지형 및 지질 조건과 함께 집중호우나 태풍 등과 같은 기상현상으로 발생하는 사태(landslide), 낙석(rock fall) 등을 관찰하여 발생과정에 대한 메카니즘(mechanism)을 밝혀 대책을 강구하는 것이 본 연구의 목적이다.

둘째, 지구온난화로 인한 게릴라성 및 국지성 집중호우 등의 이상기후현상과 태풍의 영향력이 점차 강해지고 있으며, 이로 인해 독도의 침식작용이 활발하게 일어나고 있어 독도의 지형변화가 어떤 양상으로 이루어지고 있는가에 대해 논의할 수 있는 기초자료를 작성하는 것과 함께 지속적인 모니터링을 통해 좀 더 정밀한 조사가 필요할 것으로 판단된다.

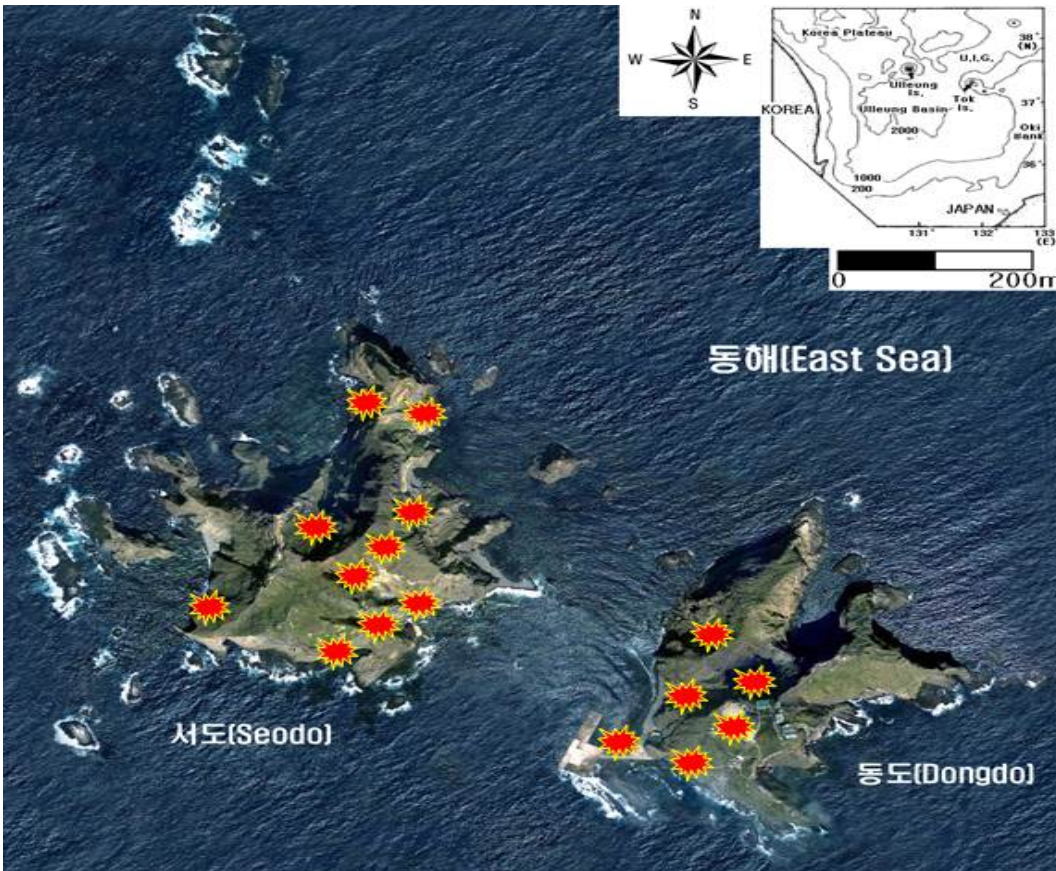
2. 조사지역 및 방법

1) 조사경로

독도에서 발생하는 사태나 낙석을 조사하기 위해 먼저 실내에서 논문 및 보고서 등의 관련 문헌자료와 인터넷 자료를 찾아보았고, 이후 독도를 선회하면서 육안 및 사진촬영을 통하여 현장 조사를 실시하였다. 그리고 동도는 직접 입도하여 서쪽 선착장에서부터 연결 계단을 따라 정상부를 지나 북동쪽의 구선착장까지 이동하면서 살펴보았다.



<그림 IX-1> 독도 선회 및 도보 조사 경로



<그림 IX-2> 동도 및 서도의 조사 지점

독도의 사태나 낙석이 발생한 지역에 대한 조사는 총 16곳에서 이루어졌다. 동도는 숫돌바위, 서쪽 해식에 사면, 정상부로 이어진 계단, 헬기장 주변, 천장굴의 6곳이고 서도는 어민숙소 및 자갈해안 주변, 어민숙소 계단, 동쪽 해식에 사면, 물골 계단, 대한봉 북쪽 물골 방향, 탕건봉 주변의 10곳이다.

2) 조사방법

가. 독도에 형성된 다양한 지형 중에서 독도의 침식과 파괴를 막고 보전하기 위하여 조사되어야 할 대표 지형으로 사태나 낙석을 선정하였다.

나. 지형도와 지질도, 토양도, 식생도 등을 검토하여 독도에서 사태나 낙석이 발생할 수 있는 지역을 선택하여 조사지역을 확정하였다.

다. 독도에서 발생한 사태나 낙석의 현황을 파악하기 위하여 현장에서 촬영한 고해상도 사진을 실험실의 모니터를 통해 확인하고, 추가적인 현지조사에서 형태와 규모 등을 조사하여 수정, 보완하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 사태나 낙석이 발생하는 조건

가. 일반적인 조건

사면활동의 한 형태인 사태나 낙석은 자연이나 인공사면에서 지진, 강우 또는 중력작용 등으로 한꺼번에 많은 흙과 돌이 사면 아래로 이동하는 현상을 말한다. 이러한 사태나 낙석의 발생원인은 크게 내적원인과 외적원인으로 구분된다. 내적원인은 대상사면의 지형, 지질, 토질 및 임상(식생) 등에 잠재된 요인으로서 진행성파괴, 풍화작용, 침식에 의하여 사면구성물질의 전단저항을 감소시키는 원인이 되며, 외적원인은 지형의 변화, 토피하중의 감소, 하중의 증가, 진동과 충격, 지하수위 변동 등에 의하여 사면 내에 전단응력을 증가시켜 내적요인과 결합하여 사태나 낙석을 발생시키는 지진, 강우, 강설, 벌목, 절토, 성토 등이다(심홍근, 1997).

우리나라의 산사태는 여러 가지 발생 요인 중에서 하절기에 찾아오는 태풍이나 계절성 집중호우 등과 같이 짧은 기간에 걸쳐 집중되는 강우의 형태가 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 강우와 사면재해 발생과의 통계적인 연구를 통하여 시우량 30mm 이상, 일우량 140mm 이상이면 사면재해가 발생할 확률이 매우 높은 것으로 평가한다(신계중·임경수, 2001).

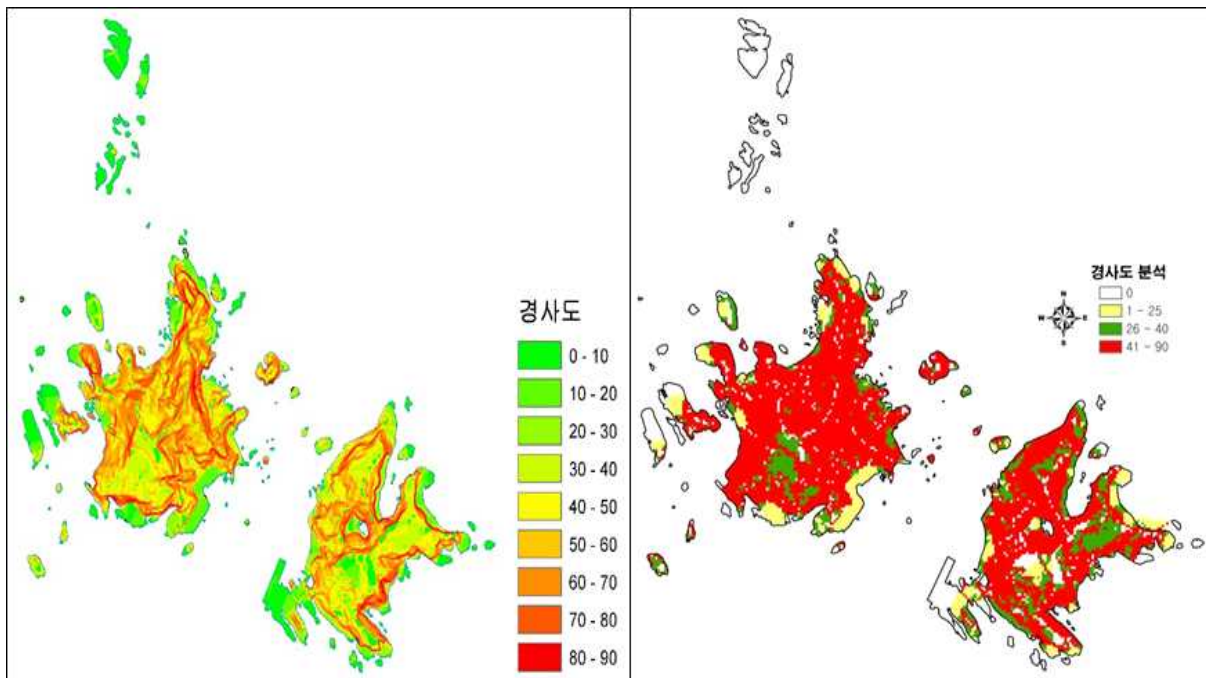


내적 원인	지형	<ul style="list-style-type: none"> • 사면 경사 30° 이상의 급경사 지역 • 토양의 두께가 1m 이내의 얇은 표토층 • 토양층 아래 풍화암층-연암층으로 이루어진 곳
	지질	<ul style="list-style-type: none"> • 절리 밀도가 높고 방향이 사면 경사와 같은 방향인 지역 • 성질이 다른 지층이 순차적으로 퇴적되어 있는 사면 • 지질구조선에 의한 파쇄대, 암맥의 관입 등이 있는 곳
	식생	<ul style="list-style-type: none"> • 식생의 피복 정도가 불량하여 암반이 그대로 노출된 곳 • 사태의 억지효과와 촉진효과를 함께 가지고 있음
외적 원인	기상	<ul style="list-style-type: none"> • 집중호우, 태풍 • 시간당 강수량 30mm 이상 • 하루의 강수량 140mm 이상

<그림 IX-3> 우리나라에서 사태나 낙석이 발생하는 원인

나. 독도 지역의 조건

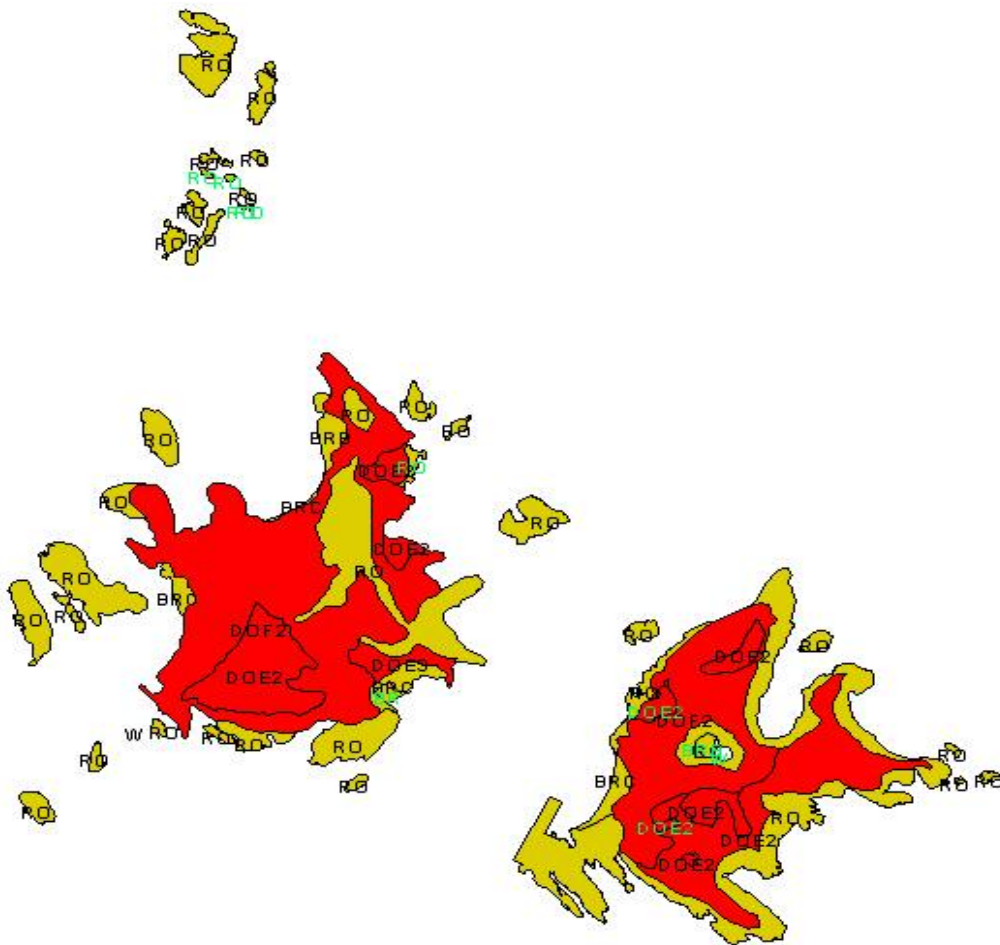
(1) 지형적 조건



<그림 IX-4> 독도 지역의 경사도 분석

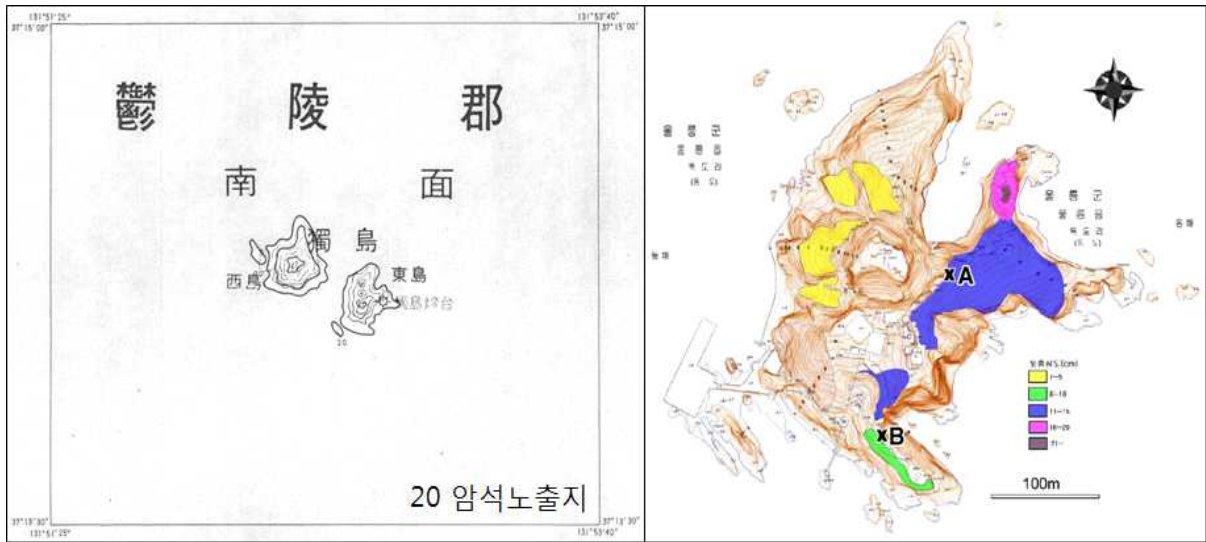
동도는 정상부 평탄지를 제외하고 섬 전체가 60도의 급격한 사면으로 형성되어 있으며, 중앙부에 원형상태로 해수준면 까지 이어진 급경사면의 와지가 북동쪽 해식동을 통하여 바다와 연결된다. 서도는 동도에 비하여 전반적으로 지형이 높고 험준한 원추형의 모양을 하고 있으며, 사면경사가 심하여 정상부분의 접근이 어렵다.

일반적으로 사면의 경사도가 약 30° 이상일 경우 사태나 낙석의 발생 가능성이 높은 것으로 알려져 있는데, 독도는 경사도 40°이상의 급경사 지역이 약 70% 이상이며, 대부분 사면 경사가 급한 단애로 이루어져 있어 사태나 낙석이 발생할 위험지수가 매우 높을 것으로 추정된다.



<그림 IX-5> 독도의 토양도(손연규 외, 2011)

독도를 구성하고 있는 토양인 독도통은 경사가 매우 심한 산악지에 분포하며, 토심은 0~20cm 정도로 매우 얇다. 모암은 주로 조면안산암으로 되어 있으나 조면암, 응회암, 응회각력암, 안산암 등이 혼재되어 있다. 이 토양이 분포되어 있는 지역은 잡초가 많이 자라고 있으며, 토양침식의 우려가 매우 크다. 독도통의 면적은 붉은색으로 표현하였고, 동도 4.13ha, 서도 6.34ha이다(손연규 외, 2011).



<그림 IX-6> 울릉군 토양조사보고서와 한국지질자원연구원의 동도의 토층 심도

독도는 지표의 90% 이상 지역이 암반이 노출된 상태인 암석노출지이며, 대부분 지역은 20cm 이내의 얇은 표토층 으로 이루어져 있다. 토심은 깊은 곳이 50cm 이상인 곳도 있으나 대부분 20cm 미만으로, 토양입자가 식물뿌리에 밀착되어 있어 토양유실의 가능성은 낮으나 서도의 일부 노출된 토양의 경우 토양유실현상이 관찰되고 있다. 대부분 지역에서 토층의 심도가 매우 얇고 토층의 분포지역이 넓지 않기 때문에 사태가 발생할 수 있는 조건을 만족하지 못하지만 일부 지역에서는 급경사의 사면을 따라 사태가 발생할 가능성이 있다. 그리고 기반암이 노출된 상태이므로 사태보다는 낙석의 발생 가능성이 높은 편이다.



<그림 IX-7> 동도 A(좌)와 B(우)의 토층(송영석 외, 2008)

동도의 토층은 일부 지역에서 부분적으로 분포해 있으며, 대부분 식물뿌리와 암편이 혼재되어 있다. 토층의 심도는 약 1~50cm내외이고, 대부분 지역에서 토층의

심도는 10cm 정도이다. 그림 6의 A 지점은 조면암 상부에 위치한 풍화잔류토이며, 피복된 식생의 아래로 토층의 심도는 10cm이다. 그림 6의 B 지점은 층상라필리응회암과 조면안산암의 경계부에 위치하고 있으며, 토층의 심도는 50cm 정도로 다른 지역에 비해 두껍게 퇴적되어 있다.

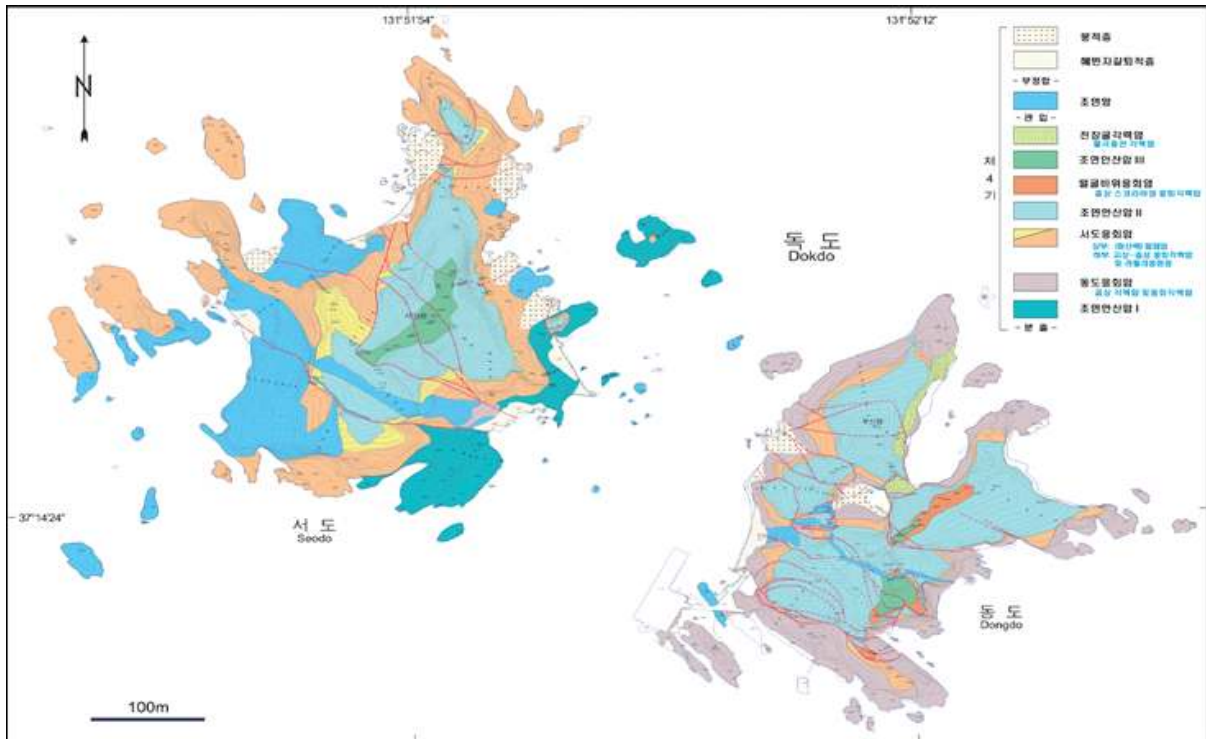


<그림 IX-8> 대한봉 남쪽 20m 지점의 토양 단면(손연규 외, 2011).

동도에 비해 서도에서 토양의 피복층이 다소 넓게 분포하고 있으며, 토양층의 심도 역시 서도가 동도보다 조금 더 깊게 분포하고 있다. 특히 최후기층에 해당하는 조면암층이 노출된 지역에서 토층심도가 10cm 이상으로 가장 깊게 분포하고 있는 것으로 나타났고, 급경사지를 제외하면 대체적으로 5cm 이하의 얇은 토층이 분포하고 있다(조용찬·이춘오, 2008). 그림 8은 서도 대한봉 남쪽 20m 지점의 토양 단면을 나타낸 것으로, 이것을 대표단면으로 선정하여 그림 5와 같이 독도의 토양을 독도통 으로 선정하였다(손연규 외, 2011).

(2) 지질적 조건

독도를 구성하고 있는 암석은 신생대 제3기에 분출관입한 알칼리 화산암류로 구성되어 있다. 독도에 분포하는 지층은 하부로부터 조면안산암 I, 동도응회암(괴상응회각력암), 서도응회암(층상 라필리응회암 및 응회암), 조면안산암 II, 얼굴바위응회암(스코리아성 층상 라필리응회암), 조면안산암 III, 천장굴각력암(열극층진 각력암), 조면암 등 총 8개 화산암층 단위로 구성되어 있다.



<그림 IX-9> 독도의 기반암 분포도(한국지질자원연구원, 2012)

지질적 특성과 사면 안정성은 큰 연관성을 가지고 있는 것으로 확인할 수 있는데, 수직과 수평 절리의 밀도가 높은 조면암 지역을 비롯하여 괴상 각력응회암이나 층상 라필리응회암과 같이 다량의 화산쇄설물을 포함하고 있는 기반암 지역의 사면이 안정성이 낮은 것으로 나타났다. 특히 조면암으로 이루어진 지역을 중심으로 겨울철 동결과 융해로 인한 기계적 풍화작용이 심하게 진행되며 훼손이 가속화되고 있다.

독도는 절리의 밀도가 높고 부서지기 쉬운 화산암으로 이루어져 있으며, 단층선과 암맥 등이 섬 전체에 높은 밀도로 분포하고 있어 사태나 낙석이 자주 발생하고 있다. 특히 절리가 교차하는 동도의 침식와지를 비롯하여 응회암을 기반암으로 하는 선착장이 위치한 서쪽 해식애나 해식동의 발달이 탁월한 남동쪽 해식애 지역 등에서 낙석의 흔적을 확인할 수 있다. 그리고 층상라필리응회암이 분포하고 있는 서도의 탕건봉과 물골의 배후사면, 어민숙소의 배후사면 등에서 사면안정성이 낮은 것으로 보인다.

이와 같이 화산암 기반암으로 이루어진 독도는 다른 지역에 비해 상대적으로 불안정한 사면에서는 과량이나 해풍, 태풍과 해일 등의 강력한 이벤트가 발생하면 쉽게 붕괴될 가능성을 가지고 있다.

(3) 식생 조건



<그림 IX-10> 생물학적 풍화작용(식물 뿌리의 침투로 인한 암석 박락)

독도의 넓은 지역에 걸쳐 갯제비쭉, 해국, 개밀, 돌피 등의 식생이 피복하고 있다. 이들 식생은 토양이 퇴적된 곳은 물론 기반암이 노출된 지역에서도 분포하고 있다. 특히 얇은 토양층에서는 기반암의 절리 사이로 식생의 뿌리가 침투하여 절리를 확장시켜 기반암으로부터 암석을 박락시켜 낙석이 발생하기도 한다.

(4) 강우 조건

독도는 난류의 영향을 많이 받는 전형적인 해양성 기후이며, 강수량은 여름철에 많은데 9월 강수량이 가장 많고, 그 다음은 8월, 7월 순이다. 그리고 겨울철 강수는 대부분 적설의 형태이며, 폭설이 자주 내린다. 안개가 잦고 연중 흐린 날은 160일 이상이고 비 또는 눈 오는 날은 150일 내외이며, 맑은 날은 45일 정도밖에 없다.

<표 IX-1> 독도의 연 평균 강수량(mm, 기상청 방재기상관측연보)

월 연	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2010	45.5	32.5	24.5	20.0	10.5	11.0	33.5	24.0	118.0	125.5	18.0	60.5
2011	61.0	17.5	17.5	11.5	8.5	77.0	38.5	32.5	116.5	49.5	38.5	42.0
2012	13.5	6.0	53.0	37.0	22.0	18.5	86.0	211.5	69.5	37.0	48.5	49.5
2013	12.5	12.5	126.5	56.0	29.0	31.0	30.5	74.5	-	-	19.5	51.5



2) 동도의 사태나 낙석 발생지역



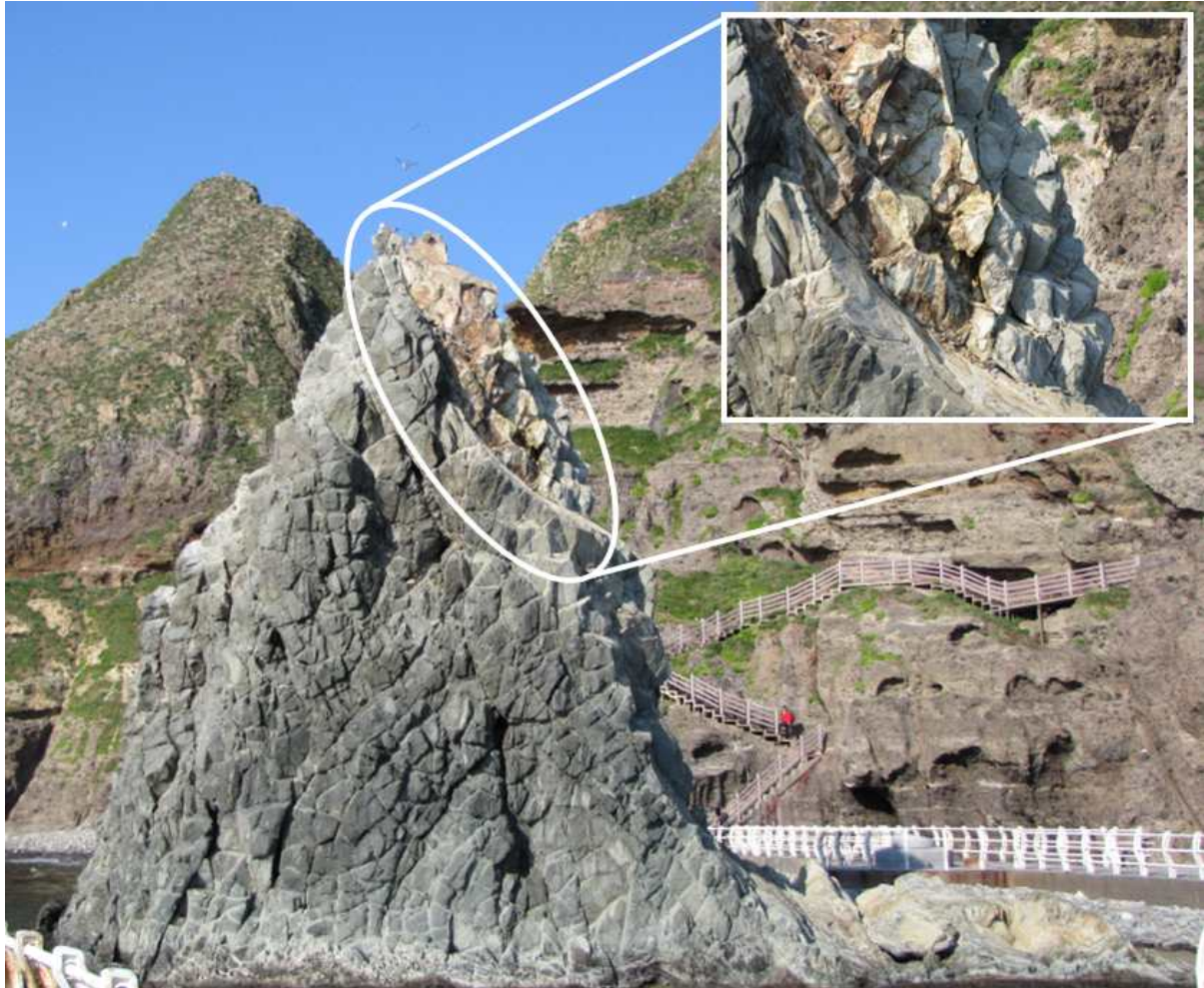
<그림 IX-11> 동도의 사태나 낙석 발생지역

동도 지역에서 확인된 사태나 낙석의 발생 지역은 모두 6곳이다. A는 서쪽 해식에 사면으로 담바위 남쪽에 위치하고, B는 서쪽 자갈해안의 배후 사면, C는 솟돌바위, D는 경비대 막사로 가는 계단, E는 헬기장 남쪽 하부 사면, F는 천장굴 안쪽 사면이다.

동도에서 사태나 낙석이 발생한 지역은 대부분 경사가 40°가 넘는 급경사지역으로, 기반암에서 절리 등으로 인해 약해진 부분이 중력 방향으로 떨어져 형성되는 것에 해당한다. 그러나 E 지점은 다른 지점과 달리 헬기의 이·착륙으로 인한 인위적인 충격 요인에 의해 조금씩 무너져 발생하고 있다.

C 지점인 동도 서쪽 선착장에 있는 솟돌바위는 섬이 생길 당시 분출한 용암이 냉각되면서 만들어진 와상절리(수평의 주상절리) 형태의 조면암으로, 독도 의용수비대원들이 일본에 맞서 1953-1956년까지 생활하면서 이 바위로 칼을 갈았다고 하여 붙여진 지명이다. 솟돌바위 절리의 주향과 경사는 각각 N30W와 10NE이고, 북측면 하부 절리의 폭은 약 45-60cm로 크게 분포하며 대각선 방향의 우측 상부

로 갈수록 작은 크기로 발달해 있다. 이처럼 숫돌바위의 절리패턴을 측정한 결과, 절리간격이 상대적으로 조밀한 숫돌바위 우측상부가 취약한 것으로 판단된다(장윤득·임규택, 2014).

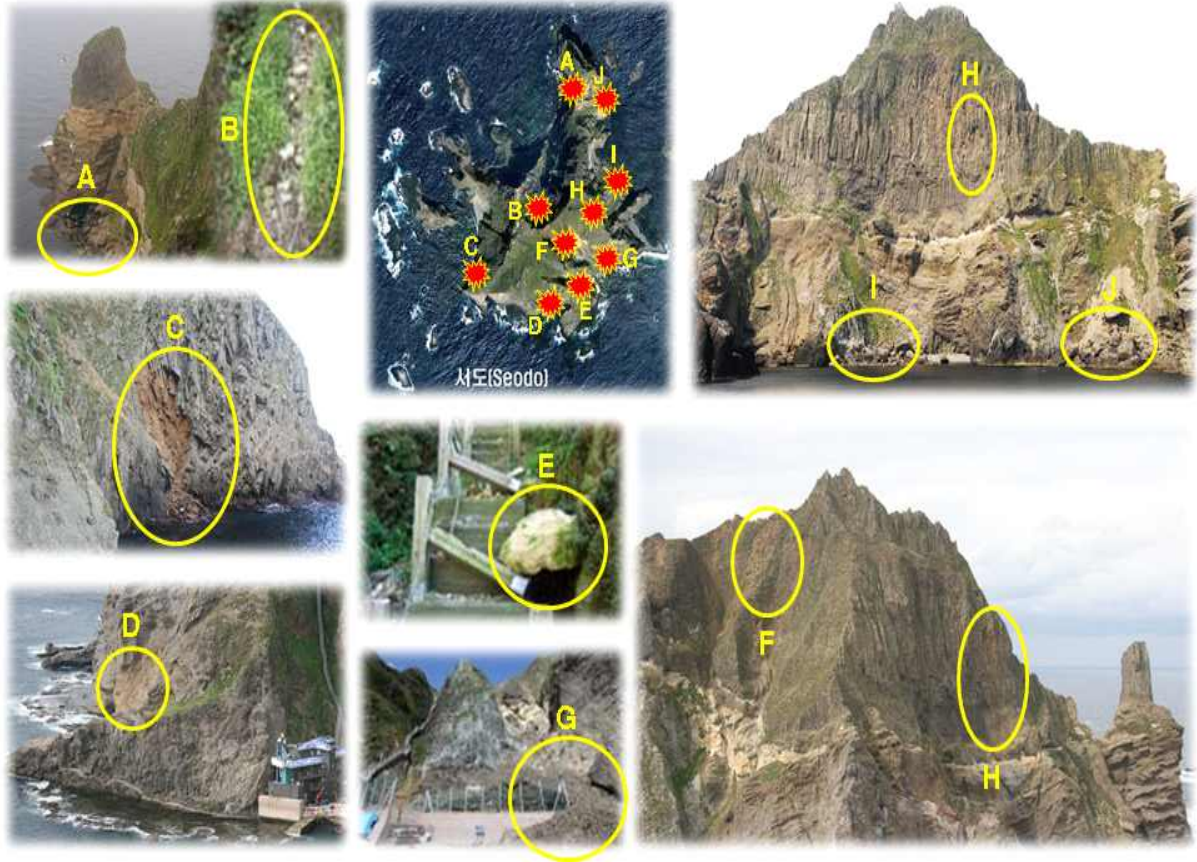


<그림 IX-12> 숫돌바위의 박락(장윤득·임규택, 2014)

최근 2013년 3월 18일 강풍에 의해 일부에서 균열이 발생하였고, 상부측은 3-4 m³ 가량 붕괴되었다. 해안에 위치하고 있는 숫돌바위는 파랑의 영향을 대단히 크게 받는다. 특히 폭풍이 있거나 태풍이 내습하면 풍속이 매우 강하므로 높은 파고의 파랑이 해안이 진입하며, 이 때 발생한 염분을 포함하고 있는 비말이 전면에서 날려 절리와 층리를 따라 스며들고 건조되면 결정이 되어 높은 압력으로 기계적(물리적) 풍화 작용을 일으키고 구성광물과의 화학적 반응을 통해 화학적 풍화작용도 발생한다. 그 결과 염풍화작용이 발생하여 파손이 예상되므로 이에 대해 조속한 대비가 필요하다.



3) 서도의 사태나 낙석 발생지역



<그림 IX-13> 서도의 사태나 낙석 발생 지역

서도 지역에서 확인된 사태나 낙석의 발생 지역은 모두 10곳이다. A는 북쪽 탕건봉의 서쪽 사면, B는 물골 배후 사면, C는 코끼리 바위 북쪽 사면, D는 어민숙소 남서쪽 해식동 사면, E는 어민숙소 옆 계단, F는 대한봉 남쪽 사면, G는 어민숙소 북쪽 자갈해안 배후 사면, H는 대한봉 북동쪽 사면, I와 J는 탕건봉 남동쪽 자갈해안 배후 사면이다. 특히 I와 H지점의 상부는 다른 지역에 비해 토층의 심도가 깊고, 사면이 급한 지역으로 경사면을 따라 사태와 낙석의 흔적이 뚜렷하게 관찰된다.

어민숙소 서쪽의 배후 사면은 기반암이 노출된 암반사면으로 암반의 균열 및 절리의 발달이 탁월하고, 불연속면의 경사 및 경사방향이 매우 불리하게 형성되어 있다. 이로 인해 해식동굴에 부딪히는 파랑에 의한 충격으로 인해 일부지역에서 절리방향을 따라 낙석이 발생할 가능성이 매우 높은 것으로 보인다. 특히 낙석이 발생하면 어민숙소의 지붕이나 창문을 비롯한 건물벽체에 피해를 유발할 가능성이 있으며, 또한 선박 접안시설이 서도 계단이 개설된 계곡부와 연결되어 있어 태풍

및 집중호우로 인한 암반 붕괴 등이 발생할 수 있다. 서도 계단은 경사가 70~80°의 가파른 수직벽에 만들어져 있어, 급경사지에서 수시로 떨어지는 암석 때문에 항상 위험하다. 최근에도 규모는 작지만 계속적인 낙석이 발생하고 있으므로 어민 숙소와 선박 접안시설을 보호하기 위해 낙석방지책의 추가적인 보강이 필요한 것으로 판단된다.



어민숙소 옆 계단

어민숙소 부근에서 폭우로 인한 5곳의 폭포



2012년 9월 6~8일 촬영
안동립(통아지도 대표)



<그림 IX-14> 서도지역의 사태나 낙석 조사 자료



<그림 IX-15> 서도 대한봉 남쪽 사면에서 발생한 사태(자료: 안동립)

2012년 여름 덴빈(14호)-볼라벤(15호)-산바(16호)로 이어지는 연속적인 3개 태풍의 영향으로 인해 대한봉 남쪽 급애면에서 사태가 발생했다. 이 지역은 80° 이상의 사면 경사로 이루어져 있어 사면안정성이 낮은 곳으로, 현재도 비가 오면 사태가 발생하고 있다.



<그림 IX-16> 서도 북쪽사면 물골 계단

서도 북쪽사면을 따라 물골로 내려가는 계단이 조성되어 있다. 서도를 조사하기 위해 방문한 연구자를 제외한 사람들의 왕래는 거의 이루어지지 않는 곳으로, 식생의 피복면적이 다른 지점보다 높은 곳이다. 그러나 이 곳의 사면 경사는 70~80°에 이르는 급경사 지역이므로, 암벽지에서 잦은 산사태가 발생하고 있다.

4. 결론

- 1) 독도는 토양층이 얇아 기반암이 노출된 상태이고 대부분 급경사지로 이루어져 있어 강한 비바람을 동반한 집중호우나 태풍 등으로 인한 사태(landslide)나 낙석(rockfall) 등이 발생할 가능성이 높은 지역이다.
- 2) 독도에서 발생하는 사태나 낙석으로 인해 섬의 높기와 면적은 점차 축소되고 있으며, 어민숙소나 선박의 접안시설, 이동 계단 등 파손될 위험성에 노출된 구조물의 안전성을 위해서 정밀 조사를 통한 보수 및 보강 방안을 마련할 필요가 있다.
- 3) 동도에 비해 서도에서 사태나 낙석의 발생이 빈번하게 일어나고 있으며, 특히 대한봉과 어민숙소의 배후사면은 기반암의 절리 밀도가 높고 수직의 경사를 보이고 있어 사태나 낙석의 발생 가능성이 매우 높은 지역으로 판단된다.
- 4) 사태나 낙석의 발생을 미연에 방지하기 위한 인공적인 구조물은 천연보호구역으로 지정된 독도의 경관을 훼손하지 않은 범위 내에서 마련해야 할 것이다.



5. 참고문헌

- 강지현, 성효현, 김창환, 박찬홍, 정의영. 2007. 사면침식으로 인한 독도의 지형형성과 지형의 형태적 특성으로 살펴 본 사면안정성, 추계지질과학연합학술대회 초록집 : 147.
- 경북대학교 울릉도·독도연구소. 2007. 독도 천연보호구역 모니터링 사업. 문화재청, 경상북도.
- _____. 2008. 독도의 자연. 경북대학교 출판부.
- _____. 2009. 한국의 자연유산 독도. 문화재청.
- 경주대학교 울릉학 연구소. 2004. 독도 천연보호구역 학술조사. 울릉군.
- 김우관. 1996. 자연실태종합학술조사보고서; 울릉도와 독도의 지형. 자연보호중앙협의회. 10. p.31-55.
- 황상구, 전영권. 2003. 독도화산의 분출유희와 화산형태. 자원환경지질. 36(6) : 527-536.
- 박경근, 황상일. 2008. 독도에 대한 연구 성과와 과제. 경북대학교 사회과학대학 지리학과. 지리학논구. 27 : 45-75.
- 박대철. 2005. 암종에 따른 산사태 특성 연구. 서울시립대학교 토목공학과 석사학위논문.
- 박동원, 박승필. 1981. 울릉도·독도 종합학술조사보고서; 울릉도와 독도의 지형. 한국자연보존협회. 19. p.37-59.
- 서종철, 손명원, 윤광성. 2002. 전국자연환경조사 보고서; 울릉도·독도의 지역의 지형경관. p.3-63.
- 손연규, 박찬원, 장용선, 현병근, 송관철, 윤을수. 2011. 우리나라 독도 분포 토양의 특성. 한국토양비료학회지. 44(2) : 187-193.
- 송용선, 박맹언, 박계현. 2006. 울릉도와 독도 화산암의 생성연대 및 진화사. 암석학회지. 15(2) : 72-80.
- 송영석, 채병곤, 이춘오, 조용찬. 2006. 독도 동도지역 토질의 공학적 특성. 대한토목학회 학술대회. 10 : 4001-4004.
- _____. 2008. 독도 동도지역의 토질특성 및 산사태가능성 조사. 지질공학. 17(4) : 657-663.
- 신계종, 임경수. 2001. GIS를 이용한 산사태분석에 관한 연구. 산업과학연구소 논문집. 제9집. 1-11.
- 신영규, 윤광성. 2006. 독도 생태계 정밀조사 보고서; II. 지형·경관. 환경부. p.19-33.

- 심홍근. 1997. 우리나라의 산사태발생 현황과 특성. 단국대학교 산업기술대학원 건설학과 지반공학전공 건설 석사학위논문.
- 영남대학교 민족문화연구소. 1998. 울릉도·독도의 종합적 연구.
- 울릉군. 2002. 독도 천연보호구역 학술조사.
- 이수광, 박혜숙. 1981. 울릉도·독도 종합학술조사보고서; 독도의 해저지형. 한국자연보존협회. 19. p.237-242.
- 이재영, 이진국, 이인호. 1996. 자연실태종합보고서; 울릉도·독도의 지질. 자연보존중앙협의회. 10. p.57-83.
- 이종익, 허순도, 유찬민, 김예동, 박찬홍, 허식, 권문상, 박병권, Nagao, K. 2000. 독도 화산 활동의 성인: 열점 기원에 대한 새로운 고찰. 대한지질학회 2000년도 추계공동학술발표회 초록집. 96.
- 자연보호중앙협의회. 1996. 자연실태 종합학술보고서-제 10집 울릉도 및 독도.
- 전영권. 2005. 독도 지형지. 한국지역지리학회지. 11(1) : 19-28.
- 조용찬, 이춘오. 2008. 독도 서도지역에 대한 지질공학적 특성 고찰. 대한자원환경지질학회 춘계 지질과학기술 공동학술대회 초록집. : 170.
- _____. 2008. 독도 서도지역의 토층분포 및 낙석우려지에 대한 고찰. 대한지질학회 학술대회 : 121.
- 최은영. 2010. GIS를 이용한 한국형 산사태 원인 분석. 공주대학교 지질학과 석사학위논문.
- 한국지질자원연구원. 2006. 독도 균열발생에 따른 지반안정성 조사연구. 해양수산부.
- 한국해양연구소. 2000. 독도 생태계 등 기초조사 연구 최종보고서. 해양수산부.
- 환경부. 2005. 독도생태계 4계절 정밀조사.
- 황상구. 2006. 독도의 지질구조와 화산복원. 독도의 자연 심포지엄. 경북대학교 울릉도·독도 연구소.
- 황상구, 전영권. 2003. 독도화산의 분출윤회와 화산형태. 자원환경지질. 36(6) : 527-536.
- 황상일, 박경근. 2007. 독도 동도 서쪽 해안의 타포니 지형 발달. 한국지역지리학회. 13(4) : 355-370.
- 황상일, 박경근, 윤순옥. 2009. 독도 서도 북서 해안의 Holocene 기후변화와 타포니 지형발달. 한국지형학회. 16(1) : 17-30.
- Sohn, Young Kwan, Park, Ki Hwa. 1994. Geology and Evolution of Tok Island. Korea. Jour. Geol. Korea.. 30(3) : 242-261.