



WWF

세계자연기금

REPORT

KR

2015

THIS REPORT
HAS BEEN
PRODUCED IN
COLLABORATION
WITH:

ZSL

LIVING CONSERVATION

해양생명 보고서

Living Blue Planet Report

종, 서식처,
그리고 인류의 번영

세계자연기금 (WWF:World Wide Fund for Nature)

세계자연기금(WWF)은 세계적인 비영리 환경보전기관으로, 세계 100여 개국에서 글로벌 네트워크를 구축해 500만 명 이상의 후원자들과 함께 활발히 활동하고 있습니다.

WWF는 우리의 푸른 별 지구의 자연환경을 보전하고 인간이 자연과 조화롭게 살아가는 미래를 만들고자 합니다. 이를 위해, 생물다양성을 보전하고 재생 가능한 자연자원의 이용을 지속 가능한 방식으로 유도하며, 환경오염 및 불필요한 소비 절감에 대한 의식을 고취시키는 데 힘쓰고 있습니다. 한국에서도 지난 10년간 환경보전 활동을 해왔으며, 2014년 공식적으로 세계자연기금 한국본부(WWF-Korea)가 설립되었습니다.

런던동물학회 (Zoological Society of London)

1826년에 설립된 런던동물학회(ZSL)는 전 세계 동물과 그 서식처를 보전하는 것을 목표로 과학연구, 자연보전, 교육사업 등의 활동을 펼치고 있는 국제 학술단체입니다. 런던동물원은 런던동물원(ZSL London Zoo)과 윅스네이드 동물원(ZSL Whipsnade Zoo)을 운영하고 있으며, 동물학연구소(Institute of Zoology)를 세워 과학적 연구를 수행하고, 전 세계를 무대로 자연보전운동을 활발하게 벌이고 있습니다. 또한 런던동물학회는 세계자연기금(WWF)과 공동사업으로 지구생명지수(Living Planet Index®)를 개발, 운영하고 있습니다.

세계자연기금 국제본부 (WWF International)

Avenue du Mont-Blanc
1196 Gland, Switzerland

동물학연구소 (Institute of Zoology)

Zoological Society of London
Regent's Park, Londe NW1 4RY, UK
www.zsl.org/indicators
www.livingplanetindex.org

디자인: millerdesign.co.uk

표지사진: © naturepl.com / David Fleetham / WWF

지구생명보고서(Living Planet Report®)

WWF가 격년으로 발행하는 지구생명보고서(Living Planet Report)는 우리별 지구의 건강과 인간의 행동이 지구에 끼치는 영향을 과학적으로 분석한 선구적인 연구서입니다. 우리는 2014년판 지구생명보고서에서 1970년부터 2010년 사이에 종(種) 개체 수가 반으로 줄어든 사실을 알리며 생물다양성의 심각한 감소를 상세히 밝혔습니다. 또한 사람들이, 특히 선진국 국민들일수록 지구에게 지속 불가능한 요구를 더 많이 하고 있다는 사실도 전했습니다.

지구생명보고서의 특별판인 이 해양생명보고서(Living Blue Planet Report)는 위의 사실들을 해양 분야에 초점을 맞추어 더욱 깊이 조명해보고 거기에 함축된 의미를 설명하는 보고서입니다. 해양생태계 및 인간이 해양생태계에 미치는 영향에 관한 자료가 한정되어 있고 미흡한 것은 사실입니다. 그러나 이는 지금까지 우리가 해양에 대해 그만큼 소홀했다는 반증이기도 합니다. 이 특별보고서에 수록된 각종 지수와 수치들을 보시면, 이 바다를 되살리기 위해 우리가 얼마나 발빠르고 절박하게 행동해야 하는지 공감하실 겁니다.

ISBN 978-2-940529-24-7

Living Planet Report®
and *Living Planet Index*®
are registered trademarks
of WWF International.

fsc logo to be
added by printer

이 보고서는 세계산림책임관리회(FSC™, Forest Stewardship Council™)로부터 인증 받은 종이와 방식으로 인쇄되었습니다.

기고자 Contributors

Editor-in-Chief: John Tanzer

Lead Editors: Carol Phua, Barney Jeffries, Anissa Lawrence, Aimee Gonzales, Paul Gamblin, Toby Roxburgh

Editorial Team: Stephanie Verbeek, Gretchen Lyons, Paolo Mangahas, Valerie Burgener, May Guerraoui

런던동물학회 Zoological Society of London

Louise McRae, Mahboobeh Shirckhorshidi, Ellie Trezise, Charlie Howarth, Helen Muller, Robin Freeman

Bryan P. Wallace (Stratus Consulting, USA)

Nicolas J. Pilcher (Marine Research Foundation, Malaysia)

세계자연기금 WWF

David Aplin, Katie Arkema, Hugo Arnal, Gemma Quilez Badia, Jessica Battle, Nadia Bood, Ian Campbell, Nerissa Chao, Andy Cornish, Daniella Diz, Phil Freeman, Domingos Gove, Piers Hart, Jon Hobbs, Rebecca Jumin, A. G. Klei, Jochem Lamp, Richard Leck, Aimee Leslie, Angela Lim, Gilly Llewellyn, Stephan Lutter, Emily McKenzie, Chantal Menard, Pauli Merriman, Alissa Moen, Geoffrey Muldoon, Rab Nawaz, Ludo Nijsten, Maria Amalia Porta, Tinh Huynh Quoc, Harifidy Olivier Ralison, Mary Rokonadravu, Liza Rosen, Melissa Sanfourche, Shannon Seeto, Vilisite Tamani, Clive Tesar, Ottilia Thoreson, Dwi Aryo Tjiptohandono, Cristina Torres, Simon Walmsley, Pablo Xavier Guerrero Verduga, Edith Verhoestraete, Bob Zuur

감수와 지원을 해주신 분들 With special thanks for review and support to:

Ivan Nagelkerken (University of Adelaide, Australia)

Ove Hoegh-Guldberg (University of Queensland, Australia)

Lorenzo Álvarez-Filip (Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico)

Angus Atkinson (Plymouth Marine Laboratory, UK)

Amy Rosenthal (MacArthur Foundation)

WWF: Natascha Zwaal, Louise Heaps, Giuseppe Di Carlo, Piers Hart, Jackie Thomas, Mkhululi Silandela, John Duncan, Sally Bailey, Carel Drijver, Brad Ack

목차

서문	3
제1장: 우리의 푸른별 지구의 현재 상태	4
해양생명지수 (The marine Living Planet Index)	6
어류	7
기타 어종들	8
서식처	12
제2장: 압력에 시달리는 우리 바다	22
압력에 시달리는 우리 바다	24
남획	26
양식업	29
관광산업	31
기후변화	33
채굴산업	35
육지 발원 오염	37
제3장: 왜 바다를 보살펴야 할까?	41
왜 바다를 보살펴야 할까?	42
해양생태계의 악화가 가져올 사회경제적 영향	44
자연 가치의 불가시성: 해양생태계 퇴화의 요인	44
해양은 기회의 바다이다	47
제4장: 대세의 전환	49
푸른별을 위한 해결책	50
“지구는 하나라는 시각”의 실천사례들	54
새로운 물결	60
참고문헌	62

세계인구 중 약 30억이 물고기를 주요 단백질 공급원으로 삼고 있습니다. 세계인구의 약 10~12%가 어업 및 양식업에 종사합니다. 세계인구의 60%가 해안에서 100km 이내 지역에 살고 있습니다. 그런데 해양척추동물 개체 수는 1970년에서 2012년 사이에 49%나 감소했습니다. 지구상의 식용어류도 반으로 줄었는데, 그 중에도 특히 중요한 몇몇 어종은 훨씬 더 줄었습니다. 상어, 가오리, 홍어는 종의 1/4 가량이 아예 멸종 위기에 처했는데, 주된 이유는 남획입니다. 열대 산호초의 경우 지난 30년 동안 산호초를 만들어내는 산호의 절반 이상이 사라졌습니다. 1980년부터 2005년 사이 전세계 맹그로브 숲의 20%가 사라졌습니다. 현재 어업의 29%는 남획 상태입니다. 지금과 같이 온난화가 지속된다면 2050년이면 산호가 살기에는 너무 더운 바다가 됩니다. 심해 채굴 허가 면적은 120만km²에 이릅니다. 25만 톤이 넘는 5조 개 이상의 플라스틱 조각들이 바다를 떠돕니다. 부영양화로 산소가 고갈돼 죽은 바다가 늘어나고 있습니다. 바다는 매년 최소 미화 2.5조 달러에 달하는 경제적 이득을 창출합니다. 현재 전세계 바다의 3.4%만이 보호수역으로 지정되어 있고 제대로 관리되고 있는 곳은 일부에 불과합니다. 2015년부터 2050년까지 우리가 이 보호수역 면적 비율을 30%까지 올린다면, 최대 미화 9,200억 달러에 달하는 경제효과를 거둘 수 있습니다.



세계자연기금
한국본부 대표
윤세웅

우리 지구를 떠나면 우주에서 보면 아름답게 빛나는 푸른 별입니다. 지구의 70%를 둘러싸고 있는 바다 때문에 푸른 구슬처럼 보입니다. 어쩌면 우리가 살고 있는 이 별을 지구(地球)가 아니라 수구(水球)라고 불러야 하는 게 아닌가 싶습니다. 이렇게 아름다운 지구를 만들고 모든 생명의 근원인 바다가 현재 위기에 처해 있습니다. 그 동안 우리 인류는 바다를 무한히 이용할 수 있는 자원의 장으로 여겨왔습니다. 그러나 더 이상 그렇지 않습니다.

세계자연기금(WWF)이 국제적으로 동시에 펴낸 이 해양생명보고서(Living Blue Planet Report)에서는 그러한 해양 위기를 분명하게 보여주고 있습니다. 우선 그동안 인류의 식량안보에 중요한 어류 개체 수가 전세계적으로 크게 감소했습니다. 연구 결과에 따르면, 지난 40년간 해양 포유류, 조류, 파충류 및 어류 개체 수가 50% 이상 감소했으며 일부 어종은 최대 75%까지 급감했습니다.

이렇게 어류 개체수가 줄어든 데는 산업형 어업, 시장 수요 및 불법 어업으로 인한 탓이 큽니다. 어류 자원의 번식 속도보다 빠르게 잡아들이고 어업 활동으로 인해 어류의 산란과 생육을 위한 서식지가 파괴되었습니다. 남획뿐만 아니라 기후변화도 해양문제의 원인이 되고 있습니다. 기후변화 또한 인간 활동으로 인한 전세계적 현상으로 지난 수백만 년보다 심각하게 해양환경을 바꾸고 있습니다. 해수 온도가 올라 갈 뿐 아니라 해양이 산성화 되고 있습니다. 이는 어류 번식에 치명적인 악영향을 끼치고 있습니다. 결국 우리 뿐 아니라 미래 세대의 중요한 식량 자원 고갈로 이어질 수 있습니다.

해양생명보고서에 따르면, 많은 저개발 국가에서 주요 단백질 공급원인 어류 감소가 미칠 영향은 심각합니다. 우리나라도 예외는 아닙니다. 한국은 전세계에서 미국, 중국, 일본, 유럽 연합 전체를 뒤이어 가장 큰 수산물 소비 국가입니다. 그만큼 어류 단백질은 한국 식문화에서 중요한 부분을 차지하고 있습니다. 우리는 영양 공급, 질병 치료 및 신체 균형 회복을 위해 생선을 섭취합니다. 식량원이자 치료제인 어류가 없어진다면 생각만으로도 끔찍한 세상이 될 것입니다.

바다가 보내오는 이러한 SOS 신호를 그냥 무시하고 지금까지의 관행을 이어가야 할까요? 우리는 분명 이러한 흐름을 되돌려야 합니다. WWF는 이와 관련한 여러 제안을 준비했습니다. WWF는 지속가능한 어업, 이력추적 개선을 통한 불법어업을 줄이고, 해양의 수많은 자원의 가치를 제대로 인정하는 해양 경제(Blue Economy) 발전 방안을 개발할 것을 강력히 제안합니다. 우리가 지속가능한 한계를 지키며 산다면, 바다는 현 세대와 미래세대 모두를 부양할 수 있을 것입니다.

해양생명보고서는 전세계 정부, 기업 및 지역 사회가 협력을 통해 바다의 생명과 생태계를 지킬 것을 촉구합니다. 지속가능한 바다의 이용, 자원의 관리, 이체 수사에 그쳐서는 안될 것입니다. 세계자연기금 한국 본부는 우리나라도 '생명이 넘치는 바다'를 되돌리기 위해 이러한 지구촌 전체의 노력에 동참해 주시길 바랍니다.

세계자연기금 한국본부 대표 윤세웅

제1장 우리의 푸른별 지구의 현재 상태

피지의 말리 섬 주민 알루미타 카마리(Alumita Camari)가 맹그로브 숲에서 갓 잡은, 사나운 진흙게(mud crab)를 능숙한 솜씨로 손질하고 있다. 미타는 마을에서 가장 뛰어난 진흙게 사냥꾼으로 불린다. 미혼모인 그녀는 고기잡이로 생계를 유지하며 딸과 함께 살고 있다.

태평양의 섬나라 피지 주민들의 삶은 언제나 바다를 중심으로 형성된다. 피지에는 길이 200km가 넘는 대해초(大海礁, Great Sea Reef)라는 보초(堡礁)가 있다. 현지인들은 이를 카카울레브(Cakaulevu)라고 부른다. 오스트레일리아의 대보초(大堡礁, Great Barrier Reef), 중앙아메리카의 카리브 해에 있는 메소 아메리칸리프(Mesoamerican Reef)에 이어 세계에서 세 번째로 긴 산호초 군락이다.

산호초 및 산호초와 연결된 맹그로브 숲과 같은 해양생태계는 이 나라 경제의 근간이자 국민들의 삶의 터전이다. 이 생태계는 먹거리를 제공하고 해마다 수십만 명의 관광객을 불러모은다. 그리고 해안지대를 폭풍우로부터 보호해준다.

그러나 지금 전세계적으로 산호초를 비롯한 다른 모든 해양생태계가 이 파괴되고 있다. 해양 생물 종들의 개체수가 줄고 서식처가 파괴되거나 약화되고 있다. 우리 푸른별 지구의 놀랄 만큼 다양한 해양 생물들과 이를 바탕으로 발달한 다양한 해안문화들의 미래는 불투명하다.





해양생명지수

(The marine Living Planet Index)

2014년판 지구생명보고서는 우리 사회와 경제의 기반이 되는 생태계가 얼마나 심각한 상황에 처해 있는지 여실히 보여주었다. 지구생명지수(LPI)는, 척추동물 3,038개 종의 10,380개 개체군의 양적 변동추이를 측정한 지수로, 1970년부터 2010년 사이에 52%나 급감했다. 다시 말해 포유류, 조류, 파충류, 양서류, 어류에 속한 종들이 이루는 개체군의 양이 불과 40년 사이에 절반으로 줄어든 것이다. 인류는 자연에게 지속 불가능한 요구를 계속하면서 인류의 장기적인 안녕과 번영을 스스로 위협하고 있다. 생태계는 파괴되고 있는데 늘어나는 인구의 기본적 필요를 만족시키기란 막중한 부담일 수밖에 없다.

이 보고서를 작성하고자 수집된 자료를 토대로 계산한 해양생명지수(marine LPI)는 1970년부터 2012년 사이 49%나 감소된 것으로 나타났다(그림 1). 이 해양생명지수는 포유류, 조류, 파충류, 어류에 속한 1,234개 종, 5,829개 개체군을 표본으로 하고 있다. 2014년판에 비해 훨씬 많은 수의 해양 생물 종과 서식처가 조사대상에 올랐다. 표본이 두 배 가까이 늘어난 덕에 해양의 건강상태를 더욱 분명히 보여준다. 상황은 앞서 소개한 것보다 훨씬 심각했다. 1970년부터 1980년대 중반까지는 급속도로 하락이 진행되었고 그 후 얼마간은 안정세를 보였지만, 최근에는 개체군 수가 다시 하락 추세를 보이고 있다. 해양생명지수(mLPI)는 지구 전체에 대한 지수인 만큼 수역별(水域別) 편차까지는 담아내지 못한다. 전에는 고갈수준이던 북위도 수역에서는 증가세를 보이는 반면, 열대와 아열대 그리고 먼 남위도 수역에서는 감소세를 보인다.

이 장에서는 이 데이터를 더 깊이 분석할 것이다. 해양환경은 그 특성상 포괄적 모니터링이 불가능하므로 몇몇 수역의 데이터는 실제와 격차가 있다. 런던동물학회(ZSL, Zoological Society of London)는 각종 보고서, 학술지 기사, 그리고 어업 연구자들을 통해서 다수의 생태계나 종에 대한 최신 데이터를 충실히 얻어, 그 생태계나 종의 유형별로 지수를 산출해서 보유하고 있다.

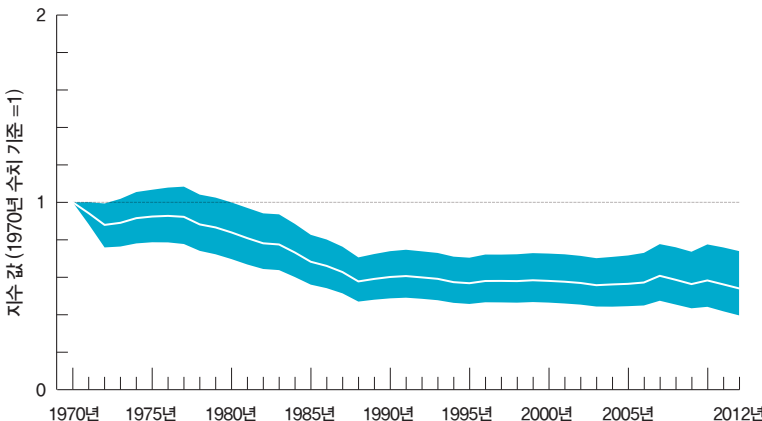
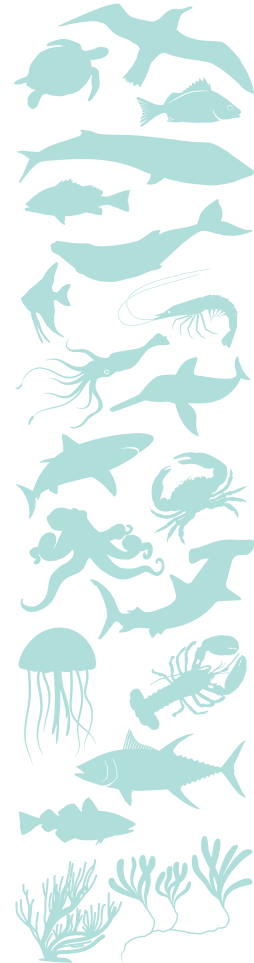


그림 1 : 1970년에서 2012년 사이 세계 해양생명지수. 49% 감소세를 보인다. 이 지수는 1,234개 종, 5,829개 집단을 근거로 산출되었다 (WWF-ZSL, 2015).

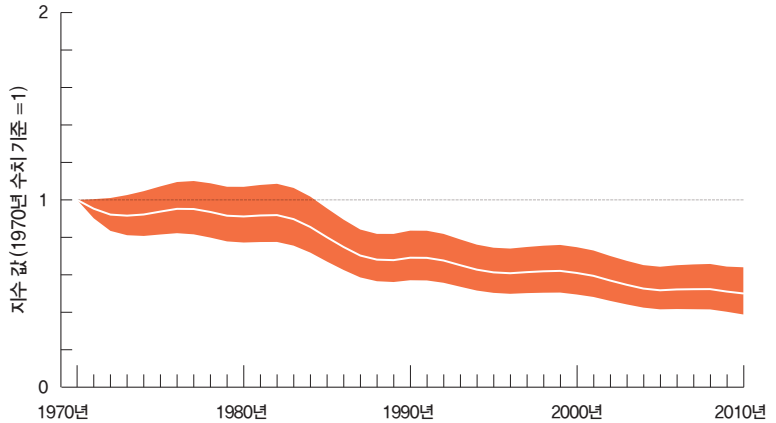
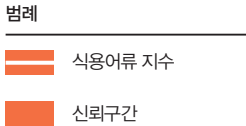
범례

- 해양생명지수
- 신뢰구간

어류

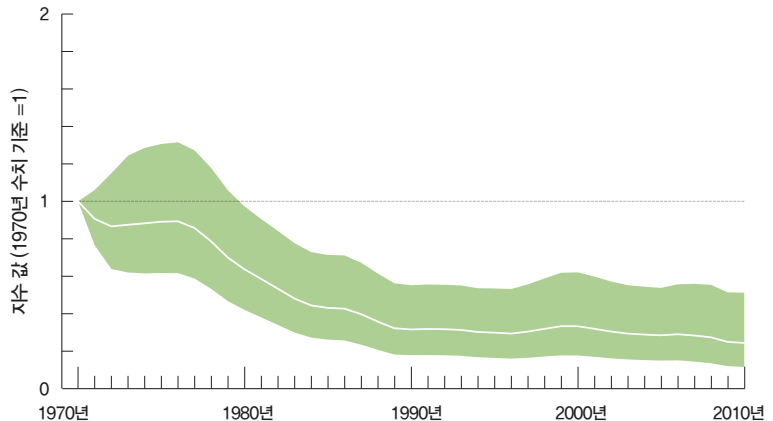
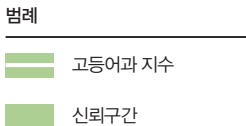
LPI에 반영된 해양어류 930종 가운데, 492종의 1,463 개체군은 어민들이 먹으려고 잡든 팔려고 잡든 관계없이 식용어류로 분류되어 있다. 이들 식용어류 전체의 LPI 지수를 보면, 개체수가 1970년부터 2010년 사이에 전세계적으로 50% 감소한 것으로 나타난다(그림 2). 식용어류 개체군 가운데 459개 개체군의 원천자료(data sources)는 이들이 멸종위기에 놓여 있음을 알려준다. 그 가장 큰 원인은 남획으로 파악되고 있으며, 그 다음으로는 서식처의 파괴/손실과 기후변화의 영향을 꼽을 수 있다.

그림 2 : 식용어류 지수.
1970년에서 2010년 사이에 50% 하강하였다
(WWF-ZSL, 2015).



지역민의 경제와 생계에 그리고 식량자원으로 중요한 어종일수록 심한 하락세를 나타내고 있다. 그 두드러진 본보기가 고등어과(scombridae)에 속하는 고등어, 다랑어, 가다랑어속(屬) 어종들이다. 17개 종의 58개 집단에 기초한 고등어과의 지수를 보면, 1970년에서 2010년 사이에 74% 감소했다(그림 3). 1976년부터 1990년 사이에 가장 급격한 감소세를 보였는데 지금까지도 전세계적으로는 회복될 기미가 보이지 않는다.

그림 3 : 고등어과(고등어, 다랑어, 가다랑어)의 지수.
1970년부터 2010년 사이에 74% 감소했다(WWF-ZSL, 2015).



기타 어종들

어류개체군에서 관찰된 양적 감소추세는 다른 해양 생물 종들에서도 동일하게 나타난다. 해양생태계들은 서로 밀접하게 상호관계를 맺고 있기 때문에 이런 감소추세는 해양의 먹이망에 영향을 끼쳐 다른 해양생태계의 기능까지 변하게 한다(McCauley et al., 2015). 세계자연보전연맹(International Union for Conservation of Nature, IUCN)의 적색목록은 멸종 위협을 받는 해양 생물 종들의 수가 늘어나고 있음을 보여준다. 그러나 이 목록에서 평가된 종들은 지금까지 알려진 종들 가운데 극히 일부일 뿐이며 많은 경우 적절한 평가를 내리기에는 자료가 불충분한 게 사실이다(그림 4). 해양 생물들이 얼마나 심각한 멸종위협에 놓여 있는지 제대로 파악하려면 해양 무척추동물에 관한 더 많은 조사와 연구가 시급하다.

우리는 생물다양성과 해양생태계가 얼마나 크게 위협받고 있는지 측정하기 위한 척도로 3개 종을 선정했다. 바로 해삼(해삼은 그나마 연구가 진행된, 몇 안 되는 무척추동물이다), 많은 종들이 위협에 처해 있으나 데이터가 부족한 상어와 가오리, 그리고 '심각한 위기'에 처해 있어 보호운동이 활발히 벌어지고 있는 바다거북이다.

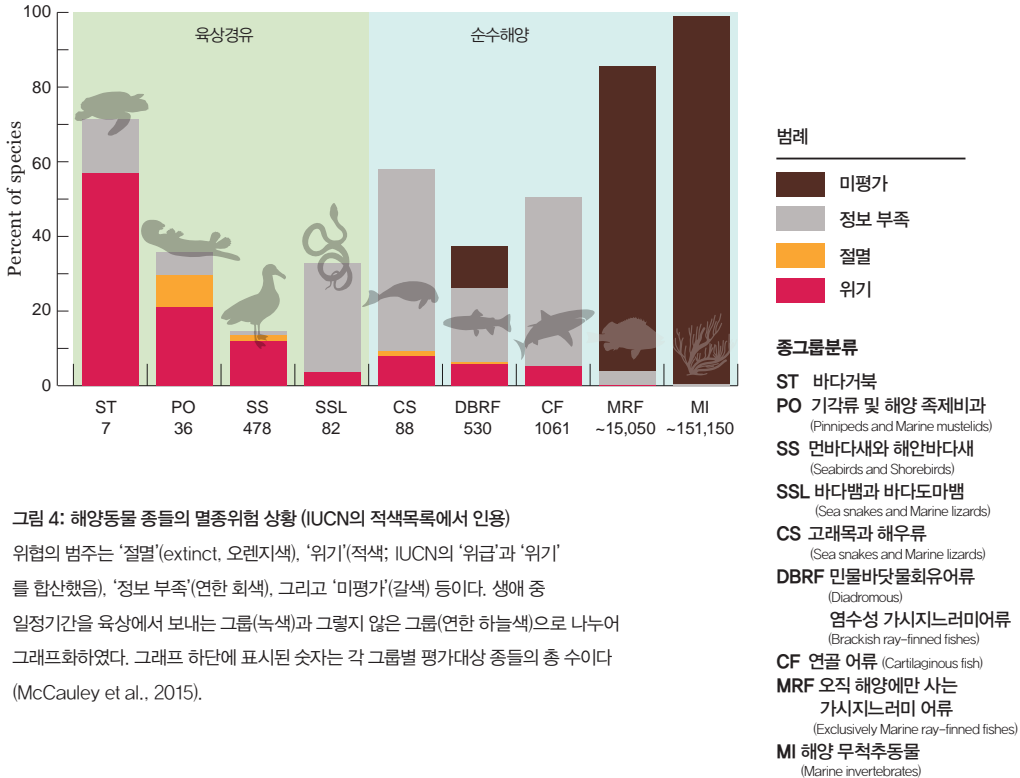


그림 4: 해양동물 종들의 멸종위협 상황 (IUCN의 적색목록에서 인용)

위협 범주는 '절멸'(extinct, 오렌지색), '위기'(적색; IUCN의 '위급'과 '위기'를 합산했음), '정보 부족'(연한 회색), 그리고 '미평가'(갈색) 등이다. 생애 중 일정기간을 육상에서 보내는 그룹(녹색)과 그렇지 않은 그룹(연한 하늘색)으로 나누어 그래프화하였다. 그래프 하단에 표시된 숫자는 각 그룹별 평가대상 종들의 총 수이다 (McCauley et al., 2015).

해삼

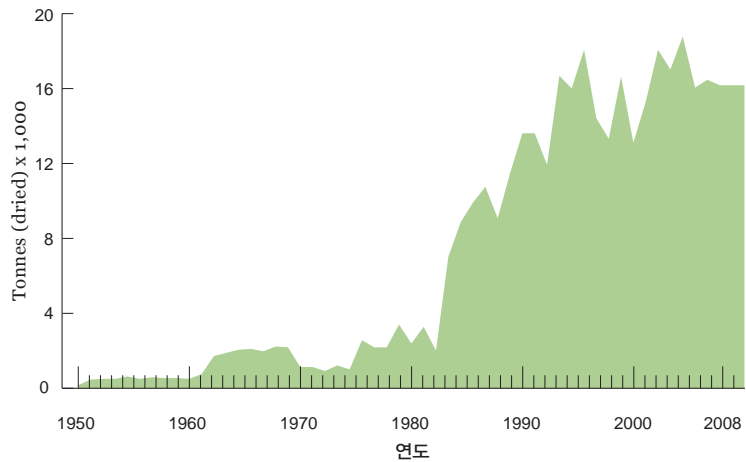
해삼은 전세계에 분포하고 있으며 70여 개 나라에서 수확되고 거래된다(Purcell et al., 2012). 해삼은 해양생태계에서 수질을 조절하고 침전물을 뒤집어 놓으며, 영양분을 재생시키고, 상업용 어류, 예를 들어 갑각류의 먹이가 된다. 또 인간에게도 고급식재료로, 특히 아시아에서 그렇다. 전세계의 해삼어업은 지난 25년 동안 엄청난 규모로 늘어났다(그림 5). 해삼이 너무 많이 남획되는 바람에 생태계에 연쇄반응이 일어났다. 해삼이 사라진 일부 바다에서는 다른 생명체들도 살기가 힘들게 된 것이다. 해삼은 해저의 모래를 뒤집어서 그 속에 든 유기물을 흡수한 후 배설하는데, 이 배설물은 해조류나 산호의 중요한 영양 공급원이다(Mulcrone, 2005).

갈라파고스의 해삼 개체수는 합법적으로 해삼어업이 시작된 1993년부터 2004년 사이에 98%나 감소했다(Shepherd et al., 2004). 이와 비슷하게 1998년부터 2001년 사이에 이집트 홍해에서는 지나친 남획으로 이 지역 해삼의 94%가 사라졌다(Lawrence et al., 2005). 2003년에 어업금지 조치가 내려졌음에도 불구하고 2002년부터 2007년 사이에 또 다시 47%가 줄었다(Ahmed and Lawrence, 2007). 몇몇 상업용 종들이 다시 돌아오고는 있지만, 그것으로 자원량이 회복되었다고는 말할 수 없다.

그림 5: FAO 자료에 근거한
전세계 해삼 수확량
(Purcell et al., 2013).

범례

■ 전세계 해삼 수확량



해삼어업 관리를 개선시키는 것이 중요하다. 관리 조처는 해삼 자원량, 해삼이 속한 생태계, 해삼어업의 사회 경제적 원인 등을 모두 고려할 필요가 있다(Purcell et al., 2013).

상어와 가오리

상어와 가오리는 연안이나 공해를 막론하고 전세계적으로 광범위하게 잡히는 어종이다. 상어와 가오리만 잡기도 하지만, 때로는 의도치 않게 잡히거나 혼획(混獲, bycatch) 되는 경우도 많다(Dulvy et al., 2014). 세계적으로 상어와 가오리 및 연관종(예: 홍어)의 어획량은 1950년대에서 2003년까지 사이에 세 배 이상 늘어났고 그 이후부터는 감소추세에 있다(Dulvy et al., 2014). 이는 조업규제가 성공해서가 아니라 이 어종들의 개체수가 워낙 줄어든 결과이다(Davidson et al., 2015). 대부분의 상어, 가오리 어업이 규제 없이 행해지므로, 실제 어획량은 자료로 보고된 수치의 3~4배는 될 것이다(Clarke et al., 2006; Worm et al., 2013).

상어, 가오리, 홍어는 네 종 가운데 한 종 정도가 멸종 위기에 처해 있다. 주로 남획 때문이다(Dulvy et al., 2014). 상어와 그 친척별인 어류들은 모든 척추동물 가운데 성숙기가 가장 늦고 따라서 번식이 가장 더딘 동물에 속한다(Cortés, 2000). 그렇기 때문에 이들 종은 남획에 특히 취약하다.

상어의 종들 중 상당수는 먹이사슬의 정점에 있는 육식동물이다. 나머지 종들은 여과 섭식자(filter feeder)이거나 낮은 단계의 육식동물이다. 상어 개체수의 감소가 미치는 영향에 대해서는 아직 연구가 진행 되고 있지만, 이로 인해 생태계 건강에 끼치는 악영향에 대한 우려의 목소리가 높다. 최상위 포식자가 사라진 생태계는 극심한 파괴를 겪는다는 것이 과학자들의 연구결과이다(Estes et al., 2011).

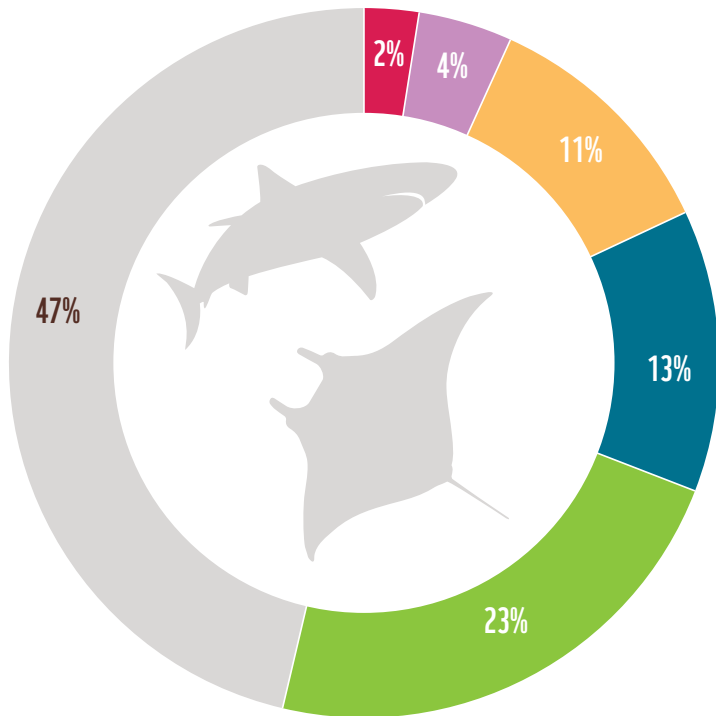


그림 6 : 절멸위기에 처한 상어와 가오리 종들: 정보가 부족한 종들의 7% 정도 또한 위기 종인 것으로 추정된다 (Dulvy et al. 2014).

- 범례
- 위급 (Critically Endangered; CR) 25개 종
 - 위기 (Endangered; EN) 43개 종
 - 취약 (Vulnerable; VU) 113개 종
 - 준 위험 (Near Threatened; NT) 129개 종
 - 관심 대상 (Least Concern; LC) 229개 종
 - 정보 부족 (Data Deficient; DD) 465개 종

바다거북

바다거북은 지구의 모든 열대 및 아열대 해역에 서식하고 있다. 흔히 알을 낳을 곳을 찾아 서식처를 떠나 수천 km를 이동한다. 그리고 생애단계—갓난 새끼, 청년기, 성체가—에 따라 서식처를 바꾼다. 바다거북은 식용으로 소비되거나 어업 때 부수적으로 잡히는 것(흔획) 외에 기후변화, 해양쓰레기, 알을 낳을 해변의 상실 등 수많은 압력에 시달리고 있다.

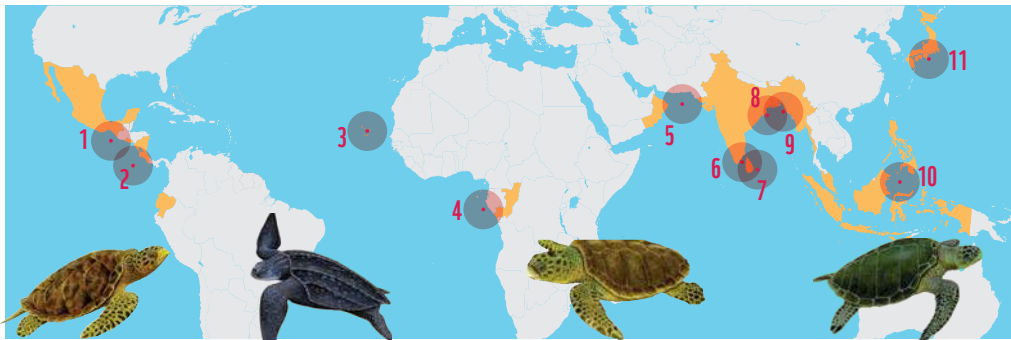
그렇기 때문에 바다거북의 현황을 파악하는 일이 쉽지 않다. 현재 IUCN의 적색목록은 4개 종—매부리바다거북(hawksbill), 캄프각시바다거북(Kemp's ridley), 푸른바다거북(green), 붉은바다거북(loggerhead)—을 위기 또는 위급 종으로 분류한다. 그리고 올리브각시바다거북(olive ridley)과 장수바다거북(leatherback)은 취약 종으로, 납작등바다거북(flatbacks)은 정보부족 종으로 분류한다. 그러나 이 분류는 전지구적 지수로, 모든 지역에 일반화시킬 수는 없다. 그만큼 지역별 편차가 심한 실정이다. IUCN의 바다거북전문가그룹(MTSG)은 최근 새로운 접근 방식으로, 지역관리단위(RMU, Regional Management Unit) 제도를 창안했다(Wallace et al., 2010).

2013년에 MTSG는 이 방식을 이용해 장수바다거북을 재평가했다. 7개 아집단(subpopulation), 다시 말해 지역관리단위 가운데서, 4개 종이 '위급 종'으로 평가되었고, 두 군데는 평가를 내릴 만큼 충분한 데이터가 나오지 않았다. 위의 4개 종 중에는 지난 3대에 걸쳐 97%가 감소했던 동태평양 RMU의 장수바다거북이 포함돼 있다. 그러나 북서대서양 RMU의 장수거북 집단은 수십 년에 걸친 보전 노력 덕택으로 드디어 '관심 대상' 종으로 평가되었다. 이런 개별적, 분산적 목록방식은 한 개 종을 한 군데 목록화하는 평가방식에 비해 장수바다거북의 실태를 훨씬 더 현실에 가깝게 보여준다. 다른 종들도 지금 RMU 방식으로 재평가되는 중이다. 그 결과가 나오면 보다 정확한 실태를 알 수 있을 것이고 보호운동의 우선 순위도 정해질 수 있을 것이다.

그림 7: 멸종 위험이 가장 높은 바다거북 11개 아집단. 전문가그룹이 관찰한 RMU별 위험수준과 기준지식을 바탕으로 확인한 결과이다.

범례

- 바다거북의 주요 서식처 포함 국가
- 바다거북 집단의 주 서식처



매부리바다거북
(Hawksbill turtles)

1 4 7 10

대서양 동부, 인도양 북동부
서태평양, 동태평양

주 산란장소 :
중국, 인도, 인도네시아,
상투메프린시페, 스리랑카,
방글라데시, 말레이시아, 필리핀

장수바다거북
(Leatherback turtles)

2

동태평양

주 산란장소 :
멕시코, 니카라과,
코스타리카

붉은바다거북
(Loggerhead turtles)

3 6 11

북태평양

대서양 북동부
인도양 북동부

주 산란장소 :
카보베르데, 방글라데시,
미얀마, 일본

올리브각시바다거북
(Olive ridley turtles)

5 8 9

인도양 서부
대서양 북동부
인도양 북동부

주 산란장소 :
인도, 스리랑카, 오만

Turtle illustrations adapted from Conservation International/Cesar Landazzabi

서식처

인간의 착취와 남획이 해양 생물 중 감소의 주 원인으로 확인되었지만 서식처가 사라지거나 파괴되는 상황 또한 중대한 위협 요인이다. 따라서 산호초, 해초 지대, 맹그로브 숲 등 3가지 주요 해양생태계의 추이를 살펴보고자 한다. 그리고 이 3가지 외에도 북대서양의 심해생태계와 남극 지역의 극지생태계 등 2가지 해양생태계를 더 살펴볼 것이다.

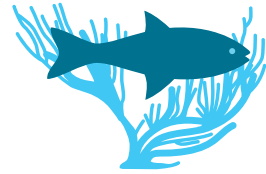
산호초

산호초는 지구에서 생물학적으로 가장 풍요롭고 생산적이며 경제적으로 가치가 큰 생태계를 이룬다. 모든 해양 생물 중의 25% 이상이 산호초를 서식처로 삼고 있지만, 산호초의 면적은 지구 전체 바다면적의 0.1%도 안 된다. 프랑스 국토 넓이의 반 정도에 불과하다 (Spalding et al., 2001).

세계적으로 8억5천만 명 정도가 산호초로부터 반경 100km 이내에서 살면서 산호초로부터 직접적으로 경제적, 사회적, 문화적 혜택을 누린다(Burke et al., 2011). 산호초는 수억 인구의 먹거리로서 경제적 가치가 높은 중요한 여러 생물 종들의 삶을 지탱한다. 또한 침식과 폭풍으로부터 해안을 보호하며, 어업, 관광업, 여가스포츠 산업을 통해 일자리와 소득을 만들어낸다.

현재 전세계 산호초의 4분의 3이 '위험'받고 있다(Burke et al., 2011). 어업의 증가, 해안 농업, 해안림 벌채, 해안 개발, 해운 등으로 생기는 오염수, 그리고 지구온난화로 인한 해수의 온도상승과 산성화 등 여러 가지 압력을 받고 있다. 현재 예측되는 수준으로 수온상승과 산성화가 진행된다면, 지구상의 산호초는 2050년경이면 모두 사라질 것이다 (Hoegh-Guldberg et al., 2015).

최근의 연구에 따르면 열대지방의 산호초들에서는 지난 30년 동안 산호가 반 이상 줄었다고 한다(Hoegh-Guldberg, 2015). 그림 8은 1970년대 이후 인도양-태평양과 카리브해의 산호 덮개가 대규모로 퇴화했음을 보여준다. 이러한 퇴행현상은 산호초 자체는 물론 산호초가 지탱해주는 공동체들과 지역경제의 안전을 위협한다.



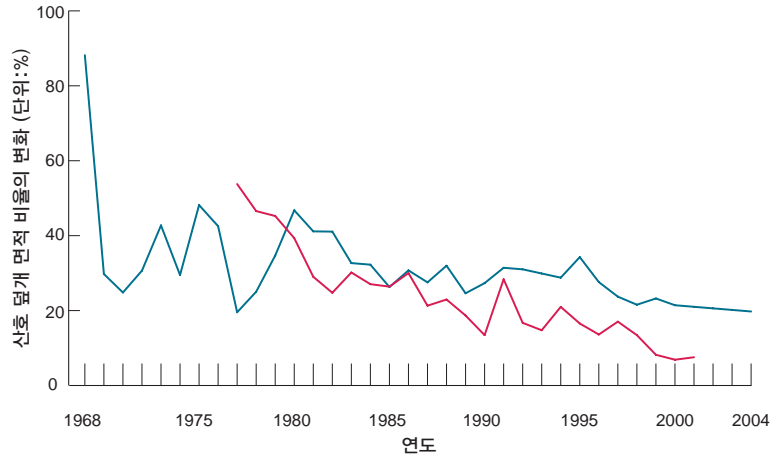
>25%

모든 해양 생물 중의 25% 이상이 산호초를 서식처로 삼고 있지만, 산호초의 면적은 지구 전체 바다면적의 0.1%도 안 된다. 프랑스 국토 넓이의 반 정도에 불과하다.

그림 8: 장기간에 걸쳐 일어난 산호 덮개 면적의 변화 : 인도양, 태평양, 카리브 해 (Bruno & Selig, 2007; Jackson et al., 2014).

범례

- 인도양-태평양
- 카리브 해



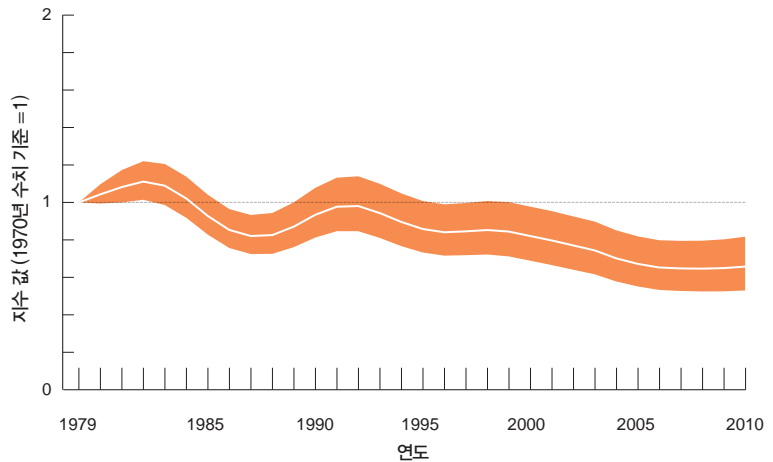
LPI 데이터베이스에 포함된 930개 어종 가운데 352개종이 '산호초와 결부된(산호초 또는 그 근처에 살거나 먹이활동을 하는)' 종들로 분류되며, 이들이 이루는 집단 수는 2,501개이다. 이들 '산호초와 결부된' 종들과 그들 집단만의 지수를 따로 살펴보면, 1979년에서 2010년 사이에 34%가 감소한 것으로 나타난다(그림 9).

'산호초와 결부된' 많은 어류, 예컨대 농어과의 여러 종들은 상업적으로나 지역민의 식생활을 위해서 중요하다. 대다수 어류군에 공통적인 주 감소요인은 남획이지만 서식처의 파괴나 상실, 기후변화, 그리고 외래종의 침투도 중요한 요인으로 파악된다.

그림 9: '산호초와 결부된' 어류 종들의 지수, 1979년에서 2010년 사이에 34% 감소 (WWF-ZSL, 2015).

범례

- '산호초와 결부된' 어류 종들의 지수
- 신뢰구간



해초

해초지는 광범위한 생태계 서비스를 제공한다. 침전물을 흡수해 해저(海底, seabed)를 안정시키고(Gillis et al., 2014) 듀공(dugong), 매너티(manatee), 푸른바다거북(green turtle) 등에게 먹이를 제공하며, 상업적으로 중요한 각종 어류의 서식처가 되어준다(Orth et al., 2006). 그리고 이들은 막대한 양의 탄소를 저장한다. 푸르귀린(Fourqurean) 연구팀은 2012년에 해초지가 1km²당 83,000톤의 탄소를 저장할 수 있는 것으로 추산하였는데, 이는 전형적인 지상 초원의 2배가 넘는다..

해초지의 면적은 지난 세기 동안 약 30% 감소하였다. 웨이코트(Waycott) 연구팀은 2009년에 해초지 서식처들의 상태를 측정하기 위하여, 전세계 215군데의 표본을 평가했다. 1879년부터 2006년까지 세계 도처의 해초지 표본들을 총 1,128회 관찰했는데, 매년 평균 1.5%씩 면적이 줄어들어, 지난 127년 동안에 총면적 3,370km²의 해초지가 표본지역들에서 줄어든 것으로 나타났다(그림 10 참조).

이러한 수치들을 토대로 전세계 해초지의 실태를 추정해 보면, 1879년 이후 세계의 해초지는 51,000km² 이상이 사라졌으며, 이는 해초지 전체 면적의 29%에 달한다. 현재 지구상의 해초지 면적은 177,000km²로 추산된다(Waycott et al., 2009).

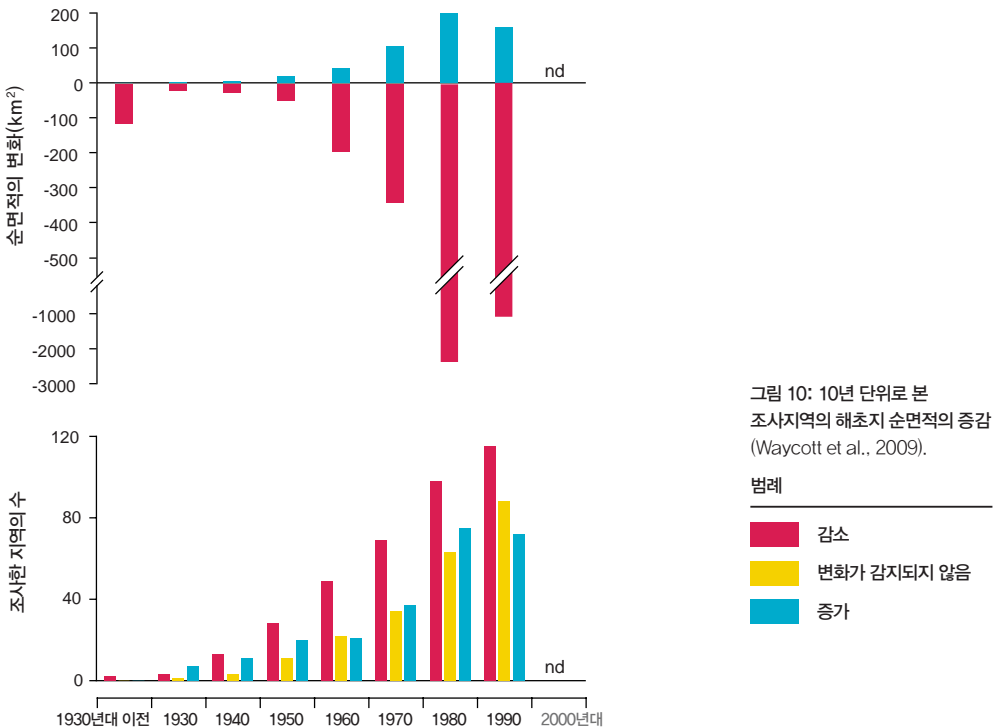


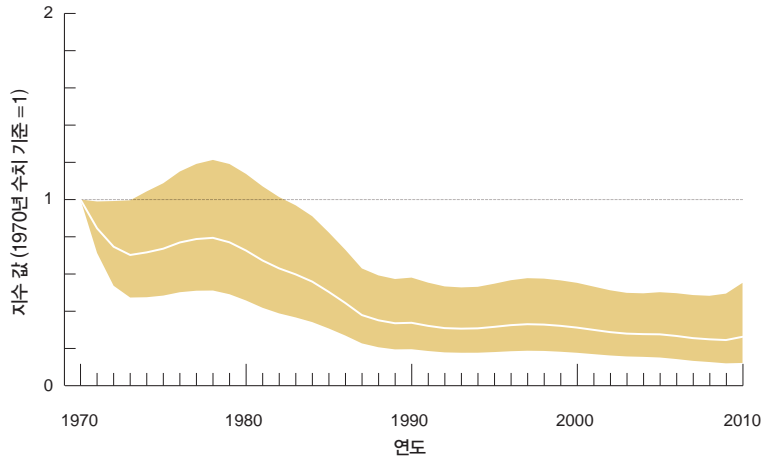
그림 10: 10년 단위로 본 조사지역의 해초지 순면적의 증감 (Waycott et al., 2009).

- 범례
- 감소
 - 변화가 감지되지 않음
 - 증가

그림 11: 해초 서식처 내 어류
지수. 1970년에서 2010년 사이
70% 감소(WWF-ZSL, 2015).

범례

- 해초지와 결부된 어종의 지수
- 신뢰구간



런던동물학회(ZSL)는 232개 종의 350개 집단을 표본으로 하여 해초지에서 발견되는 어류에 관한 지수를 계산해냈다. 이에 따르면 1970년부터 2010년 사이에 70%가 넘는 엄청난 감소 현상이 일어났다(그림 11). 그리고 LPI를 도출해 낸 기초자료들을 보면 남획이 해초지에 서식하는 개체군에 대한 주 위협요인이고 그 다음 요인은 서식처의 퇴화/변화된 것으로 확인된다. 그리고 오염은 앞서 논의한 바 있는 산호초 및 그와 결부된 어류보다 해초지 서식 어류에서 더 높은 위협으로 작용하는 것으로 확인된다(WWF-ZSL, 2015).

맹그로브 숲

맹그로브 나무는 전세계 123개 나라에 존재하는 것으로 알려져 있다. 그러나 단 5개 나라(인도네시아, 오스트레일리아, 브라질, 나이지리아, 멕시코)에 전세계 맹그로브 숲의 거의 절반(45.7%)이 분포하고 있다(Spalding et al., 2010). 맹그로브 숲은 어류, 파충류, 양서류, 포유류, 조류의 부화장이자 양육장이며 영양 공급원이자 쉼터이다(Nagelkerken et al. 2008). 맹그로브 숲은 인간에게도 다양한 혜택을 제공한다: 재화 공급 서비스(빨갭, 목재, 고기잡이, 기타 삼림산물), 조절 서비스(해안 보호, 탄소흡수저장, 해초지와 같이 육지에서 흘러내리는 침전물이나 과잉영양분 흡수 및 조절), 문화 서비스(여가, 생태관광, 정신 휴식)이다(UNEP, 2014).

세계적으로 1980년에서 2005년 사이에 지구는 맹그로브 덮개를 약 20%나 잃어버렸다. 18,794,000헥타르이던 것이 15,231,000헥타르로 줄어, 거의 360만 헥타르가 사라진 것이다(그림 12). 이런 손실의 주원인은 인간이 맹그로브 숲을 수중양식장, 농경지, 사회간접자본과 관광시설 설치 등 다른 용도로 전환하면서 해안지대에 점점 더 높은 압박을 가했기 때문이다(FAO, 2007).

1980년부터 1990년 사이, 지구의 연간 맹그로브 상실률은 1.04%였다. 그런데 2000년부터 2005년 사이에는 0.66%로 줄어들었다(FAO, 2007). 많은 나라들이 맹그로브의 중요성을 깨닫고 보호, 관리, 되살리기에 힘쓴 결과이다. 법으로 보호하고, 자연 스스로 회복하고, 식수 프로그램을 벌이자, 쿠바, 푸에르토리코, 방글라데시의 순다반스(Sundarbans) 보호림 등지에서 맹그로브 덮개가 현저하게 넓어졌다(FAO, 2007).

어류집단들에게 있어서 맹그로브 숲이 가지는 중요성은 의문의 여지가 없다. 무수한 생물 종들이 이곳을 그들의 보육원으로 삼고 있는 것 하나만 보아도 확실하다. 하지만 데이터가 불충분하기 때문에 맹그로브와 결부된 생물 종들에 관한 지수는 아직 도출해 낼 수가 없다. 이들 생물 종들과 맹그로브 숲의 상태 사이에 어떤 상관관계가 있는지 앞으로 더 많은 연구가 필요하다.

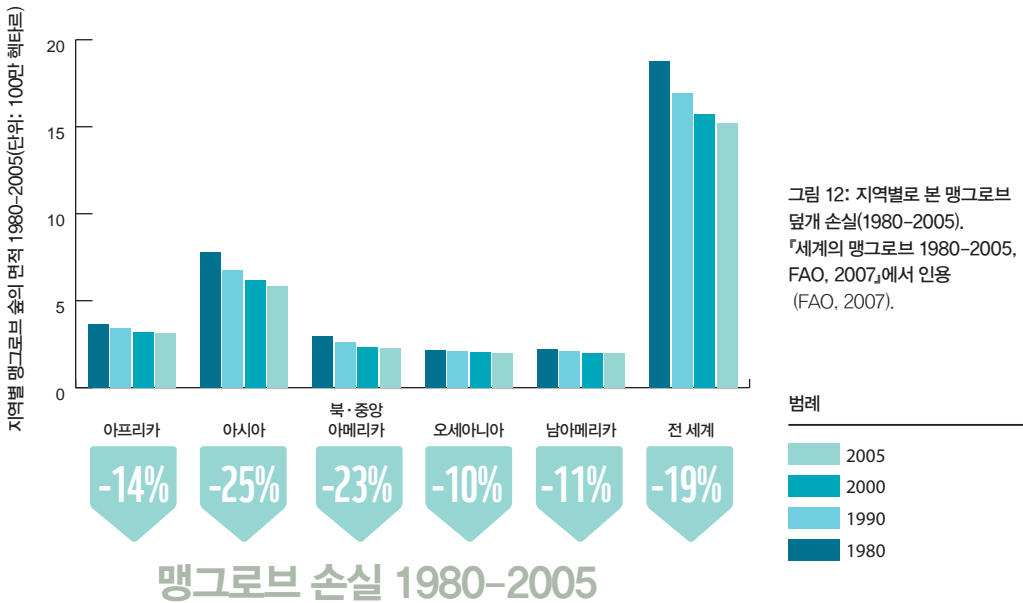
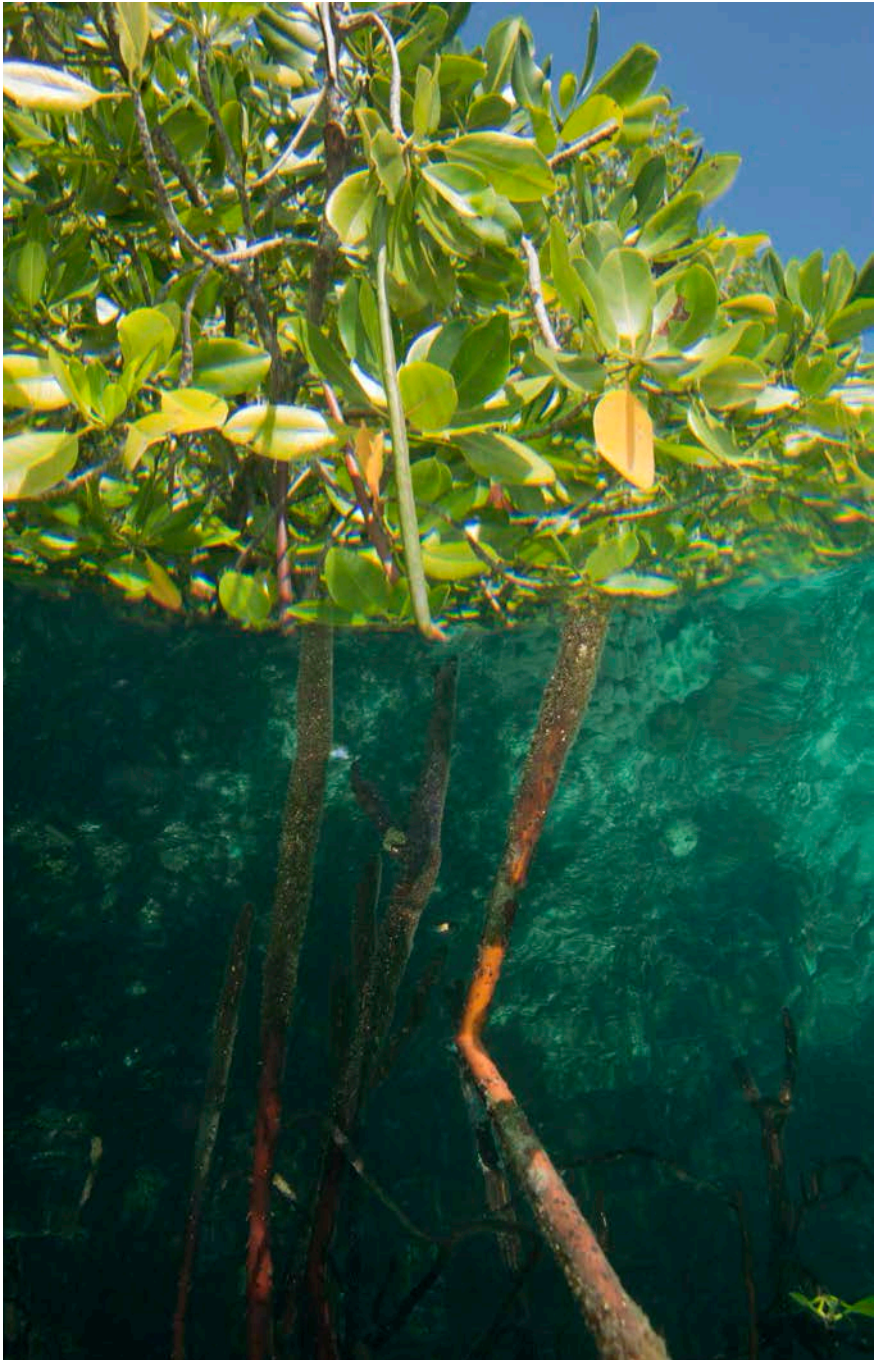


그림 12: 지역별로 본 맹그로브 덮개 손실(1980-2005). 「세계의 맹그로브 1980-2005, FAO, 2007」에서 인용 (FAO, 2007).



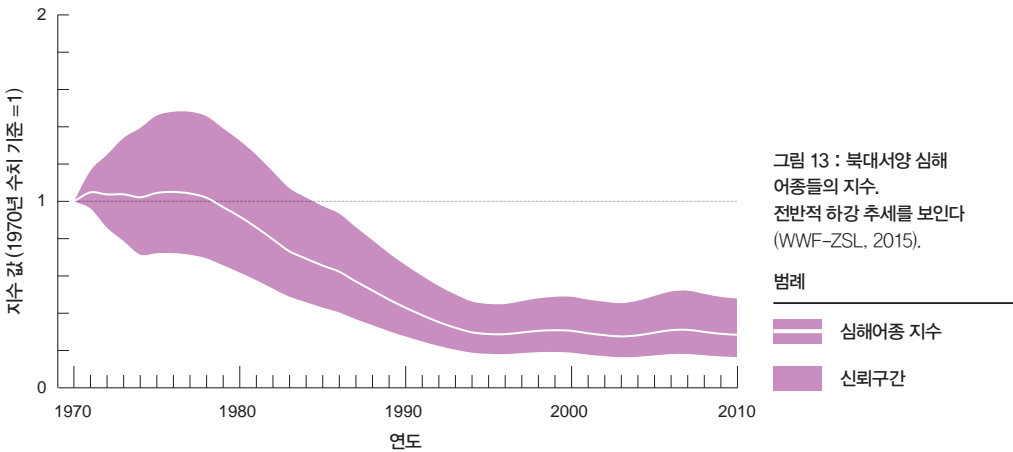
맹그로브는 고기들에게 부화장이자 보육장이 된다. 해안선을 보호해줄 뿐 아니라 탄소를 저장해 준다. 그러나 1980년에서 2005년 사이에 전세계 맹그로브 숲 중 1/5이 사라졌다.

심해 서식처 : 북대서양

중요한 해양생태계는 열대지방에만 있는 게 아니다. 해산(海山)이나 심해 산호 등 심해 서식처, 남북극의 바다와 얼음 등의 극지 서식처도 지구 해양생태계의 주요 구성원이다. 이런 서식처들에 대한 데이터는 매우 제한돼 있지만, 이들 역시 극심한 압력과 변화에 직면하고 있다는 증거가 있다.

북대서양은 세계에서 가장 풍요로운 해양들 중 하나이다. 고래와 거북이가 이곳 바다를 헤엄치고, 물개와 바닷새 그리고 수많은 상업적으로 중요한 어종들이 쉬고, 새끼를 기르고, 먹이를 얻는 터전이다. 북대서양은 한류성 산호섬이라든가 열수분출공(hydrothermal vent) 같은 특이한 환경으로 인해 다양하고도 생산적인 서식처를 갖춘 바다다. 이렇게 서식처가 많고 자원도 풍부하기 때문에, 북대서양은 서유럽 연안국가들의 수많은 해안 지역사회와 경제와 안녕에 결정적으로 중요하다.

북대서양의 심해 어종 지수는 25개 종의 77개 집단을 토대로 만든 것이다(그림 13). 이 지수는 지난 40년 동안에 72% 감소했다. 그나마 후반 20년 동안은 어느 정도 안정성을 보였지만 그것이 회복의 징후라고 할 수는 없다.



북대서양에는 VME, 즉, 다수의 취약해양생태계(Vulnerable Marine Ecosystems)가 분포되어 있다. 이곳의 개체군, 군집, 서식처들은 그들이 가진 물리학적, 생물학적 특성 때문에 어로 행위 특히 바닥을 긁는 저인망 어업에 취약하다(FAO, 2009). 이런 취약한 어장에서 바다 바닥을 훑으며 표적 어종을 과도하게 잡아내는 만큼 이곳의 해양 자원과 생태계는 손상을 입을 수밖에 없다.

극지 서식처 : 남극해

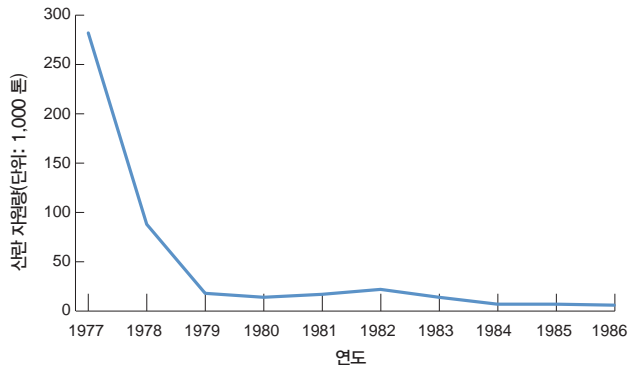
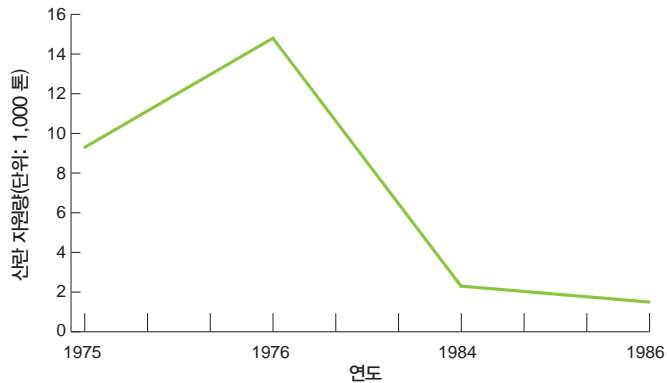
풍요로운 남극해의 몇몇 어류집단은 육지에서 멀리 떨어져 있음에도 기록상으로는 가장 급격한 감소세를 체험해야 했다(WWF, 2014). 어류에 관한 데이터가 제한돼 있어서 남극해에 대한 믿을 만한 전반적인 지수는 산출할 수가 없다. 그러나 그림 14에서 보듯이 일대에서 어업이 늘어남에 따라 1970년대 말 몇몇 상업 어종의 개체군 크기가 대폭 감소했음을 알 수 있다(CCAMLR, 2013b). 남극해에서 특히 문제되고 우려되는 것은 불법·비보고·비규제(IUU) 어업이다(Osterblom and Bodin, 2012; CCAMLR, 2013a).

1982년에 남극해양생물자원보존위원회(Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, CCAMLR) 사무국이 설립된 이후, 지속 불가능 수준의 어업이 대폭 줄어든 건 사실이다(그림 16). 예를 들어 로스 해에 서식하는 이빨고기(toothfish)는 원래 생물자원량의 50% 유지를 목표로 관리되는 종이다(그림 15). 이 유지 한도는 이빨고기 자원이 고갈될 위험을 최소화하면서 동시에 상업적 어로를 가능케 하는 임계점이다. CCAMLR은 생태계에 기반을 둔 관리체계를 채택했고, 그 결과 IUU 어업과 바닷새 혼획을 현저하게 줄이는 데 성공했다.

그림 14 : 남극해의 두 가지 상업어종 개체군 크기의 변화 추세. 1970년대 후반 급격히 감소 (CCAMLR, 2013b; Duhamel et al., 2011).

범례

- 대리석무늬 암초 대구 (남 오크니 섬)
- 악어머리 빙어 (남 오크니 섬)



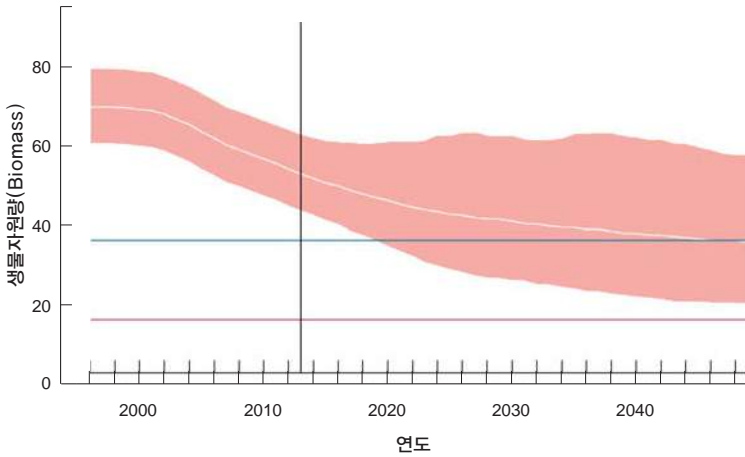


그림 15 : 로스 해 남극 이빨고기 (toothfish) 개체군의 추세. 현재 총 생물량 50%를 목표로 관리 중이다.

- 범례
- 산란 자원량 추정치
 - 신뢰구간: 10~90%
 - 자원량 50% 한계선
 - 자원량 20% 한계선

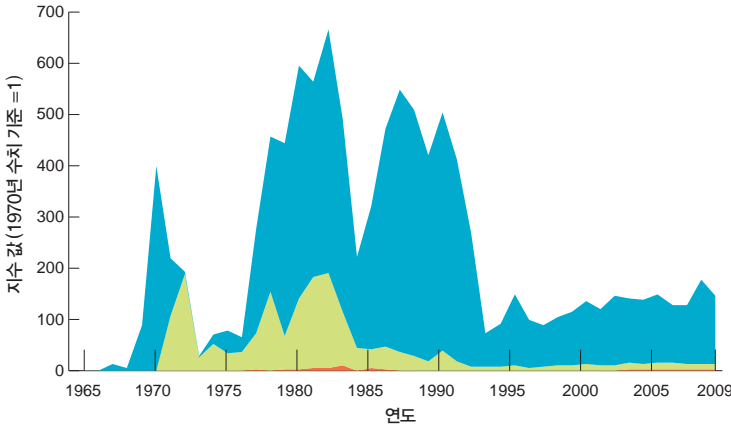


그림 16 : 남극해에서의 연간 어획량(단위: 1,000톤). 어류와 크릴새우를 합한 연간 어획량임. CCAMLR 출범 이후 크게 줄어든 것으로 나타남 (FAO 2013-2015에서 인용).

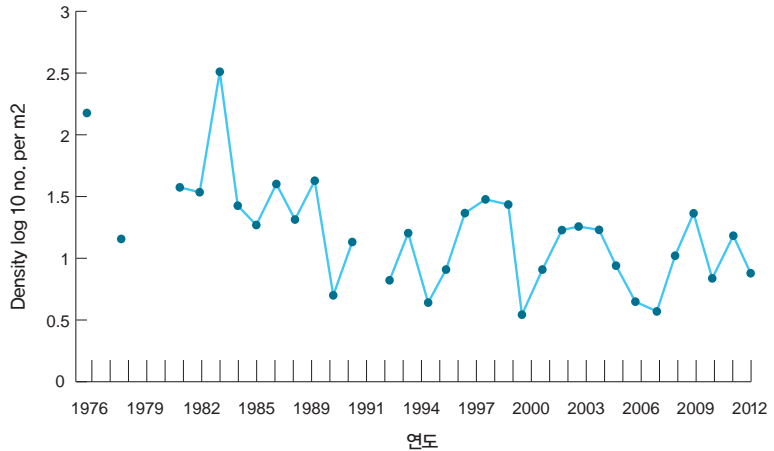
- 범례
- 태평양, 남극해 (88 어획구역)
 - 인도양, 남극해 (58 어획구역)
 - 대서양, 남극해 (48 어획구역)

남극 크릴

남극 크릴새우(*Euphausia superba*)는 남극해 먹이사슬의 핵심이다. 고래, 펭귄, 어류 등 많은 해양 생물 종들이 크릴을 먹고 산다. 남극 크릴의 번성 여부는 환경 조건에 크게 좌우된다. 예를 들어 여름에 식물성 플랑크톤이 얼마나 많이 발생하는지, 겨울에 얼음 조류(ice algae)를 발생시키는 해빙의 면적이 어느 정도인지가 결정적으로 작용한다(남극 해양생물자원보존위원회(CCAMLR), 2015). 불확실성이 너무 커서, 수치로 제시하는 데 무리가 있긴 하지만 남극 크릴 어업의 대부분이 이루어지는 남극해 남서부 일대는 1980년대 크릴의 밀도가 확실히 낮아졌다(그림 17).

이 일대는 최근 수년간 남극해에서 수온이 가장 크게 상승한 수역이다(Gille, 2002). 남극 반도는 지구에서 가장 빨리 따뜻해지는 지점 중 하나다(Turner et al., 2009). 그래서 겨울철 결빙 범위가 줄어들어 남극 크릴이 감소한 게 아닌가 생각된다. 앞으로도 수 년간은

그림 17 : 유충기를 넘긴 성체 남극 크릴 밀도(m² 당 개체수) 동경 10° ~ 서경 90° 범위 (Atkinson et al., 2014).



더욱 따뜻해질 것이고 바닷물의 산성화도 진행될 것이므로 크릴이 받는 영향은 더 커질 수밖에 없다(Kawaguchi et al., 2013, Hill et al, 2013). 이에 따라 크릴새우의 감소가 남극해의 먹이망에 악영향을 미칠 것이라는 우려가 커지고 있다.

크릴은 상업 어선들에 의해 잡힌 뒤 양식 어류나 가축의 사료 또는 오메가-3 건강식품의 원료로 가공된다. 2013/14년도의 크릴 어획량은 294,000톤 내외로 어획량이 보고되기 시작한 1991년 이후 최대 어획량이다. 크릴 어업에 대한 관심은 계속 높아지고 있다. 남극해양생물자원보존협약(CCAMLR)은 잠정적 조치로 우선 62만 톤, 즉 남극 어장의 크릴 생물자원량(biomass)의 1%를 포획 한도로 정했다.

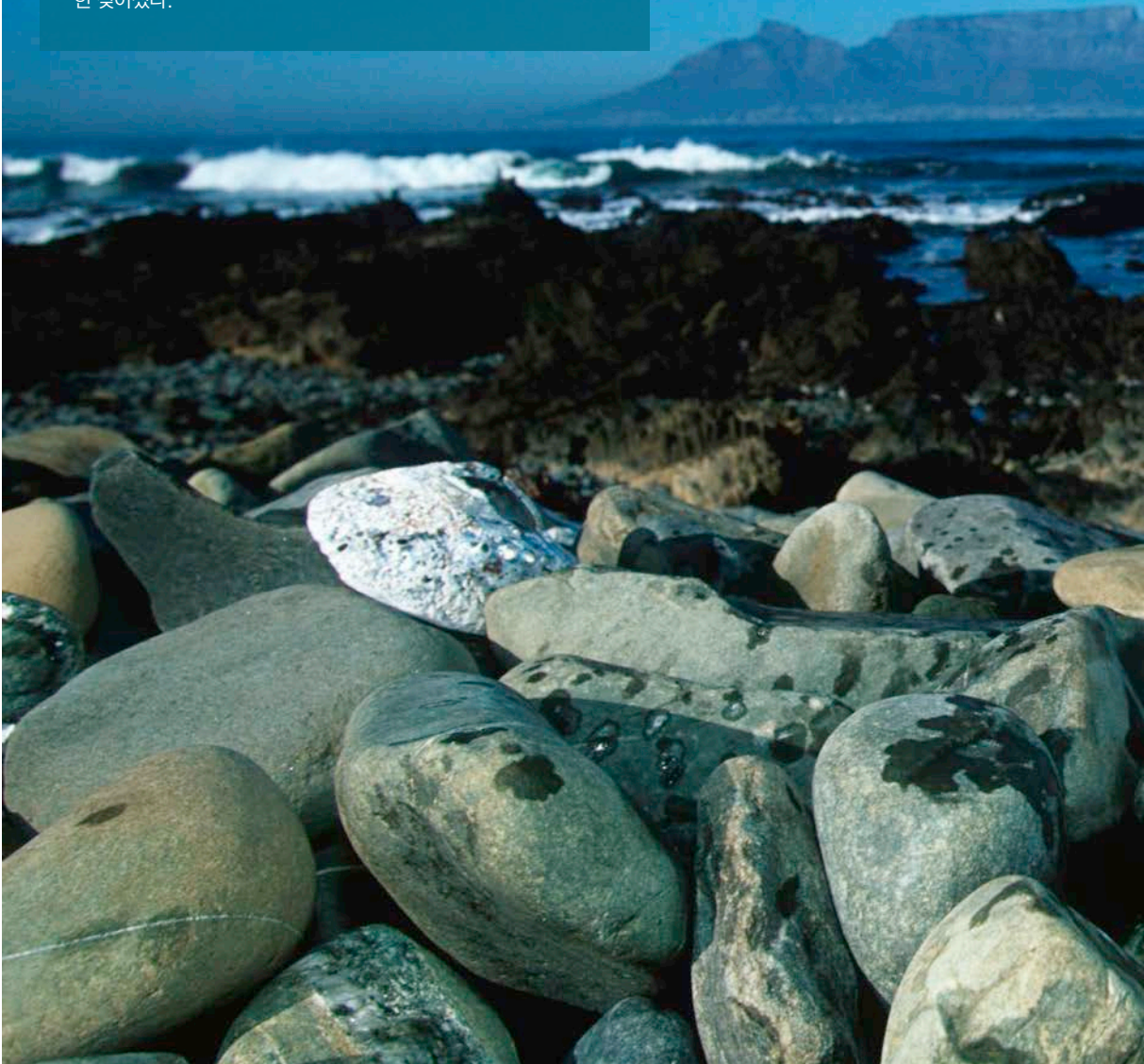
기후변화와 크릴

크릴은 기후변화와 관련된 여러가지 영향에 취약하다:

- 해빙(海氷, sea ice)은 남극 크릴이 겨울을 나는 피난처 역할을 한다. 해빙은 크릴의 먹이인 해조류의 서식처이기도 하다(ACE, 2009).
- 크릴은 한류성 생물종이다. 찬물에서 빨리 자라며 따뜻한 물에서는 성장이 느려지거나 아예 멈춘다(Hill et al., 2013).
- 대기 중의 이산화탄소(CO₂) 양이 늘어남에 따라 바닷물에 용존하는 이산화탄소 양도 늘어나 결과적으로 바닷물의 산성도가 높아지고 있다. 이것은 크릴에게 결정적 위협이다. 왜냐하면 산성 바닷물에 크릴의 외골격이 손상을 입기 때문이다. 그래서 앞으로 100년 동안에 남극해 크릴 집단은 대폭 감소할 가능성이 있다(Kawaguchi, et al, 2013).

제2장 압력에 시달리는 우리 바다

남아프리카의 웨스턴 케이프 주에 있는 로벤 섬. 유조선이 흘린 기름을 흠뻑 뒤집어쓴 아프리카 펭귄(jackass penguin)이 외로이 서 있다. 기름 유출은 바닷새뿐 아니라 다른 모든 해양 생물에게 치명적일 수 있다. 해양 석유채굴과 수송이 늘어나면서 기름 유출사고 또한 잦아졌다.





압력에 시달리는 우리 바다

과거 몇 세기에 걸쳐 우리는 바다를 무한한 식량공급원이자 편리한 쓰레기통으로 취급했으며, 하도 광대무변하여 우리가 무슨 짓을 해도 아무 영향도 받지 않는다고 생각해왔다. 그러나 불과 몇십 년 만에 바다도 한계가 있으며 바다를 구성하는 많은 중요한 요소들이 가진 지속 가능성의 경계선을 침범했음을 명백히 알게 되었다. 제1장에 제시된 여러 자료는 고통 받는 우리 바다의 실상을 잘 보여준다. 해양 생물 중 개체군의 크기와 수가 급격하게 줄었고, 광대한 면적의 중요한 서식처들이 파괴되거나 쇠퇴했는데, 이러한 변화가 어떤 결과를 가져오는지 이제 겨우 이해하기 시작했다.

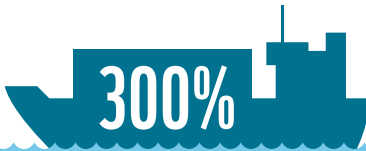
바다를 이런 지경에 빠트린 것은 모두 인간의 소행이다: 남획, 각종 채굴산업, 해안 개발과 오염, 해수온도 상승과 산성화를 촉진하는 온실가스 배출 등과 같은 행위들 때문이다. 앞으로 우리가 바다에 가하는 압력을 개별적으로 설명하겠지만, 바다가 실제로 받는 압력은 한 번으로 끝나지 않고 계속 누적된다는 것을 염두에 두어야 한다. 예를 들어 어떤 생태계가 오염과 개발로 손상되고 파편화되면, 그 생태계는 남획으로 인한 손상에서 회복되는 속도가 훨씬 느려지고 기후변화가 주는 악영향으로부터의 복원력도 훨씬 떨어진다.



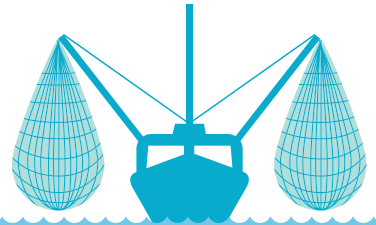
전세계 1인당 평균 어류소비량은 1960년대에 9.9kg에서 2012년에는 19.2kg으로 늘었다 (FAO 2014b).



2050년이면 세계 인구는 20억이 더 늘어나 96억이 될 것이다. 또 그 늘어난 인구는 해안도시에 집중될 것이다 (FAO 2014)

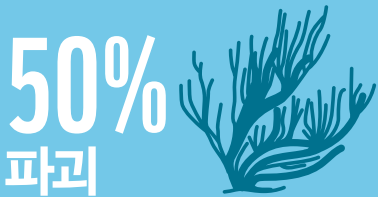


지난 20년 동안 선박교통량이 300% 늘어나 4배가 됐다. 주로 인도양과 서태평양에서 늘었다(Tournadre, 2014).



\$140-350억

남획을 부추기는 보조금은 미화 140~350억 달러로 추정된다. 그것도 주로 선진국에서 실시된다. 그러나 지금 전세계의 어선 규모는 바다가 지속 가능하게 감당할 수 있는 한계를 이미 2~3배 넘었다(Sumaila et al., 2010, 2013; Nellemann et al., 2008).

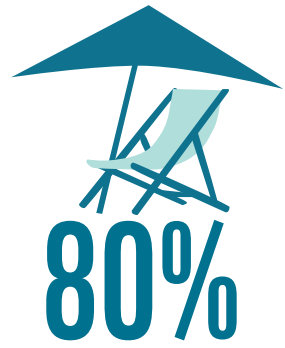
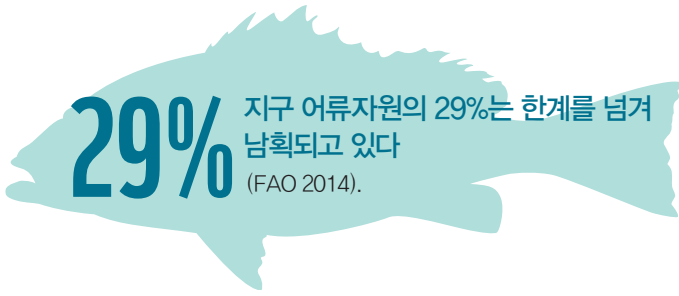


산호의 절반과 해초류의 1/3이 사라졌다 (Hoegh-Guldberg et al., 2015).



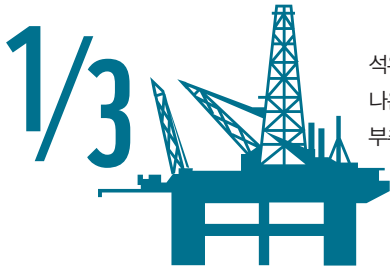
3-5°C
해수온도가 올라간다(2100년까지)

해수온도가 현재 추세로 계속 올라가면 산호초는 2050년이면 모두 사라진다(IPCC, 2013).



전체 관광자원의 80%는 바다를 접하고 있다

(Honey and Krantz, 2007).



석유와 가스의 1/3 이상이 근해에서 나온다. 수요는 자꾸 늘어 심해 채굴을 부추긴다(Maribus, 2014).



맹그로브 숲의 파괴는 전세계 평균 삼림파괴보다 3~5배나 많다 (UNEP, 2014).



중간 크기의 유람선이

일주일간 항해하면

하수(sewage) 795,000리터,
중수(grey water) 380만 리터,
유해 폐기물 500리터,
선저폐수 95,000리터,
쓰레기 8톤이 나온다.

승객수 2,200명, 승무원수 800명 기준 (Copeland, 2008).



8백만 톤의

플라스틱 쓰레기가 매년 바다에 버려진다. 지구 해안선 1m마다

15개의 대형 쓰레기 봉투가

버려진 셈이며, 2025년이면 배로 늘 것이다(Jambeck et al., 2015).

남획

“대구, 청어, 정어리, 고등어 등 바다의 어류자원은 무한합니다.” 1883년 런던에서 열린 수산물박람회장에서 토마스 H. 헉슬리(Thomas H. Huxley)가 한 연설이다. “다시 말하자면, 우리가 무엇을 하든 물고기 수는 줄지 않을 겁니다.”

헉슬리의 말은 완전히 틀렸다. 오늘날 세계의 수산자원은 엄청난 압력을 받고 있다. 지구상의 수산자원의 29%는 남획, 즉 지속 가능성 한계를 넘어 지나치게 많이 잡히고 있고, 61%는 더 이상 어획이 불가능한 최대치까지 잡고 있는 상태다(FAO, 2014b). 이는 앞으로 인류의 식량 안보에 있어 심각한 문제이다(FAO, 2014b). 남획은 해양생명체 간의 상호작용과 균형을 깨트릴 뿐만 아니라, 어류에 생계를 걸고 살아가는 해안지대 주민 공동체들의 사회적 경제적 안녕을 위협한다.

늘어만 가는 전세계 수산물 수요, 과잉 어획능력(여기에는 매년 미화 350억 달러에 달하는 어업보조금도 한몫했는데, 350억 달러면 연간 수산업 전체 수입의 1/5에 달한다(Sumaila et al., 2013), 또 새로운 대안의 부재로 인해 ‘물고기 획득 경주’를 야기했다. 그 결과, 연안 어장이 고갈되었고 어선은 점점 더 먼 바다, 더 깊은 바다, 공해로 눈을 돌리고 있다. 전통적으로 이용하던 수산자원이 고갈되었기 때문에 새로운 어종과 어장을 겨냥하고 있다. 그림 19는 과도하게 물고기를 잡는 지역이 몹시 확대되어 있음을 보여준다. 이제는 심해와 접근이 불가능한 일부 바다만이 남았다.

점점 이전보다 더 깊은 바다에서 물고기를 잡고 있다(그림 18). 세계 어장의 약 40% 정도가 수심 200m가 넘는 곳에 있으며 따라서 많은 심해어종들이 남획될 가능성이 크다(Roberts, 2002). 몇십 년 전만 해도 수심 500m 이상의 깊은 바다에서는 어업이 불가능했다. 그러나 선박, 어구, 어군 탐지 장비 등의 기술이 발전한 지금은 수심 2,000m까지도 저층 트롤 어업이 가능하다(UNEP, 2006, Ramirez-Llodra et al., 2011). 지속 가능하지 않은 심해어업은(Norse et al., 2012) 대부분 수명이 길면서 성장도 느리고 성숙기도 늦게 오는, 번식력 낮은 심해어종(Morato et al., 2006)들을 잡고 있다. 이로 인해 심해어종 개체군은 급격히 감소하고 있으며(Devine et al., 2006) 일단 붕괴된 후 자원 회복을 더디게 하고 있다(Baker et al., 2009).

압력이 점점 커짐에 따라 남획되거나 최대 한계로 어획되는 자원의 비중이 커지고 아직 확대 여지가 있는 미개발 자원은 10% 미만으로 줄었다(그림 20). 그러나 고기를 잡으려는 노력, 즉 어획 노력이 크게 증가한다고 더 많은 물고기를 잡는 것은 아니다. 2012년 해면어업으로 생산된 어류의 총 무게는 7,970만 톤으로 2007년의 8,070만 톤보다 줄었다(FAO, 2014b). 일부 종의 경우, 제1장에서 설명한 식용 어종 지수의 전반적 하락에서 보듯이 더 많은 고기를 잡으려는 노력이 부정적 영향을 미치고 있고 급기야 자원이 급속도로 줄고 있다. 고등어과 어종이 그 경우로 이들의 해양생명지수는 74%나 하락했다.

소규모 영세어업 또한 과잉어획, 남획 등 파괴적 어업 관행을 일삼고 있다. 때로는 소규모 영세어업이 자원 고갈과 환경 파괴의 근본원인이기도 하다. 그러나 대개는 소규모

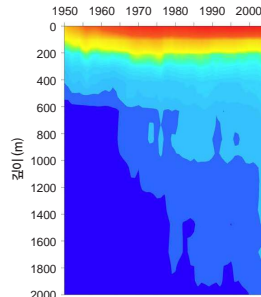
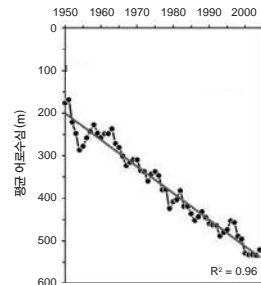


그림 18: 전세계적으로 저층어업이 이뤄지는 평균수심은 1950년에 평균 200m에서 2004년에는 500m이상으로 깊어졌다(FAO, 2004a). 깊은 수심층 어획량 증가가 이를 반영한다. 단위: 수백만 톤 (Watson & Morato, 2013).

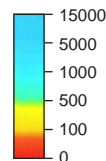


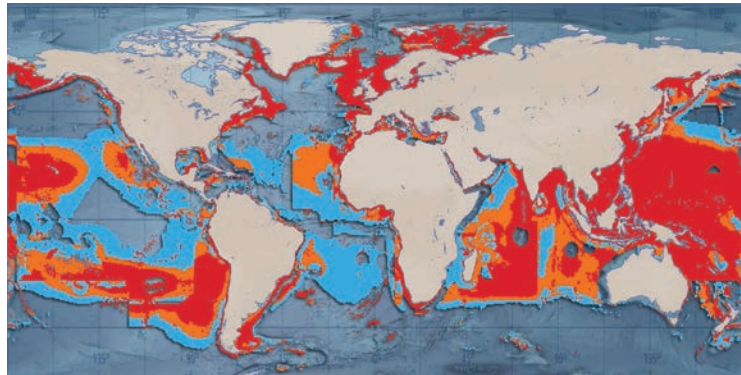
그림 19: 1950년과 2006년
 사이 전세계 어업으로 인한
 PPR(기초생산필요량, Primary
 Production Requirement)
 비율이 현격히 증가. PPR은
 일정 수역 안의 어류개체군이
 지속 생존하는 데 필요한 먹이의
 총량을 나타낸다(Watson, Zeller
 and Pauly 2011).

범례

- PPR의 최소 10% 상실
- PPR의 최소 20% 상실
- PPR의 최소 30% 상실



1950



2006

영세어선들이 조업하는 전통어장을 상업용 어선들이 침범하면서 자원 고갈과 환경 파괴 등의 문제가 발생하거나 가중된다. 이 같은 피해를 입는 것은 영세어민만이 아니다. 많은 개발도상국의 어장이 어획량이나 어업 기술에 대한 실질적 통제 없이 개방되고 있다. 이처럼 조업에 대한 규제가 미약하고 관리가 부실한 것은 개도국 정부의 의지 부족, 자료 부족, 재정과 인적 자원의 부적절한 운용 탓이다(CSR, 2006; FAO and OECD, 2015).

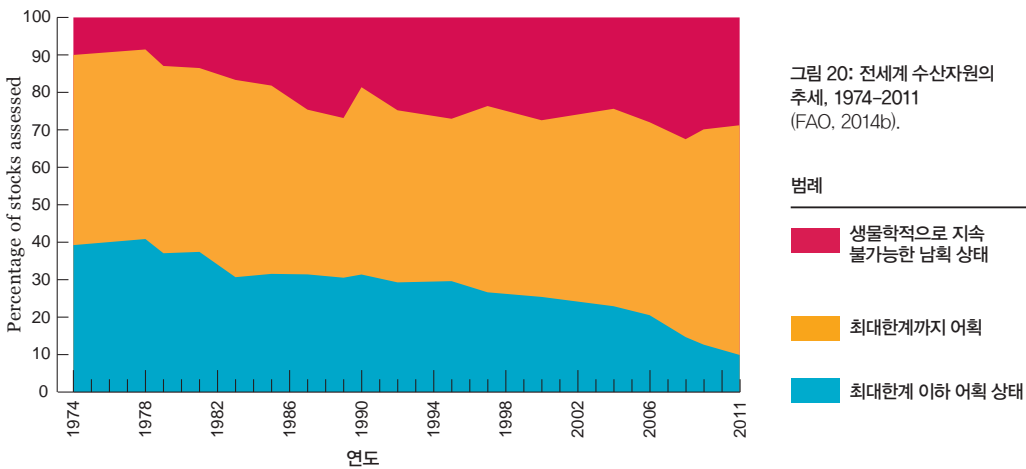
어업이라는 산업 분야는 내부 분쟁이나 기후가 일으킨 천재지변, 빈곤 또는 실업 문제 등으로 궁지에 몰린 인류를 지키는 완충 역할을 한다. 따라서 어류자원 접근을 차단하기란 정치적으로 어렵고 그로 인해 취약한 어류 개체군은 더욱 위험한 상태에 놓이게 된다.

지난 20년 동안 IUU(불법·비보고·비규제) 어업이 전세계적으로 증가했다. 매년 1,100~2,600만 톤의 물고기가 IUU 어업으로 잡히는 것으로 추산되는데 이로 인해 수산 자원이 받는 압력은 커지고 있다(Agnew et al., 2009). IUU 어획량은 전세계 어업 생산의 12~28.5%(FAO 2014b)에 이르는 것으로 추산된다.

남획은 또 혼획(混獲)과도 밀접한 관련이 있다. 혼획으로 인해 수심역 마리의 어류, 바다거북, 고래, 돌고래, 바닷새, 기타 종들이 불필요하게 희생되고 있다. 전세계 IUU 어업을 제외한 순수 혼획량은 약 730만 톤으로 추산된다(Kelleher, 2005). 남획은 전 지구적인 문제이지만 지역마다 다르고 효과적인 어업 관리로 수산자원을 성공적으로 회복시킬 수 있다는 증거도 있다. 그러나 수많은 연안어업과 공해어업에서 남획을 야기하는 요인을 해결하는 일은 매우 시급한 과제다.

남획은 전 지구적인 문제이지만 지역마다 다르고 효과적인 어업 관리로 수산자원을 성공적으로 회복시킬 수 있다는 증거도 있다. 그러나 수많은 연안어업과 공해어업에서 남획을 야기하는 요인을 해결하는 일은 매우 시급한 과제다.

캐나다의 뉴펀들랜드는 어류 개체군이 멸종에 이를 지경까지 상업적으로 어획될 경우 지역사회에 어떤 일이 일어나는지에 대해 심각한 본보기를 제공한다. 수백 년 동안, 그랜드뱅크스 퇴(堆, banks)의 대구 자원은 무한할 것으로 여겨졌다. 1990년대 초반 이 지역의 어업 및 수산물 가공 산업을 통해 창출된 일자리만 11만 개였다. 그러나 1992년 대구 어업이 붕괴되면서 어부 1만 명을 포함해 4만 명이 일자리를 잃었다. 오늘날 그곳의 대구 자원은 회복될 기미를 보이고 있지만, 붕괴 이전의 수준에 훨씬 못 미친다.



양식업

“2050년이면 세계 인구가 90억 명으로 늘어날 것으로 예상되므로, 특히 식량수급이 불안정한 지역에서는 양식이, 책임 있게 개발되고 실행된다는 전제 하에 전세계 식량안보와 경제성장애 중요한 기여를 할 수 있을 것이다.”

— 아르니 M. 매티슨(Árni M. Mathiesen), FAO 사무 총장보, 어업 및 양식업 담당

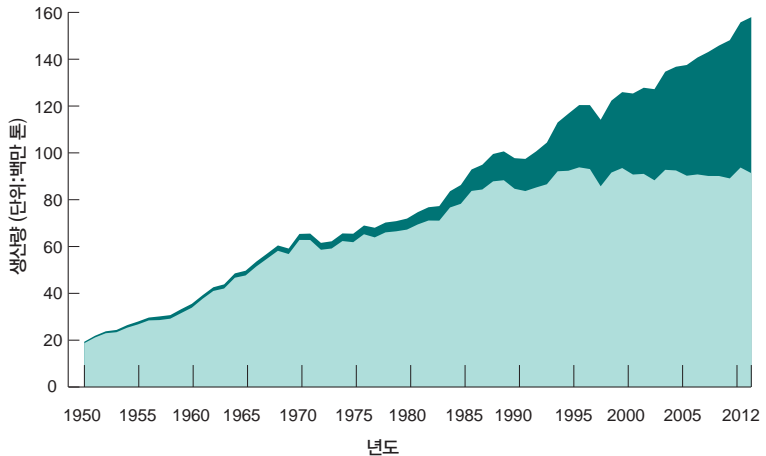
지난 30년 동안 전세계의 양식업은 매년 평균 8.6%씩 성장해왔다. 해면어업 생산이 제자리걸음을 하는데도 어류 양식 덕분에 인류는 더 많은 수산물을 먹을 수 있었다. 현재 양식업은 우리가 먹는 어류의 58%를 공급하고 수산물 물가를 전반적으로 안정시키며 인류가 단백질 및 보다 나은 영양을 섭취할 수 있게 해주고 있다. 양식업 종사자 수는 전세계에 1,890만 명 정도로 그 중 90% 정도가 개발도상국의 소규모 생산자들이다 (FAO, 2014a; FAO, 2014b).

그러나 양식업이라고 해서 언제나 지속 가능한 대안은 아니다. 많은 나라에서 양식업은 맹그로브 숲 같은 핵심 생태계를 파괴시켰고, 수중 환경을 오염시켰으며, 해안 지역사회의 기후변화에 대한 복원력을 저하시켰다. 또 부실한 관리, 역량 및 전문지식의 부족, 무책임한 관행 등은 아시아 일대에서 양식새우의 조기폐사(早期廢死) 현상 같은 대규모 질병을 초래하기도 했다(FAO, 2013).

그림 21: 지난 30년간 수산물 생산이 계속 증가한 것은 거의 전적으로 양식업 덕분이다 (FAO, 2014b).

범례

- 양식업 생산량
- 자연어업 생산량





© Adam Oswell / WWF-Greater Mekong

베트남의 새우 양식업

양식업, 특히 새우 양식업은 베트남 경제에 아주 중요한 산업이다. 이 분야는 많은 일자리와 막대한 소득을 창출한다. 그러나 새우 양식으로 얻은 대가를 환경이 대신 치르고 있다. 소규모이건 대규모이건 새우 양식은 맹그로브 숲을 파괴하고 지표수와 해안 하구를 오염시키고, 농지를 염류화시켰다. 또 지나치게 많은 새우를 키워 병원균이 발생하고 새우가 집단발병하면서 막대한 경제적 손실이 발생했다.

이 같은 부정적인 영향을 줄이기 위한 방법으로 고안된 것이 세계해양책임관리(ASC: Aquaculture Stewardship Council)와 같은 인증제도의 도입이다. 이 인증을 도입하는 사업체는 환경에 미치는 영향을 줄이고, 생물다양성과 수자원을 더욱 강력히 보호하고, 동물의 건강과 근로조건 개선을 위한 까다로운 조건을 준수하는 등 더 나은 양식 수산물 생산을 약속한다. ASC 인증을 통해 새우 양식장들은 습지와 맹그로브 숲을 보전하고 바이러스와 역병의 전염을 조사하고 수질을 개선하며, 양질의 사료를 먹일 책임을 지고 생물다양성 문제를 알리는 데 참여함으로써 양식이 주변환경과 지역사회에 주는 악영향을 구체적으로 줄일 목적을 갖고 있다.

WWF는 베트남의 소규모 새우 양식 어민들이 보다 철저히 양식업을 관리함으로써 환경에 미치는 악영향을 줄이도록 돕고 있으며, 차후 이들이 ASC 인증을 취득할 수 있도록 도울 것이다.

관광산업

9.8%

관광업 및 관련 활동으로 창출되는 전세계 GDP

관광산업은 세계적으로 가장 큰 산업이자 가장 빠르게 성장하는 산업 가운데 하나이다. 해안 및 해양 관광은 관광산업에 있어 가장 중요한 부문이자 해안지역 공동체가 번영하기 위한 주요 요소이다. 그러나 관광산업이 성장하면서 현지의 환경, 문화, 사회, 경제에 부작용을 날기도 한다. 따라서 우리는 이 문제에 신중하게 대처해야 한다.

관광업과 그에 관련된 경제활동은 매년 전세계 GDP의 9.8%를 생산하며 2억 7,700만 개의 일자리를 창출한다. 그러니까 일자리 11개 중 하나가 관광업 또는 그 관련산업의 일자리인 셈이다(WTTC, 2013). 관광업은 빠른 속도로 성장 중이며, 특히 세계에서 개발이 가장 덜 된 곳에서 더욱 그렇다.

관광산업은 지속 가능한 발전의 기회가 될 수 있겠지만, 해변에 호텔이나 리조트를 건설하면서 개발계획이 부실할 경우 지역사회는 물론 인근 바다의 생태계에 서식지 파괴, 오염, 기타 부정적인 영향을 줄 수 있다.

최근 인기를 얻고 있는 해양유람선의 관광 역시 해양환경을 파괴시킨다. 많게는 승객 6,000명에 승무원 2,000명을 태운 어마어마하게 큰 배—떠다니는 마을이라는 표현이 더 정확할 것이다—는 쓰레기와 처리되지 않은 하수, 그밖에 항해에서 불가피하게 발생하는 오염물을 바다에 직간접으로 배출하는 주요 해양 오염원이다(Copeland, 2008).

그림 22:
관광산업이 해양의 건강에 미치는 영향



갈라파고스 : 인프라 건설과 관광산업

30년 조금 넘는 기간 동안, 갈라파고스는 '쓸모 없는 용재괴(鎔滓塊) 섬'에서 세계에서 가장 유명한 생태관광 명소로 거듭났다. 그동안 갈라파고스의 독특하고 경이로운 자연을 보러 온 사람만 150만 명을 넘는다. 관광업이 이 섬 경제의 절반을 지탱하고, 에콰도르에 연간 미화 4억 1,800만 달러의 외화를 안겨준다. 이 지역에 교통, 통신, 의료 등 인프라가 보급되고 사회적, 경제적으로 발전한 것도 전적으로 관광산업의 발달 덕분이다(Epler, 2007).

관광수입은 이 섬의 취약한 생태계를 보전하는 데 요긴하게 쓰인다. 그러나 관광객이 급격히 증가(1990년 40,000명 → 2006년 145,000명)하고 대형유람선이 정박할 항만을 건설하면서 이 섬의 환경은 더 큰 압력에 시달리게 되었다(Epler, 2007). 급속한 개발과 끊임없이 늘어만 가는 인프라 건설 수요, 여기에 외부로부터 수입하는 생활용품 및 화석연료, 외래 생물 종의 유입, 그리고 폐기물 등이 갈라파고스의 육지와 바다를 위협하고 있다.

WWF는 공공부문 및 민간 관광업계와 공동으로 자연보전과 사람들의 생계개선 등 두 마리 토끼를 모두 잡는 새로운 생태 관광 모델을 설계, 실시하려고 노력 중이다.



© James W. Thorsell / WWF

기후변화

기후변화와 해양: 주요 위험들

해양은 지구의 기후를 조절하고 호우, 가뭄, 홍수의 원인이 되는 날씨를 통제한다. 바닷물은 대기로부터 방대한 양의 이산화탄소(CO₂)를 흡수하여, 인간이 일으키는 지구온난화와 기후변화를 완화시킨다. 바다는 지난 200년 동안 인간의 활동으로 생겨난 이산화탄소의 거의 1/3을, 그리고 점점 집적되는 대기권의 온실가스에 갇혀 발산되지 못하던 잉여 열의 90% 이상을 흡수해 주었다(Gattuso et al., 2015).



온난화와 산성화로 인한 산호초 상실→생물다양성 및 어획량 감소와 해안보호벽 상실

기후변화가 주요 해양 생물, 생태계, 그리고 해양생태계에 끼치는 영향들은 이미 감지되고 있다. 우리가 온실가스 저배출 시나리오(low-emission scenario)를 실현한다고 해도 2100년 이전에 큰 위험에 직면하게 될 것이다(Gattuso et al., 2015). 우리 바다는 이산화탄소를 계속 흡수하는 바람에 점점 더 산성화되고 있다. 지난 6,500만 년의 기간 중 지금보다 산성화 속도가 더 빠른 시기는 없었다. 해수온도 상승과 산성화는 남획, 서식처 파괴, 공해 등 다른 여러 가지 압력들의 영향력을 증폭시킨다. 예컨대 바다의 산성도가 높아지면 백화현상(白化現狀, bleaching), 사이클론, 그리고 악마불가사리 창궐 등의 방해현상 때문에 산호초의 복원력이 낮아진다(Hoegh-Guldberg et al., 2015). 만일 지금과 같은 추세로 해수온도가 계속 상승한다면, 2050년이면 바다에서 산호초를 볼 수 없게 될 것이다(Hoegh-Guldberg et al., 2007). 그렇게 되면 바다 생물다양성의 최소 25%가 파괴될 것이며 어업, 관광산업 등도 그에 상응하는 손실을 입을 것이다. 또 완충작용을 해주던 보초(堡礁)들이 사라짐으로써 육지의 해안지대는 해일과 폭풍우에 무방비 상태로 노출될 것이다.



해수온난화로 인한 식용어류와 무척추동물 분포 변화→열대지방의 어획량 감소

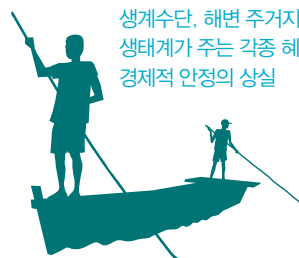
해수면 상승으로 인한 부작용으로 해안선과 이에 인접한 저지대들이 물에 잠기거나, 홍수를 겪거나 침식을 당할 것이다. 이렇게 맹그로브 숲이나 해초지대 등의 해안생태계를 잃게 되면 해안선과 그 주변 주민들은 기후변화와 해수면 상승, 폭풍우의 기습, 해안 침식 등의 자연재해에 더욱 취약한 처지에 놓일 것이다. 여러 저지대 개발도상국들과 작은 섬나라들이 혹독한 시련을 겪게 된다. 주민 대다수가 이주해야 할 것이고, 생태계가 손상되며, 이 변화된 환경에 적응하기 위하여 아마도 GDP의 몇 퍼센트에 상응하는 비용을 지불해야 할 것이다(IPCC, 2014).



극단적인 날씨 현상과 생태계의 복원력 감퇴→해안 범람과 서식처 상실



해수면 상승→해안 저지대에 위협



생계수단, 해변 주거지, 각종 인프라, 생태계가 주는 각종 혜택, 경제적 안정의 상실

사례연구 : 북극의 기후변화

면적은 3,200만km²가 넘는데 인구는 겨우 4백만 명인 북극지방. 이 지역의 거의 대부분은 사람의 발길이 직접 닿은 적이 없다. 그러나 지구 기후에 변화가 오면서 전례 없이 많은 인구가 유입되고 있다. 관측자료에 따르면 북극지방의 여름철 기온은 지난 2,000년 이래 최고로 높아진 상태이다(Kaufman et al., 2009).

계속되는 지구온난화가 북극에 초래한 가장 극단적인 변화는 이곳 여름철 얼음의 분포범위, 두께, 부피가 계속해서 줄어들고 있다는 사실이다. 학자들은 금세기 중 아마도 30~40년 안에, 우리가 북극해에서 여름철에 얼음을 볼 수 없을 것이라고 예측한다(Overland and Wang, 2013).

북극해의 생명체들은 북극의 얼음에 고도로 잘 적응해 살아왔다. 얼음 위나 얼음 주변에서 북극곰은 사냥을 하고, 물개는 새끼를 낳으며, 바다코끼리는 쉬거나 먹이를 먹고, 고래들은 포식자로부터 몸을 숨긴다. 그러나 이것들은 전체 북극권 생태계 모습의 일부일 뿐이다. 북극권 생태계는 밀설물과 바다 얼음의 흐름이 실어다 주는 영양분의 파동(pulse of nutrients)에 의하여 조율된다(Eamer et al., 2013). 그런데 이 영양성분의 파동에 교란이 일어나면, 이는 북극의 토착 생물이나 북극을 경유지로 하는 이동성 생물들에게는 저주나 다름없다. 북극에서 영양성분의 파동 사이클에 의존하며 봄을 보내는 수백만 마리의 철새는 어떻게 되겠는가.

북극해는 유난히 산성도가 올라가기 쉬운 곳이다. 이는 몸에서 껍질을 만드는(shell forming) 생명체-북극 생태계의 먹이망(food web)에서 아주 중요한 존재인 동물성 플랑크톤이 대표적이다-에겐 치명적 문제가 된다. 미 국립해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)은 미국 북극해의 미래를 연구한 결과, 수십 년 이내에 '대규모의 상업 어업과 현지인의 생계형 어업을 지탱하는 북극권의 여러 다양한 생태계들이 엄청난 압력을 받게 될지도 모른다'고 결론지었다(Mathis et al., 2015).

북극의 변화는 현지인이나 인류에게 다같이 중요한 이슈이다. 북극해와 그 주위 바다는 매년 전세계 어획고의 10%가 넘는 7백만 톤을 생산하는 큰 어장이다. 알래스카, 그린란드, 캐나다, 추코트카(Chukotka)의 토박이 주민을 대상으로 한 북극의 생존상황에 관한 조사(Poppel et al., 2007)에 의하면 가구들의 2/3가 최소 반 이상의 식량을 그곳에서 생산되는 전통적 자원에서 얻는다고 한다. 따라서 현지자원이 감소하면 그곳 주민들은 생존과 경제, 문화에 어려움을 겪을 것이다, 그들이 생계를 위해 다른 방법을 모색한다면 이는 이 민감한 극지 생태계에 또 다른 압력을 가하는 결과가 될 것이다.



**30~40년 내
우리는 북극해에서
여름철 빙하를
볼 수 없을지도
모른다**

채굴산업

기후변화 일조



끊임없이 늘어만 가는 화석연료 및 광물자원 수요를 충당하기 위해 채굴산업들은 새로운 매장지를 개척하고 있는데, 불행하게도 먼바다와 심해가 그 대상이다. 그곳은 취약한 생태계와 독특한 생물다양성을 가진 곳이다.

현재 전세계 석유와 가스 채굴량의 약 3분의 1이 연근해에서 나오는데, 이 비중은 더 늘어날 것으로 예상된다. 연안 얕은 수역의 매장량이 고갈되기 시작하자, 석유기업들은 새 유전을 찾아 점점 깊은 바다로 들어가고 있다. 그러나 이는 2010년에 일어난 딥워터 호라이즌 (Deepwater Horizon) 호 원유 유출사건에서 보듯 큰 위험이 따른다. 석유산업 사상 최대의 기름 유출사건인 이 사건으로 11명이 죽고, 1억 3천만 톤의 원유가 유출되어 멕시코만을 오염시켰다(GPO 2011).

CO₂와 메탄 배출

(분출기등 포함)



프랑스의 국제관계 및 지속 가능한 발전을 위한 국제 연구소(International Institute on International Relations and Sustainable Development)에 의하면 연근해 석유 및 가스 채굴 분야는 해양관련 산업 가운데 국제적으로나 지역적으로나 환경, 안전, 보상 등에 대한 규제가 가장 적은 분야라고 한다(Rochette, 2014). 환경이나 안전, 배상 책임에 관한 규정, 석유와 가스 관련 작업(수송작업은 제외)에서 발생할 수 있는 기름유출에 대한 준비나 대응책 등에 관한 어떤 구속력 있는 국제기준도 없다고 한다. 그저 많은 회사들이 작업현장을 관할하는 국가가 요구하는 대로 각기 다른 환경적, 사회적 기준을 적용하는 정도다. 현장 관할국이 개발도상국일 경우에는 가장 기본적인 환경적 요구 사항마저 지켜지지 않는 경우가 있다니 특히 우려하지 않을 수 없다. 아프리카와 기타 개발도상국에서 연근해 해저탐사와 개발이 늘어나고 있는 실정이라 우려는 더욱 크다.

수송 및 인프라 건설에 따른 위험

수산물
오염



공해 및 오염

민감한 생태계의 상실

(맹그로브 숲과 산호초)

해양포유류와 수산자원에
대한 악영향

(특히 탄성파 탐사 시)

북극석유와 가스

북극의 자원개발에서 가장 널리 논의되는 분야이자 논란이 되는 분야는 석유와 가스 개발이다. 미국지질학보고서(U.S. Geological Survey)에 따르면, 900억 배럴의 석유와 아직 발견되지 않은 천연가스의 30%가 북극권에 묻혀 있을 것으로 추정된다(Bird et al., 2008). 미발견 천연가스의 대부분은 러시아 영토 안에 있고, 석유는 대부분 알래스카, 캐나다, 그린란드의 연근해에 매장돼 있을 거라고 한다.

특히 연근해 석유 개발은 논란이 크다. 셸(Shell) 사는 알래스카의 바다에서는 유정 구멍을 뚫고, 그린란드의 배핀 만에서는 시추작업을 하려 했으나 기술과 규제, 회사의 평판 등에서 난관에 봉착했다. 캐나다의 북극권 주민들이 우려를 제기한데다, 이 사업에 참여한 주요 기업들(Total, BP, Conoco 사)이 북극 석유 및 가스 사업에서 손을 떼겠다고 선언한 것이다. 굉장히 큰 위험부담, 핵심의 부재, 안전조업을 보장할 만한 인프라가 갖춰지지 않은 데 따른 불안감, 그리고 적절한 이익이 나을지 불투명한 사업전망 때문이었다.

얼음, 특히 떠돌아다니는 유빙에 기름을 유출시켰을 때 이를 말끔히 제거하는 효과적인 방법은 아직 없다. 얼음이 없더라도, 북극환경에서의 기름유출은 그 후유증이 수십 년 넘게 지속된다. 25년 전 유조선 엑스 발데스(Exxon Valdez) 호가 알래스카 해변에 유출시킨 기름은 지금도 해변을 오염시키고 있다.

현재 북극 지방에서는 여러 산업 분야의 개발사업이 진행 중이지만, 많은 난제들로 인해 그 장래가 불투명한 실정이다. 극지 환경에 적용할 수 있는, 믿을 만한 기술이 거의 없다. 북극 지방은 인프라도 극히 제한되어 있으며, 극지에 대한 어떤 전략적인 환경평가도 이루어진 적이 없다. 북극 생태계의 역동성에 관한 학계의 지식은 미약하기만 하다. 석유나 가스 회사들도 마찬가지이다. 그들은 어떤 국지적인 환경기준도 마련하지 않고 있다. 환경오염 위험과 관련된 일관되고 표준화된 어떤 사법적(私法的) 책임체제(liability regimes)도 마련되어 있지 않다. 지역적이건 국제적이건, 기업으로 하여금 생태계를 먼저 생각하는 경영체제를 갖출 것을 요구하는 어떤 공법적(公法的) 규제체제(governance regime)도 없다. 개발이 더 진행되기 전에 이런 모든 미비점과 허점들이 보강되어야 한다.



광업

광업이 해양환경을 파괴하는 것은 익히 알려진 사실이다. 산업혁명 초기부터 해양과 해안 지대는 광업활동에 의해 혹사당해 왔다. 수 세기에 걸쳐, 여러 해안 지역들이 석탄 폐기물이나 금속 채굴 찌꺼기의 투기장으로 사용되어 왔다. 인간이 연근해에 직접 버리거나 육지에서 산업폐기물로 버린 것이 강의 흐름을 따라 내려가 바다를 오염시켜왔다. 강이 사실상 하수도였던 것이다. 모순되게도 오늘날 사람들은 지난 수백 년간 선조들이 버린 폐기물에서 쓸 만한 광물을 다시 뽑아내기까지한다. 기술이 충분하지 못했던 과거라면 불가능했을 일이다. 다행히 이런 관행은 상당부분이 불법으로 규제되고 있지만 그럼에도 여러 연근해 수역들에서 이 작업을 계속하려는 분쟁이 여전히 계속되고 있다.

작은 섬나라들을 포함한 여러 나라들이 자국의 배타적 경제수역에서 해저를 개발 중이고, 더 나아가 국가 관할권이 미치지 않는 공해 수역의 심해까지 탐사하고 있거나 할 계획이다. 대양의 심해 해저는 지구에서 가장 큰 생물군계(biome)일 뿐만 아니라 귀금속, 준 귀금속 등 기타 광물이 매장돼 있는 전인미답의 보고이다. 여기에 채굴기술이 발전하고 광물의 수요와 가격이 높아질 것으로 예측되면서 이것들을 채굴하려는 상업적 관심이 높아지고 있고, 그만큼 환경보존에 관한 우려도 높아지고 있다. 아직까지 상업적인 심해 광물 채굴작업이 실시되지는 않고 있지만, 국제해저기구(國際海底機構, International Seabed Authority)는 어떤 특정국가의 관할권도 미치지 않는 태평양, 대서양, 남인도양 곳곳의 120만km² 에 달하는 해역에 채굴허가를 내 준 상태이다(Shukman, 2014).

우리가 심해의 생물다양성이나 심해생태계의 복잡성에 관해 잘 모르기 때문에, 앞으로 벌어질 심해 채굴작업이 해양에 어떤 충격을 줄 것인지는 불분명하다. 그러나 전례 없이 광대한 면적의 심해에 이미 채굴허가가 나 있다. 우리는 심해채굴이 일으킬 영향을 제대로 알아내야 한다. 그리고 이를 관리할 방법도 제대로 마련해야 한다. 그리고 그 관리방법은 실제로도 납득할 수 있는 것이라야 한다. 도저히 용납할 수 없을 정도로 위험한 개발은 피해야 한다. 그 길만이 과거 광업이 일으킨 재앙을 되풀이하지 않을 열쇠이다.

육지 발원 오염



육지에서 일어난 오염은 바다에 막대한 충격을 줄 뿐 아니라 생태계를 위협하고, 사람의 건강을 해치며, 생계를 힘들게 하고, 해변에서의 즐거운 여가를 앗아간다. 모든 해양오염의 약 80%는 그 발원지가 육지다(UN, 2004).

인구가 많은 지역에 인접한 해안과 해양환경에 가장 심각한 위협은 그곳으로 흘러 들어오는 오염된 물과 각종 침전물이다(UN WWAP, 2004). 하수의 유입이 특히 큰 문제인데, 세계 도처에서 전혀 처리되지 않았거나 미흡하게 처리된 하수가 바다로 유입되고 있다. 제4차 UN 세계수자원개발보고서(UN World Water Development Report)에 따르면, 세계에서 발생하는 폐수 가운데 오직 20%만이 적절한 처리과정을 거친다고 한다(UNESCO, 2012).

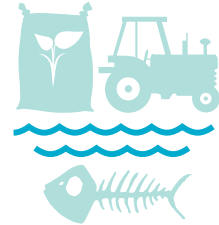
쓰레기 해양투기는 1970년대까지 수 세기 동안 지속된, 공인된 관행이었다. 바다에 떠도는 쓰레기 조각들은 어마어마한 거리를 떠다니면서 항해에 지장을 주고, 산호초를 망치며, 외래 생물 종을 유입시키고 관광산업에 악영향을 끼친다. 또한 야생 동식물에게 상처를 입히거나 죽게 만든다. 이들 해양쓰레기에 뒤엉키거나 이것들을 섭취하는 생물 종들의 최소 17%가 IUCN의 적색 목록에 위험 또는 준 위험 종으로 올라 있다. 뿐만 아니라 해양쓰레기는 인간의 건강을 위협할 수도 있다(Gall and Thompson, 2014).



플라스틱 쓰레기는 양이 너무나 많은데다 특히 장기간 분해되지 않으므로 큰 문제를 일으킨다. 세계의 바다에는 무게로 25만 톤, 개수로 5조 개가 넘는 플라스틱 쓰레기 조각들이 떠돌아 다닌다(Erickson et al., 2014). 뿐만 아니라 우리가 이제야 겨우 그 심각성을 알게 된 플라스틱의 미세입자와 그 영향도 생각해야 한다. 연구에 의하면 전세계 바다를 떠도는 플라스틱 미세입자의 양은 35,500톤으로 추정된다고 한다(Erickson et al., 2014). 그리고 이제까지 우리가 생각했던 것보다 훨씬 많은 수의 미생물들이 이 플라스틱 미세입자를 소화시킨다고 하니, 이로 인해 먹이사슬의 상부구조에 변화가 일어날 것이다(Cole, 2013; Lusher et al., 2013).



한편 농장이나 주거지의 잔디밭에서 흘러내려온 비료 성분은 부영양화의 원인이 된다. 부영양화는 해조류를 번성하게 하고 이는 다시 바닷물에 녹아 있는 산소를 감소시킴으로써 해양 생물을 질식사시킨다(Rabalais, 2002; Selman et al., 2008). 부영양화는 멕시코 만과 발트 해를 포함하여 세계 몇몇 해양 어종의 다양성을 감소시키고(Smith and Schindler, 2009) 때로는 적조(red tides)라고 알려진 독성 해조류를 발생시킴으로써 드넓은 'dead zone'을 만들어냈다(Anderson et al., 2008; Rabalais, 2002). 이런 죽음의 바다는 그 크기와 지리적 분포범위가 점점 넓어지고 있다(Selman et al., 2008).



산업체들이 고의적, 불법적으로 배출하거나 개인이 육지에서 활동한 결과 만들어진 유독 폐기물들은 계속 우리의 주요 해양으로 유입되고 있다. 아주 작은 플랑크톤으로부터 거대한 고래나 북극곰에 이르기까지 거의 모든 해양 유기체들이 살충제라든가 우리의 일상 소비재에 포함된 화학물질에 오염되어 있다(Garcia-Hernandez et al., 2007, Donales et al., 2013, Seltenrich, 2015).

모든 해양오염의 80%는 육지에서 발원했다

전세계 인구의 최소 60% 이상이 해변으로부터 100km 이내의 육지에 살고 있다. 또 인구가 계속 늘어나고 있는 만큼 인간의 육상활동으로 인하여 발생하는 해양오염은 더 심해질 수밖에 없다. 해양오염은 그 특성상 국경이 없기 때문에, 육지에서 발원한 오염으로부터 바다를 보호하려면 국제적인 협조체제를 시급히 구축해야 한다.



대보초(大堡礁): 복원력 강화

지난 30년 동안 오스트레일리아의 대보초(大堡礁, Great Barrier Reef)를 덮고 있던 산호의 절반 이상이 상실되었다. 대보초 해양공원 당국은 기후변화가 대보초를 아주 심각하게 위협하는 장기적 요인이라고 경고한다(GBRMPA, 2014). 대보초에 가해지는 다른 압력을 경감시킴으로써 산호초를 복원시키는 일이 급선무다.

가장 대표적인 요인은 악마불가사리였다. 퀸즈랜드 농지에서 계속 흘러 들어온 비료성분이 바다를 부영양화시켰고 그 결과 악마불가사리가 창궐하였다. 대보초에서 사라진 산호의 40% 이상은 악마불가사리가 먹어치운 것이다(De'ath et al., 2012). WWF는 현지 농민들과 정부, 기업체들과 힘을 합쳐 부영양화를 막아 악마불가사리 개체수를 줄임으로써 산호들의 회복을 돕고 있다.

WWF가 주도하고 있는 사업 중 하나가 촉매프로젝트(Project Catalyst)다. 이 사업은 코카콜라 재단, 호주 정부기관, 그리고 WWF가 현지 사탕수수 재배 농민들과 힘을 합쳐 새로운 사탕수수 재배법을 실험하고 실시함으로써 토양의 유실을 감소시키면서 동시에 농지의 생산성을 개선하는 작업이다. 100명에 가까운 퀸즈랜드 농부들이 이 계획에 동참하여 상당한 효과를 거두고 있다. 그러나 대보초가 자력으로 복원할 수 있는 수준으로까지 대보초 근해의 오염도를 낮추려면 이곳으로 물을 흘러 보내는 모든 수원지, 수백만 헥타르의 농지, 수천 명에 이르는 농민을 모두 아우르는 대사업으로 확대시켜야 한다.

수 년 전, 이곳 산호초 해안에 대규모의 산업단지를 건설하는 계획이 추진되었다. WWF는 이를 반대하는 캠페인을 벌였다. 이 캠페인은 대중들의 엄청난 후원에 힘입어 1억톤에 달하는 준설토를 세계문화유산인 이 해역 일대에 버리는 일을 금지시키는 데 성공했다. 해안을 산업 목적으로 개발하는 일은 물자수송을 위한 해운의 증가, 항만 건설과 유지를 위한 준설토 매립, 해안생태계 파괴 등으로 산호초에게 악영향을 줄 수밖에 없다. WWF는 산호초의 안전한 미래를 확보할 수 있도록 이런 위협요소들을 막거나 감소시키는 일에 계속 매진할 것이다.



© James Morgan / WWF



제3장 왜 바다를 보살펴야 할까?

필리핀의 돈솔(Donsol) 섬 주민들이 자신들의 수호신인 고래상어를 기리는 연례축제를 벌이고 있다.

멸종 위기에 처한 고래상어는 돈솔 섬 주민들에게 너무나 중요한 존재이다. 고래상어는 관광객을 불러들여 이 작은 섬의 경제에 수십만 달러의 수입을 안긴다. 주민들이 자신들의 가장 큰 자산을 보호할 필요성을 깨닫게 되면서 지역주민 공동체는 물론 고래상어를 비롯한 모든 해양 생물 종들이 혜택을 받게 되었다.

고래상어가 돈솔 섬에 꼭 필요하듯이, 해양이 품고 있는 자원과 해양이 제공하는 서비스는 지구 전체의 경제와 사회에 지극히 중요하고 꼭 필요하다. 해양생태계의 가치를 제대로 깨닫지 못한 탓에 우리는 우리의 장기적인 번영과 안락한 삶에 위기를 자초하고 있다.



왜 바다를 보살펴야 할까?

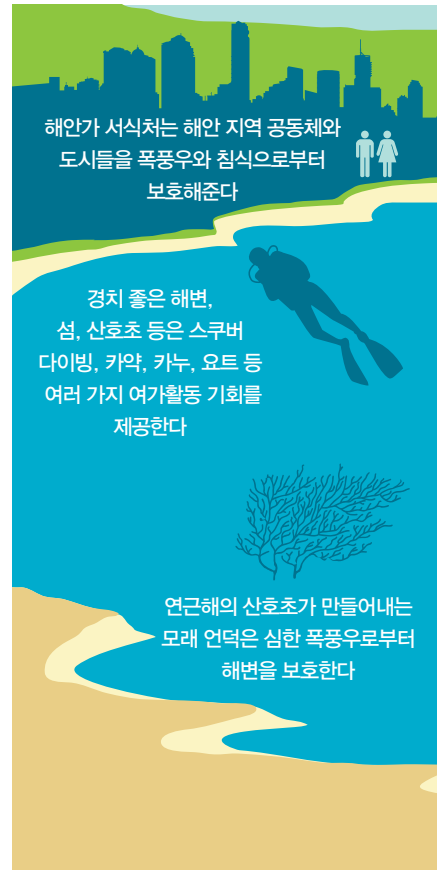
“일상생활을 보거나 과학자들의 연구보고서를 봐도 환경을 해치는 모든 행위들이 초래하는 심각한 결과로 인해 고통 받는 계층은 빈곤층입니다. 예를 들어 수산자원의 고갈은 다른 생계를 마련할 길이 없는 영세 어민들에게 특히 큰 피해를 줍니다. 수질오염은 돈 주고 생수를 사 마실 수 없는 가난한 사람들을 특히 괴롭게 합니다. 해수면 상승은 이사 갈 데가 없는 가난한 해변가 주민들에게 주로 영향을 끼칩니다.”

— 프란치스코 교황의 회칙, 『찬미 받으소서(Laudato Si)』: 우리 모두의 집을 돌보자」 중에서

바다는 지구상 모든 생명의 근본이다. 바다는 인류의 경제와 사업을 지탱하여 전세계 수십억 인구의 생계와 삶을 지속시켜 준다. 그럼에도 불구하고 제1장에서 본 바와 같이 전세계적으로 해양생태계가 심각하게 퇴화하는가 하면, 제2장에서 요약한 바와 같이 인류는 바다에 점점 더 심한 압력을 가하고 있다. 인류는 급속하게 해양의 가치를 떨어뜨리고 있다. 산호초, 맹그로브 숲, 그 속에 살고 있는 솔한 생물 종들 등의 자연자산(natural assets)과 그 해양 자연자산이 제공하는 재화와 혜택을 망가뜨리고 있다. 우리는 남획, 오염, 관광, 해운, 채굴, 그리고 기후변화에 이르기까지 온갖 방법으로 해양 서식처와 생물 종들의 건강한 생존을 해침으로써 급기야 우리 자신의 기본적인 생명유지 시스템을 스스로 위협하기에 이르렀다. 인류의 건강, 생활양식, 안전이 위기에 처한 것이다.

산호초에서 맹그로브 숲까지, 화유성 어류자원에서부터 심해 석유와 가스 매장지까지, 해양은 풍부한 자연자본(natural capital)을 보유하고 있다. 이들 해양 자연자산은 광범위한 재화와 혜택을 공급하며, 인류는 궁극적으로 거기에 의존하여 살아간다(그림 23). 우리 모두는 해양이 주는 여러 가지 혜택을 직접적으로 누리고 있다: 식품, 천연자원, 연료, 의약품, 기타 생존에 필요한 물질이 바다에서 생산된다. 30억에 가까운 인구가 바닷고기와 민물고기를 주된 동물성 단백질 공급원으로 삼고 있으며 이들의 일상 식단에서 해산물이 차지하는 비중은 거의 20%에 달한다(FAO, 2014b). 그리고 세계인구의 10~12%가 고기잡이나 어류 양식을 생계수단으로 삼고 살아간다(HLPE, 2014). 바다는 또한 아주 중요한 휴양지이자 관광자원이며 전세계 해안지역 공동체들의 문화적, 정신적 자산이다. 바다는 재생가능 에너지는 물론 재생불가능 에너지까지 모두 공급해 주며, 국제교통과 수송에 있어서도 결정적으로 중요한 통로이다.

바다가 베푸는 간접적인 혜택 또한 한두 가지가 아니다. 해양은 지구의 기후와 날씨를 통제하고, 인류가 숨쉬는 산소의 절반을 생산하며, 인류가 배출하는 이산화탄소의 거의 3분의 1을 흡수한다(IPCC, 2013). 바다에 인접한 해변 서식처는 해변 마을과 도시를 폭풍우나 침식으로부터 보호해 주며, 육지에서 발생한 오염물질과 과도한 영양성분을 걸러내는 필터 역할을 한다.

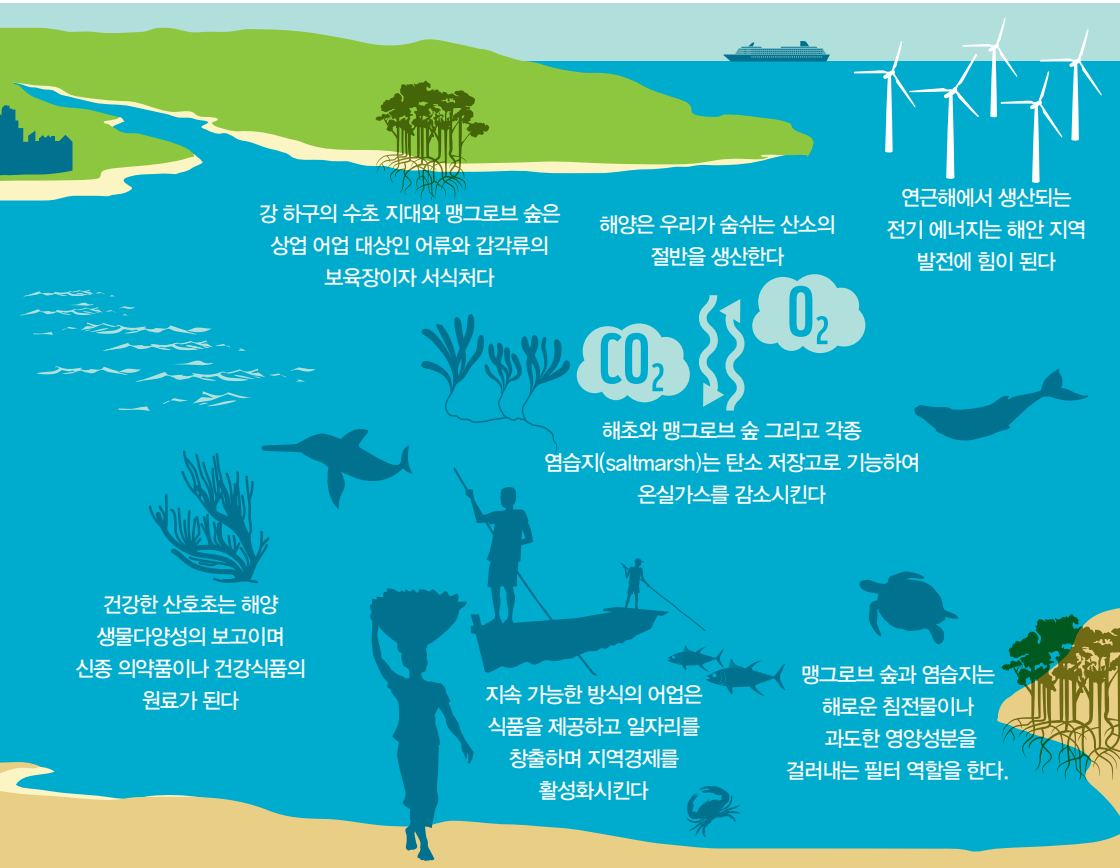


해안가 서식처는 해안 지역 공동체와 도시들을 폭풍우와 침식으로부터 보호해준다

경치 좋은 해변, 섬, 산호초 등은 스쿠버 다이빙, 카약, 카누, 요트 등 여러 가지 여가활동 기회를 제공한다

연근해의 산호초가 만들어내는 모래 언덕은 심한 폭풍우로부터 해변을 보호한다

그림 23: 해양생태계가 공급하는 재화와 서비스(UNEP 2011).



강 하구의 수초 지대와 맹그로브 숲은
상업 어업 대상인 어류와 갑각류의
보육장이자 서식처다

해양은 우리가 숨쉬는 산소의
절반을 생산한다

연근해에서 생산되는
전기 에너지는 해안 지역
발전이 힘이 된다

해초와 맹그로브 숲 그리고 각종
염습지(saltmarsh)는 탄소 저장고로 기능하여
온실가스를 감소시킨다

건강한 산호초는 해양
생물다양성의 보고이며
신종 의약품이나 건강식품의
원료가 된다

지속 가능한 방식의 어업은
식품을 제공하고 일자리를
창출하며 지역경제를
활성화시킨다

맹그로브 숲과 염습지는
해로운 침전물이나
과도한 영양성분을
걸러내는 필터 역할을 한다.

해양 자연자본: 산호삼각지대 (Coral Triangle)

지구 어디에도 산호삼각지대만큼 해양 천연 자원이 풍부한 곳이 없다. 산호삼각지대란 인도네시아, 말레이시아, 필리핀, 파푸아 뉴기니, 솔로몬 제도, 동티모르를 둘러싸는 광대한 수역을 가리킨다.

산호삼각지대 거주민들의 3분의 1—인구수로 1억 2천만 명이상이 넘는다—이 자기 거주 지역의 연근해에서 나오는 해양 자원에 전적으로 의지하며 살아간다. 이는 소득이자 생계수단이며 식량 안보에 큰 비중을 차지한다. 특히 어류는 그들의 주요 단백질 공급원이다(아시아개발은행(ADB), 2014). 산호삼각지대 나라들은 그들의 어획물을 수출하기도 하는데, 2011년 수출량은 170만 톤으로 미화 52억만 달러어치였다(FAO FIGIS, 2011). 또한 전세계 다랑어 어획의 약 30%가 이 지역에서 이뤄지는데(WCPFC, 2014; IOTC, 2015), 이를 수출가로 환산하면 미화 10억 달러에 육박한다(FAO FIGIS, 2011). 여기서 잡혀 사람들이 소비하고자 산 채로 팔리는 활어의 양은 10억 달러에 달한다(Muldoon, 2015).

또한 매년 수천만 명의 관광객이 이곳을 찾는다. 아시아태평양관광협회(PATA)의 집계에 따르면 여행사, 여행가이드, 호텔, 물놀이 업체들, 기타 수많은 관광관련 개인 및 업체들이 산호삼각지대에서의 자연 관광을 통해 벌어들이는 금액은 매년 미화 120억 달러에 이른다고 한다(Pet-Soede et al., 2011).

해양생태계의 악화가 가져올 사회경제적 영향

앞 장들에서 집중조명한 바와 같이, 지금 세계의 바다 몇몇 곳들은 인간이 행동한 결과에 맞춘 그 시스템이 재구성되는 중이다. 이곳의 해양 및 연안 생태계들은 극심한 스트레스와 기능저하로 인해 복원력을 잃어 과거와 똑같은 상태로는 회복될 수 없다. 따라서 이런 바다는 우리에게 과거와 같은 혜택을 줄 수 없으므로, 인류는 이를 만회하기 위해 더 많은 위험을 감수하고 더 많은 비용을 지출해야 하는 악순환이 일어난다.

과거 풍성하던 수산자원도 계속 줄어들어, 이제는 급속도로 늘어나는 세계인구를 먹여 살리기가 점점 어려워지고 있다. 2008년에 FAO가 추정하 바에 의하면, 잘 관리해 지속 가능한 방식으로 어업을 했을 경우보다 매년 미화 500억 달러나 적은 어획량을 거두어들이고 있는 것으로 나타났다(Arnason et al., 2008). 식량과 기타 생계를 거의 전적으로 바다에 의존하는 빈곤층이 특히 피해—때로는 부당한 불이익—를 입는다. 예를 들어 서아프리카 연안 어민의 소규모 어선들은 점점 줄어드는 수산자원을 놓고 멀리 유럽연합(EU) 국가들의 초대형 트롤 어선단(그들은 막대한 보조금까지 받고 있다)과 경쟁하고 있다.

해양의 황폐화는 세계 여러 관광지의 관광산업을 위축시킨다. 관광은 그 성격상, 예컨대 산호초 등 주변환경의 상황이 어떠한가에 크게 좌우되므로, 산호초의 쇠퇴 현상은 산호초 관련 관광산업에 생계를 걸고 있는 사람들의 경제에 직격탄인 셈이다.

연안생태계를 상실하면 그곳 해안 지역들은 해수면 상승과 극한적인 기후의 위협에 완전 무방비 상태로 노출된다. 한 UN 보고서에 의하면, 전세계적으로 맹그로브 숲이 황폐화되고 있는데 이를 돈으로 환산하면 매년 미화 420억 달러가 사라지는 셈이라고 한다(UNEP, 2014).

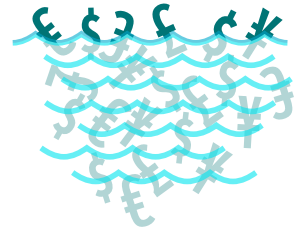
2050년에 이르면 전세계 인구가 90억 명이 넘을 것으로 예측되고 있는 만큼, 해양자원에 대한 수요는 더욱 집요해지고 커질 수밖에 없다. 이는 해양생태계에 대한 압박이 더욱 심해질 것이라는 의미다. 여기에 기후변화와 이에 따른 해수온도 상승과 해수의 산성화는 문제를 더욱 악화시킬 것이다.

자연 가치의 불가시성: 해양생태계 퇴화의 요인

우리는 해양생태계에 의존해 살고 있으면서도, 바다가 주는 혜택들을 으레 당연한 것으로 여긴다. 그런데 이 혜택들은 대부분 시장가치로 얼마라고 명시할 수가 없다. 그래서 지금까지 정책결정자들은 어떤 어업 규제방안을 입안하거나 새 항구를 어느 지역에 건설할지 결정할 때 해양자원의 낭비나 황폐화가 야기하는 손실을 금액으로 계산해 볼 생각을 거의 하지 않았다. 자연이 우리에게 제공하는 혜택들의 소중한 가치는 왕왕 우리가 그것을 잃었을 때에야 비로소 수치화가 가능해지곤 한다(MEA, 2005).



**서아프리카 연안의
소규모 어선들은 점점
줄어드는 수산자원을
놓고 EU국가들의
초대형 트롤 어선단
(그들은 막대한
보조금까지 받고
있다)과 경쟁 중이다**



해양생태계의 가치를 구체적 수치로 이해하고 표현하는 것은 해양생태계의 보호와 회복으로 가는 첫 걸음이다. 그래서 각국 정부, 국제기구, 기업, 금융기구 등은 해양을 지속 가능하게 관리하려는 사업계획을 세울 때 경제 개념을 도입하기 시작했다. 예를 들어 생물다양성협약(Convention on Biological Diversity)은 2010년에 193개 참가국이 모여 새로운 생물다양성 목표를 설정하는 데 합의했는데, 합의내용 중에는 '생물다양성의 가치를 계량화하여 국민 계정 및 보고서 시스템에 포함시킬 필요가 있다'는 대목이 있다. 또 같은 해에 유엔환경계획(UNEP)은 '원양과 연안해의 가치를 수치로 표시하여 의사결정에 활용하는 TEEB(The Economics of Ecosystem and Biodiversity, 생태계와 생물다양성의 경제학)'라는 개념을 도입해 활용하기 시작했다.

자연자본 계정(NCA, Natural Capital Accounting)나 생태 서비스 용역료 평가(ESV, Ecosystem Service Valuation) 등의 도구나 접근법들도 세계적으로 인정받고 사용되기 시작했다. NCA는 정부나 회사들로 하여금 자연자본의 현황과 그것이 가져다 준 이익을 추적하는 도구이고, ESV는 자연이 제공하는 각종 혜택을 평가 또는 계량화하거나 금전가치로 환산할 때 유용한 도구이다. 이런 도구들을 써서 수치화된 정보가 제공되면 정책 결정자들이 정책을 입안하거나 투자대상을 결정하거나 해양자원 관리 계획을 짤 때 보다 효과적으로 일할 수 있다.

해양가치 평가의 사례

보스턴 컨설팅 그룹은 최근 지구변화연구소(Global Change Institute), WWF 와의 공동연구에서 해양이 생산해내는 경제적 가치를 연간 최소 미화 2.5조 달러로 추산하였다. 그리고 해양이 인류를 위한 기초자산(underpinning assets)으로서 지닌 가치는 최소 미화 24조 달러라고 평가했다(Hoeg-Guldberg et al., 2015). 이 가치평가에서는 직접적 산출(예: 어업), 사용 가능하도록 가공된 서비스 자산(예: 관광, 교육), 무역과 수송(예: 연안 및 원양 해운), 그리고 관련 이익(예: 탄소 격리, 생물공학) 등이 밑바탕을 이루는 평가항목들이었다(BCG, 2015). 단, 여기서 평가된 금액의 3분의 2 이상은 해양이 건강한 상태일 것을 전제로 한다.

그러나 위에 제시된 해양가치는 현저하게 저평가된 것으로 생각된다. 위 연구에는 우리가 아직 잘 모르는 해산(海山, seamount)이나 심해 같은 생태계들이 가치평가 대상에서 아예 빠져 있다. 뿐만 아니라 이 연구는 지구의 대기순환과 관련하여 해양이 해주는 역할에 대한 평가, 탄소 저장고로서의 역할에 대한 평가, 지구 온도 통제와 관련하여 해양이 해내고 있는 역할에 대한 평가를 제외시켰고, 또 수치화가 불가능하긴 하지만 인간이 해양에 부여하는 정신적, 문화적 가치도 반영하지 않았다.

바다가 지닌 가치는 당연히 무한하다. 바다가 없는 지구는 존재할 수도 없다. 바다는 인간이 인지하든 못하든 그 자신이 보유한 내재적 가치가 있다. 그런 바다를 놓고 우리가 어떻게 해양자산 목록 하나하나마다 가계에 진열된 상품처럼 일일이 가격표를 붙일 수 있겠는가. 해양자산의 가치를 수치화하려는 시도는 바다를 상품화하려는 게 아니라, 정책입안자들이 보다 현명한 선택을 하게끔 도와 인류가 지금 그리고 앞으로도 건강한 바다가 주는 이익을 계속 향유하도록 하자는 취지다.

해양 인프라: 홍수나 침식으로부터 해안을 보호하는, 비용 효율 높은 보호수단

극심한 폭풍우, 높은 인구밀도, 자연 기능이 저하된 해변 주거지, 기후변화. 이런 문제들이 동시다발적으로 발생하면 세계 도처에 있는 인류의 재산과 생명은 영락없이 위태로워진다. 그리고 이런 경향은 점점 더 심해지고 있다(IPCC, 2007). 미국은 자국의 전체 연안(해안선으로부터 1km 이내인 해변육지) 가운데 16%를 '고위험 지역'으로 분류한다. 그런데 바로 그 지역에 미국 국민 130만 명이 살며, 그들이 사는 주거시설의 가치는 미화 3천억 달러나 된다. 그리고 해수면 상승이 계속되어 2100년에 이르면 '고위험 지역'은 30~60%로 확대될 것으로 예측된다. 최근에 발표된 한 논문에 따르면, 21세기 말이면 1억 4,700만~2억 1,600만 명(그 1/4이 중국에 산다)이 해수면보다 낮거나 통상적인 홍수 범람선보다 낮은 지대에서 살게 된다고 한다 (Strauss and Kulp, 2014).

재래식 대응책은 제방이나 방조벽(防潮壁)을 쌓는 것인데, 이 방법들은 비용이 많이 들고 유지가 어려우며 때로는 자연이 사람들에게 제공하는 이익을 차단하는 폐단이 있다(Jones et al., 2012).

그래서 최근에는 '녹색 인프라(green infrastructure)'라 하여, 해안 서식처를 자연에 가까운 방식으로 재건하는 아이디어가 관심을 끌고 있다. 즉 염습지, 해안림, 맹그로브, 해초초원, 산호나 굴로 이루어진 암초(暗礁) 등을 인공으로 조성하는 것이다. 이는 인명과 재산을 보호하면서 동시에 이렇게 재건된 생태계가 제공하는 이익을 해안 주민들이 고스란히 얻는 일석이조의 효과를 가져온다.

2013 세계자연기금(WWF), 국제자연보호협회(Nature Conservancy), 미네소타 대학교, 스탠포드 대학교가 공동 참여한 자연자본 프로젝트(Natural Capital Project)는 미국의 해안지대 가운데 어느 곳이 녹색 인프라 설치를 통해 해안이 당면한 위험을 가장 효과적으로 경감시킬 수 있는지를 알아내기 위하여 미국 해안 전체의 지도를 제작하였다(Arkema et al., 2013). 그 결과 전국을 놓고 볼 때, 해안서식처들이 현재 상태를 온전히 유지하기만 해도 '고위험 지역' 거주 인구의 반 정도는 '고위험'에서 벗어날 수 있는 것으로 나타났다. 지역별로는 플로리다와 뉴욕 그리고 캘리포니아 지역의 해안서식처들이 가장 많은 수의 인구와 가장 큰 액수의 재산을 보호해 줄 수 있는 것으로 나타났다.

미국 이외의 다른 나라들도, 물리적 구조물 설치와 함께 녹색 인프라 조성으로 생태계를 보강하는 아이디어 도입에 시동을 건 상태이다. 필리핀, 인도네시아, 그 밖의 작은 섬나라 개발도상국들에 무수히 산재한 해안 빈촌들이 허리케인, 쓰나미, 해수면 상승 등 엄청난 위협에 직면해 있다. 이들 지역사회 대부분은 식량과 소득을 고기잡이에만 의존하고 있으니 만일 그들의 어업활동에 차질 문제라도 생기면 파탄으로부터 헤어나올 길이 없다. 그래서 현지 주민 공동체를 비롯한 여러 관련 당사자들(multi-stakeholders)이 머리를 맞대고 자연 서식처들을 회복시켜 현지인의



**21세기 말
1억 4,700만 명에서
2억 1,600만 명이
해수면보다 낮거나
통상적인 홍수 범람선
보다 낮은 지대에서
살게 된다.**



해양은 기회의 바다이다

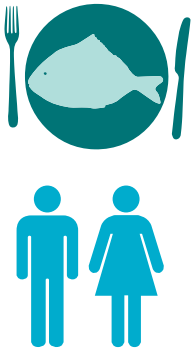
해양생태계는 재생 가능한 자산이다. 건강한 상태로 유지한다면 해양은 언제까지도 우리에게 재화와 서비스를 계속 공급할 것이다. 해양을 보호하고 피해를 개선해 나간다면, 그리고 해양을 지속 가능하고도 공평한 방식으로 이용한다면, 우리는 막대한 경제적, 사회적 이득을 실현할 수 있다.

해양보호구역(MPA)은 가난을 줄이고, 식량 확보율을 높이고, 고용을 늘리며, 해안 마을들을 재해에서 보호하는 데 도움을 준다.

- **식량안보, 건강, 안녕을 증대시킨다.** 건강한 바다로부터 식품과 자원을 보다 나은, 공평한 방식으로 수확하게 된다면, 수억 인구의 삶의 질이 개선될 것이며 편중된 식단 때문에 우리가 지출하던 건강관리 비용과 사회적 지출을 대폭 줄일 수 있다.
- **보다 안전하고 비용효율 높은 공공서비스** 해양생태계는 한 나라의 인프라 구성 포트폴리오의 핵심인 만큼 거기에 상응하는 투자가 이뤄져야 한다. 각국이 자국의 해양생태계를 보호하고 개선함으로써 해양이 우리에게 각종 서비스를 원활하게 공급할 수 있게 하면, 굳이 값비싼 인공 대체물을 만들 필요가 없어지고 사회경제적 마찰비용도 피할 수 있으므로 수십억 달러의 비용절감 효과를 얻을 수 있다.
- **보다 안정적인 경제와 기업 운영** 천연자원을 지속 가능하게 공급할 수 있는 개선된 체제를 확립하면, 이를 통하여 경제와 기업과 물자의 유통경로를 자원쇼크, 가격불안정, 자연재해 등의 변수로부터 보호할 수 있다.
- **연근해 지역사회 경제 성장의 동력이다.** 경제 발전을 원하지만 그럴 기회가 없었던 연근해 지역 경제를 도약시킬 수 있다. 즉 해양생태계가 건강해지면, 어업과 관광산업이 활성화되어 새로운 사업기회와 더 많은 일자리가 생겨난다.

해양의 보전은 경제 이치에 부합한다

결정적으로 중요한 서식처나 생물 종, 그리고 생태적 기능을 효율적으로 보호하기 위하여 우리는 바다의 특정 부분을 보호구역으로 설정했는데, 이것이 해양보호구역(MPA, Marine Protected Area)이다. 이 제도는 우리와 우리 후손들이 해양생태계로부터 계속해서 자연의 혜택과 서비스를 제공받기 위해 꼭 필요한 도구이다. 브랜더(Brander) 연구팀의 2015년도 보고서는 해양보호구역을 잘 관리하면 가난을 퇴치하고, 식량 확보율을 높이며, 고용을 늘리고, 해안 마을들을 재해로부터 보호하는 데 도움이 될 수 있음을 보여준다. 이 보고서는 해양보호구역 확대가 가져오는 이득을 확인해 볼 수 있는 일련의 시나리오를 모형화해 놓았는데, 그 중 한 시나리오에 의하면 지금부터 2050년까지 해양보호구역을 점진적으로 확대하여 모든 해양과 연안의 30%까지를 해양보호구역으로 관리할 경우, 2050년 경이면 연간 미화 4,900억에서 9,200억 달러에 이르는 순익을 얻게 되고, 2015년에서 2050년까지 15~18만 개의 정규직 일자리를 만들어낼 수 있다고 한다. 보다 안정적인 경제와 기업 운영 천연자원을 지속 가능하게 공급할 수 있는 개선된 체제를 확립하면, 이를 통하여 경제와 기업과 물자의 유통경로를 자원쇼크, 가격불안정, 자연재해 등의 변수로부터 보호할 수 있다.





제4장 대세의 전환

“과학자, 공원 관리직원들과 같이 일하다 보니까 어업 규제가 오히려 이롭다는 걸 알게 됐어요.” 미첼 이아이어(Michele Iaia)의 말이다. “요즘은 일정한 수입이 늘 보장되니까 저는 저희 마을의 미래를 걱정하지 않아요.”

미첼은 이탈리아 토레 구아체토(Torre Guaceto)에 사는 어부다. 이곳 바다는 옛날부터 전통 어장이었지만 1991년 해양보호구역으로 지정되었고 2000년부터는 어업이 금지되었다. 그러자 분쟁이 속출했고 불법어업이 심해졌다. 5년 후인 2005년 구역 일부에서 어업금지 조치가 풀리면서 고기잡이가 재개되었다. 현지 어민들은 과학자들과 해양보호구역 관리직원들의 지원을 받아 그들 나름의 지속 가능한 어업 방식을 개발하였다. 그 중 한 예를 소개하면, 상품성은 괜찮으나 시장성이 별로 없던 어종을 슬로우푸드협회(Slow Food association)

와 공조하여 신상품으로 시장에 내놓는 마케팅에 성공한 것을 들 수 있다. 어민들은 소득이 늘어나자 해양보호구역 관리에 적극적으로 동참하게 되었다.

푸른별을 위한 해결책

앞서 충분히 설명한 대로, 우리의 해양 및 해안 생태계는 심각한 고통을 겪고 있으며 점점 더 높은 압력을 받고 있다. 이 추세를 반전시키지 못하면 큰 비극이 올 것이다. 수억 인구의 안전과 안락한 삶, 지역경제와 세계경제, 그리고 이 푸른별을 물려받을 우리 후손들은 엄청난 피해를 입게 될 것이다.

이 보고서에 나타난 그림은 상당히 어두운 편이다. 그러나 아직은 희망이 있다. 아직 늦지 않았다. 우리는 우리의 바다를 구할 수 있다. 정부, 기업, 산업계, 시민사회 모두가 살아있는 바다를 확보하겠다는 결의를 다지고 함께 나선다면 기회와 해결책이 나올 것이다. WWF의 '지구는 하나라는 시각(One Planet Perspective)'(그림 24)은 생태학적 한계를 넘지 않으면서 우리가 우리 해양자원을 보전하고 관리할 수 있는 기본 틀을 제시한다. 이들은 우리의 해양 자원을 보전하고, 수산식품과 에너지를 보다 개선된 방법으로 생산하고, 이들 자원을 보다 현명하게 소비할 것을 강조한다. 그리고 두 가지 실현 가능한 조건을 제시한다. 하나는 이들 우선적 과제들을 뒷받침할 금융흐름을 재설정하는 일, 다른 하나는 우리의 바다가 우리 모두의 이익을 위해 존재한다는 사실을 확신시켜 줄 수 있는 방식으로 해양자원을 공평하게 운영(equitable resource governance)하는 일이다.

이 장은 '지구는 하나라는 시각'이 전세계에서 어떻게 실천되고 있는지, 그리고 사람들이 이 자신들이 속한 해양생태계로부터 어떤 이득을 어떻게 얻고 있는지에 대한 여러 모범사례들을 소개한다. 우리는 이런 해결책 사례들이 널리 그리고 빨리 전파되기를 고대한다.



그림 24 : WWF의 '지구는 하나라는 시각(One Planet Perspective)'은 해양환경을 위한 보다 나은 선택을 가능하게 하는 기본 틀이다.



전통적인 주낙 방식 대신 이렇게 생긴 낚싯바늘을 사용하면 표적 어종이 아닌, 예컨대 바다거북 같은 해양동물을 우발적으로 잡게 될 확률을 80%까지 줄일 수 있다. WWF는 주낙으로 참치를 잡는 수많은 어부들과 함께 가능한 한 해양환경에 영향을 덜 주면서도 그들의 어업을 지속 가능케 하는, 더 많은 낚시법과 도구를 연구 중이다.

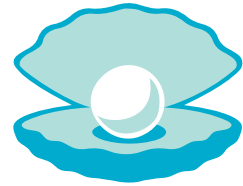
‘지구는 하나라는 시각 (One Planet Perspective)’ 에서 본 푸른 경제

‘지구는 하나라는 시각’은 어떻게 하면 해양의 고갈을 막고, 손상된 생태계를 복원시키며, 해양자원을 그 용량 한도 내에서 관리하고, 사용하고, 공유할 수 있을지에 대한 구체적 방안들을 제시한다. 이 방안들은 결국, 지속 가능한 ‘푸른 경제’의 구성요소들이기도 하다.

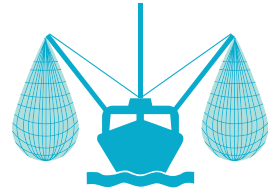
자연자본(natural capital) 보전: 해양 자연자본 개념이 국가재정 시스템에 도입되어야 하며 해양환경에 영향을 주는 의사 결정을 할 때는 반드시 생태계가 제공하는 서비스와 여러 가지 자연자산(natural assets)의 중요성을 감안하여야 한다.

지금까지, 어떤 형태로든 보호를 받는 바다 면적은 지구상 바다 전체의 3.4%에 불과하다. 세계는 생물다양성협약(CBD)에서 2020년까지 지구상의 모든 연근해 및 원양의 10%를 보호구역으로 지정하는 아이치 목표(Aichi Target)에 합의한 바 있다.

우리가 이 목표를 이루기 위해서는 힘을 합쳐 행동해야 한다. WWF는 효과적으로 공평하게 관리되고, 생태학적으로 대표성을 띤, 서로 긴밀하게 연결된 해양보호구역 네트워크를 구축하기 위해 각국 정부, 동료 기관들, 그리고 지역사회 공동체들과 함께 노력하고 있다.



더 나은 생산: 전세계에서 잡히는 자연산 수산물 가운데 세계해양책임관리회(MSC, Marine Stewardship Council)의 인증을 받은 어업으로 잡힌 양은 약 10%이다. 어업 인증제도는 수산자원 재고(在庫)를 지속 가능하게 해 주며 해양생태계와 생물 종에 대한 충격을 최소화시켜 준다. 또한 세계양식책임관리회(ASC, Aquaculture Stewardship Council)의 표준을 준수하는 양식업체들도 점점 늘어나고 있다. WWF와 그 동료 기관들은 인증이 선택사항이 아닌 지역의 어민 공동체들과도 협력하여 기존의 어업 방식을 개선하려고 노력 중이다. 어업 방식의 개선과 관리가 절대적으로 필요하다. 그래야 식용어류들이 심각하리만치 감소하는 추세를 뒤집을 수 있으며, 수산자원을 생태학적으로 지속 가능한 수준의 어획이 가능할 정도까지 끌어 올릴 수 있다.



한편, 우리가 어떻게든 화석 연료 사용 비중을 줄일 수만 있다면 석유와 가스 채굴 분야의 개발 때문에 해양이 받는—그리고 기후변화의—충격을 감소시킬 수 있을 것이다.

현명한 소비: 소비자와 소매상들이 해양자원을 보호하는 방식으로 생산된 수산물을 요구하게 되면 생산자나 어민들은 ASC나 MSC의 인증을 받을 수밖에 없다. 관광업 같은 서비스산업에서도 소비자의 현명한 선택은 업주들로 하여금 해양과 연안의 생태계를 이롭게 하는, 가능한 한 해양자원을 보호하는 방식으로 영업을 하게 할 수 있다.





금융흐름의 방향 전환: 해양 자연자본과 지속 가능한 생산을 보전 및 회복시키는 쪽에 투자하는 것이 경제적으로 확실히 유의미하다는 강력한 근거가 있음에도 불구하고, 여전히 투자 관행이나 불합리한 보조금 제도가 오히려 남획과 지속 불가능한 착취를 부추기는 실정이다. 앞 장에서 설명한 NCA(자연자본 관리)나 ESV(생태서비스 용역료 평가) 같은 도구들을 이용하면 투자의 흐름을 보다 현명한 방향으로 바꿀 수 있다.

또 다른 대안 가운데 하나는 WWF의 ‘해양생태계 회복을 위한 금융도구(FIRME, Financial Instrument for the Recovery of Marine Ecosystem)’이다. 이를 통해 자연보전 조치를 실행하기 위한 자금을 대출해 주고, 어업이 지속 가능성에 기반을 둘 수 있도록 지원하는 비용을 조달해 준다. 그런 다음 이렇게 하여 향후 늘어날 이익으로 차입금을 상환하게 한다. 해양보호구역 이용료, 각종 관광 관련 부과금을 우리의 해양자산의 가치를 향상시키는 일에 환원시키는 것도 금융흐름 방향 전환의 예이다.

WWF는 관련 기구나 기업은 물론 세계 모든 나라들이 일치하여 ‘푸른 연합’을 이루어 우리들의 바다가 건강을 되찾게 하는 행동에 나서기를 기대한다. 서식처 복원에 투자할 기금을 모으는 일, 어업(소규모 영세어업 포함)을 개혁하는 일, 오염을 줄이고 기후 변화에 대한 회복력을 강화하는 일 등이 여기에 포함된다.

공정한 자원 거버넌스: 바다를 보호하고 복원시키는 일은 정부만의 일이 아니다. 관련된 지역사회나 기업들도 책임을 지고 함께 참여해야 한다. 해결책 마련에는 자연, 사회, 경제 등 모든 측면의 요구와 한계를 고려하는 통합적인 사고가 전제되어야 한다.

WWF는 각 지역공동체들과 함께 권리 기반의(rights-based), 생태계 중심의 관리체제를 개발하고 있다. 그렇게 하여 각 지역공동체들이 자신들의 해양자원을 지속 가능하게 관리하고 장기적인 식량 확보와 생계유지가 가능하게 하려는 것이다. 때로는 해양자원의 접근이나 이익 분배와 관련하여 성 차별이 이슈로 대두되는 만큼, 이 문제에 대해서도 관심을 가져야 한다.



‘지구는 하나라는 시각’의 실천사례들

이 사례들에 대한 상세한 내용은 ocean.panda.org에서 확인하실 수 있습니다.



발트 해

발트 해 일대에서 보다 온전한 해양자원 관리가 이루어진다면 2030년 무렵에는 연간 55만 개의 일자리와 320억 유로의 부가가치가 추가적으로 창출될 것이다.



미국 동부 연안

허리케인 샌디의 위력에 놀란 미국 정부는 해안 방어사업에 수백만 달러를 투입하고 있다. 이 중에는 뉴욕 시가 벌이는 굴 서식처 및 염생식물 서식처 복원사업이 있고, 루이지애나 주에서는 해안보호 전략 방법에서 자연적 측면과 기술적 측면을 통합하는 프로젝트가 진행되고 있다.



북대서양 (대서양중양해령)

북대서양에는 찰리 길스 해양보호구역 말고도 5개의 공해(公海) 해양보호구역이 더 있다. 총면적은 285,000km²에 이른다. 이는 해양생태계 보전 노력이 국경 바깥 공해까지 확장돼 있는 본보기이다.



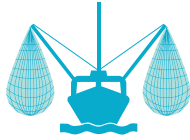
중양아메리카 보초

중양아메리카 보초의 농업지대 저수지의 약 3분의 2가 관리방법을 개선하여 보초에 주는 악영향을 최소화하고 있다. 살충제 독성이 68%, 비료와 농업용수 사용이 30% 이상, 그리고 표토 유실이 3분의 1 정도 줄었다



남아프리카

남획을 막기 위하여 WWF는 코겔버그 해안의 소규모 닳새우 어부들로 하여금 조합을 결성하여 보다 높은 가격에 새우를 출하하도록 지원하고 있다.



씨오션(seeOcean)

씨오션(seeOcean)은 웹에 기반을 둔 선박 추적 소프트웨어다. TransparentSea.org는 2015년에 WWF와 나바마(navama)가 협력하여 출범시킨 디지털 플랫폼이다. 세계 모든 어선이 여기에 등록하여 자기의 위치정보를 공유함으로써 합법적이고 책임 있는 어로작업을 하고 있음을 증명할 수 있다. 어로작업 감시자들에게 정보를 주어, 불법 어선을 단속하는 데 도움이 될 것이다.



몰디브

몰디브는 자국의 인도양 해역 참치 자원 평가 및 관리방안을 개선하고자 협의한 끝에 MSC로부터 자신들의 외바늘 대낚시를 이용한 채낚기 방식 다랑어잡이를 인증받았다.

WWF는 소비자들이 가급적이면 MSC 인증을 받은 수산물을 구매할 것을 권한다. 그것이 지속 가능한 어업을 살리는 길이다.



피지

상어를 구경하러 오는 관광객이 지역발전에 기여하는 바가 크다는 것을 깨달은 피지의 지역공동체들은 30마일 길이의 '상어 회랑'을 설정하고 그 안에서 상어잡이를 중지하였다. 상어 관광은 2010년 피지 경제에 미화 4,220만 달러의 수입을 안겼다(Vianna et al., 2011).



산호삼각지대

여섯 나라가 협력해 야심차게 추진하는 CTI-CFF(산호, 어업, 식품의 안전을 위한 산호삼각지대 이니셔티브), 전세계 어느 해역보다 풍요로운 그들의 바다를 현재와 미래의 주민들이 누릴 수 있게 하는 것이 목적이다.

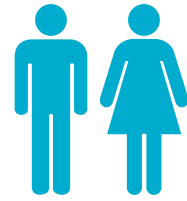
산호삼각지대는 지금까지 알려진 산호 종의 3/4이, 전세계 바다거북 7개 종 가운데 6종이, 해양포유류 27개 종과 바닷물고기 3,000종이 사는, 가히 해양 생태의 보물창고이다. 그러나 지난 40년 사이에 이 지대의 산호초와 맹그로브 숲의 40% 이상이 사라져 버렸다(Hoegh-Guldberg et al., 2009). 그뿐이 아니다. 남아 있는 산호도 85% 이상이 위협받고 있다. 그 중 약 45%는 멸종 위험이 높거나 아주 높은 상태인 종들이다(Burke et al., 2011). 이것은 이 지역의 인구 증가와 경제발전이 가져온 결과이다. 해안 개발, 공해, 농업과 해운이 초래하는 오염, 석유와 가스 시설, 지속 불가능하고도 파괴적인 고기잡이 등이 주요 위협요인이며 여기에 지구 전체적 압박요인인 해수의 온도 상승과 산성화가 가세하여 현재와 같은 자연파괴 상황을 만들어 낸 것이다.

자기들이 보유한 자연자산의 어마어마한 가치를 보전하는 것이 얼마나 중요한지를 깨달은 산호삼각지대 6개국은 2009년 산호초, 어업, 식품안전을 위한 산호삼각지대 이니셔티브(CTI-CFF, Coral Triangle Initiative for Coral reef, Fishery, and Food security)를 출범시켰다. 이 이니셔티브는 후손들을 위하여 이 지대를 지속 가능하게 관리하기 위한 획기적인 공동행동 계획을 만들어냈다. 이 계획의 주요 골자를 보면, 중요도가 높은 경관 지역이나 수역들을 골라 해양보호구역으로 지정하고 관리하는 일, 어로행위에 대하여 생태계를 기반으로 하는 규제체제를 도입하는 일, 기후변화에 관심을 가지고 짚어보는 일, 멸종위기 종을 보호하는 일 등이 포함된다.

자연자본의 보전: 6개국의 이니셔티브는 툰 무스타파 공원(Tun Mustapha Park) 같은 야심 찬 사업을 성사시키는 촉매역할을 했다. 툰 무스타파 공원은 말레이시아의 사바 주 근해에 산재한 50개 섬을 포함하는 총 1백만 헥타르에 달하는 광대한 해양보호구역의 이름이다. 이 공원은 산호초와 맹그로브 숲과 해초지대가 뒤섞여 있는 세계적으로 중요한 생태계이며, 바닷물고기, 바다거북, 해양 포유류의 중요한 이동 통로이기도 하다. 또한 주민 8만 명이 이 공원에서 하루에 약 100톤—미화로 약 20만 달러—의 물고기를 잡아 생계를 꾸려나고 있다. 툰 무스타파 공원은 해양보호구역의 개념을 소규모·엄격관리에서 대규모·지속 가능한 다른 융통성 있는 관리 방식으로 변환시킨 모범사례이다. 중요한 것은 이 공원이 현지주민공동체와 합동으로 관리된다는 점이다. 이곳 산호삼각지대에서는, 현지주민공동체를 기반으로 하는 자연자원 관리가 현지주민들의 생활을 개선할 뿐만 아니라 해양자원을 보존하고 지속 가능한 방식으로 이용하게 할 수 있는 핵심 도구이다.

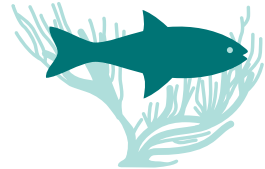
공정한 자원 관리체계: 전세계적으로 수산식품 관련 노동자의 절반은 여성이다(FAO, 2014b). 어업에서는 여성의 지위를 어떻게 평가하느냐가 매우 중요하다. 빈곤 및 환경 파괴의 근본적 원인을 척결하는 문제와 직결되어 있기 때문이다. 여성에

80,000



100만 헥타르의 툰 무스타파 공원은 산호초, 맹그로브, 해초가 뒤섞여 있는 소중한 자연자산으로 8만 인구의 삶을 지원한다

US\$200,000



이 공원에서는 날마다 거의 100톤, 미화로 20만 달러 어치 바닷물고기가 잡힌다

게 주도권을 주어 사업을 성공시킨 성공사례가 솔로몬 제도에 있다. 이 사업은 원래는 솔로몬 제도의 섬들 중 하나인 기조(Ghizo) 섬 주민들의 생활 개선을 목적으로 WWF 오스트레일리아 본부가 함께하고, 오스트레일리아 외교통상부와 존 웨스트 오스트레일리아(John West Australia) 사가 자금을 지원, 연안 바다에서 고기들을 모으는 일종의 집어(集魚) 장치—현지에선 이를 ‘뗏목(rafters)’이라 부른다—를 만들어 기부한 사업이다. 뗏목 비슷하게 생긴 이 부유(浮游) 장치를 연안 얕은 바다에 정박시키면 치어들이 모이고 이 치어들은 큰 고기들을 불러모으는 미끼가 된다. 이렇게 해서 산호초 주변이 아닌 보통 바다를 훌륭한 어장으로 새롭게 탄생시킨 것이다.

그리고 이 새 어장에서 얻은 이익금의 일부를 기조 섬의 여성전용 신용조합에 예치시켰다. 이 신용조합은 뗏목 사업과는 별도로, 존 웨스트 사가 따로 기부한 15,000 호주 달러를 종자돈으로 하여 설립된 여성전용 소액 예금 및 대출 금융기관이다. 여성들은 이 조합에서 대출받아 소규모 사업을 창업하여 소득을 올렸다. 이 조합 또한 대성공이었다. 18개월 만에 7개의 지부가 생겨났고, 창립 당시 40명이던 조합원 수는 650명으로 늘어났으며, 예금고가 172,000 솔로몬 제도 달러(미화로 21,400달러)를 넘었다. 이런 투자와 사업이야말로 현지민과 현지 해양자원의 지속 가능한 관리를 돕는 훌륭한 본보기이다.

금융흐름의 방향전환: 산호삼각지대 나라들이 시작한 CTI-CFF는 큰 호응을 얻어 아시아개발은행, 지구환경기금(Global Environment Facility), 미국국제개발처(USAID), 오스트레일리아 정부 등으로부터 거의 2.5억 달러를 지원받았다(Abraham, 2015). 이렇게 되자 이 지역을 기반으로 사업을 하고 있는 민간 부분도 지속 가능한 어업, 관광업을 구축하는 프로젝트에 투자하기 시작했다.

그림 25: 산호삼각지대 지도
(The Coral Triangle Atlas: UNEP-WCMC, World Fish Centre, WRI,TNC 2010).

범례

- 산호삼각지대 과학 구역 (scientific boundary)
- CTI-CFF 이행 구역



더 잡기 위해 덜 잡는다

모잠비크 해안 지방 어부들은 금어구역이나 해양보호구역이 가져다 주는 이익을 체감하고 있다.

프리메라 에 세군다스(Primera e Segundas)는 원시시대부터 있어 온 10개의 산호섬 열도로, 모잠비크 북부 해안을 따라 150km에 걸쳐 뻗어 있다. 이곳은 서인도양 바다거북의 생식에 아주 중요한 장소일 뿐만 아니라, 이동하는 고래, 돌고래, 그리고 바닷새의 중요한 경유지이다. 또한 이곳은 세계에서 가장 넓은 자연산 새우잡이 어장의 일부로서, 모잠비크 경제에 결정적으로 중요한 곳이다.

그런데 이 세계적으로 중요한 해양환경이 산업형 및 개인 남획에 점점 심해지는 기후변화의 영향이 가중되며 붕괴 일보 직전의 상황에 내몰렸다. 모마(Moma) 시는 인구가 30만인데, 그들의 5분의 4가 날마다 바닷물고기를 먹는다. 그리고 가구의 절반 이상은 어업으로만 돈을 버는 구성원이 있다. 이 전업 어부들은 총 15,000명이 넘는데 그들 대다수가 모기장처럼 촘촘한 그물을 써서 치어까지 잡는 등 환경 파괴적인 고기잡이 방법을 습관적으로 사용해왔다.

WWF와 케어(CARE)는 현지의 가난한 공동체들을 도와, 발전과 보전 두 마리 토끼를 잡으려 하고 있다. 2010년에 CARE-WWF 연합 팀은 두 군데의 금어구역을 설정하였다. 이곳에서는 고기잡이가 완전히 금지된다. 이 금역을 지키고 관리하는 일에 직접 참여했던 현지인들은 그곳에 물고기의 수와 다양성이 극적으로 늘어나는 것을 목격하였다. 4년 후 표본조사를 한 결과, 금어구역 안에서 잡힌 생물량(biomass)은 50.761kg이었으나 밖에서 잡힌 양은 4.445kg에 불과했다. 뿐만 아니라 어종의 수도 3~4배 차이가 났다(Mualeque, 2014). 그리고 금어구역의 어류들이 자연스럽게 그 바깥으로 퍼져 나감에 따라 현지 어부들의 어획량도 늘어났다. 이런 긍정적인 효과를 인정한 모잠비크 어업연구소는 금어구역 제도를 전국적으로 확대할 것을 건의하기에 이르렀다.



+300%

4년 후,
금어구역에는
어류자원이
3~4배로 늘어났다

자연의 가치를 계산하여 해안을 관리한다

벨리즈는 새로운 해안개발계획을 세울 때, 자연생태계의 경제적 가치를 꼼꼼히 계산해보면서 세운다.

벨리즈 해안 생태계의 아름다움과 생물다양성은 전세계 관광객의 눈길을 끈다. 이 나라 국민은 40% 이상이 해안지대에 살고 그곳 생태계에 의존해서 생계를 꾸려나간다.

벨리즈 연안과 연근해 모든 생태계들이 제공하는 서비스를 돈으로 환산하면 매년 미화 5억 5,900만 달러에 이른다. 이는 이 나라 2007년도 GDP의 43%에 맞먹는 금액이다 (Cooper et al., 2009). 이 서비스에는 상업적 어업이 가능하도록 어장을 제공해주는 서비스, 관광의 무대가 되어주는 서비스, 침식과 폭풍과 해일로부터 해안을 보호해주는 서비스 등이 포함된다. 사실 지금까지 우리는 해안지역에 대한 투자나 정책을 결정할 때, 산호초나 맹그로브 숲 등의 자연생태계가 베푸는 서비스를 간과하기 일쑤였다.

2010년 벨리즈의 해안관리협회(Coastal Zone Management Authority and Institute; CZMA)는 WWF, 자연자본 프로젝트(NatCap)와 동반자 협약을 체결하고, 벨리즈 최초로 전국 해안지구 통합관리계획을 입안하였다. 이에 따라 지금까지의 주먹구구식 의사결정은 사라지고 충분한 정보를 갖고 장기적 관점에서 의사결정을 하게 되었다. 이 계획은 과학에 근거한 각종 판단 자료를 제공한다. 그러므로 이를 참작하여 이해관계의 충돌을 객관적으로 해결할 수 있고, 인간의 행동으로 인해 자연이 피해를 입는 현상을 최소화할 수 있다. 그리고 이 계획은 현지주민들은 물론 전국민들, 그리고 다른 여러 산업계와의 대화와 타협을 거쳐 수립되었다.

여러 가지 다른 개발 시나리오들을 상호비교하기 위해, 이 통합관리계획 입안 팀은 NatCap 사의 인베스트(InVEST: Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs, 생태계 서비스 및 트레이드오프에 대한 통합 가치 평가)라는 소프트웨어를 활용했다. InVEST는 의사결정을 할 때 생태계가 제공하는 서비스의 값(경제적 가치)을 반영하는 것을 돕는 소프트웨어이다. 예를 들어 어떤 특정 해안지역을 개발하려 할 때, 그 개발이 그곳 생태계에 미칠 부정적인 영향을 따져, 개발로 인한 이익과 손해를 상호교환(trade-off)해 보는 것이다. 다시 말해 개발로 얻어지는 관광수입의 크기를 새우잡이가 불가능해지면서 발생하는 손실, 폭풍우에 대한 취약성의 증가로 인한 손실 등과 서로 비교해 보면, 어떤 타협점에서 결정을 내려야 할지 알 수 있게 된다.

현재 및 미래의 개발 수요와 현황 보존 간에 균형을 맞추는 이 계획이 실현된다면 2025년에는 바닷가재 잡이를 통해 미화 250억 달러의 추가 수입을, 산호초, 맹그로브 숲, 해초지 같은 기능성 수역을 25%까지 확대시키는 효과를 얻게 되고, 따라서 이들 생태계의 해안보호 능력은 두 배로 높아질 것이다. 한 마디로 벨리즈의 국민들은 자신들의 해안과 바다가 가진, 믿기 어려울 정도로 막대한 자원의 가치를 보다 현명하게 관리해나갈 길을 찾게 된 것이다.

새로운 물결

1972년, 미국 NASA는 해가 비친 둥근 공 모양의 지구 사진을 공개했습니다. 인류가 우리 별—우리 공동의 집—을 그런 거리와 각도에서 보는 일은 그때가 처음이었기 때문에, 우리는 그 사진에서 읽을 수 없는 깊은 인상을 받았습니다.

그리고 40년 넘는 세월이 지나 우리가 이 보고서를 마무리할 즈음, NASA는 지구 사진을 두 번째로 공개했습니다. 그러나 이번 사진은, 전처럼 여러 장의 사진을 조합해서 만든 것이 아니라, 100만 마일 밖에서 딱 한 번 셔터를 눌러 얻은 단 한 장의 스냅 사진이었습니다.

물론 이미 눈에 익은 그림이지만, 저는 이 지구 사진을 볼 때면 잠깐씩 회상에 빠지곤 합니다. 이 '구체(球體)'에는 국경이라는 것이 없습니다. 모든 것이 서로 연결되어 있습니다. 그리고 우리는 광대한 암흑의 공간에 떠 있는 이 연약한 행성에 전적으로 의지해 살고 있습니다.

푸른별 지구. 만일 지구상의 모든 생명의 근원이 바다라는 사실이 믿어지지 않으신다면, 지구 사진을 잘 보시기를 바랍니다. 바다와 기후 사이에 깊은 관계가 있다는 게 의심스러운 분도 마찬가지로입니다. 둘은 마치 직물의 씨줄과 날줄처럼 하나로 연결되어 있습니다.

이 사진은 제 마음에 경외감과 겸손함을 불러일으키고 동시에 새삼스러운 다급함으로 가득 채웁니다. 우주에서 바라본 2015년의 지구는 멀리서 보기에는 1972년의 지구와 똑같아 보이지만, 깊이 들여다보면 지난 40여 년 동안 엄청나게, 어쩌면 돌이킬 수 없을 정도로 심하게 변했다는 것을 알기 때문입니다. 이 보고서에 나와 있듯이 해양의 지구생명지수, 즉 해양생명지수(mLPI, marine LPI)는 1970년에 비해 49%나 낮아졌습니다. 이것은 그저 '어류나 거북이 수가 많이 줄었네요' 하는 단순한 차원의 이야기가 아닙니다. 지구상의 생명체들을 지속시켜주는 생태계라는 정교한 직물의 씨줄과 날줄이 거의 풀어헤쳐지고 있다는 심각한 뜻입니다.

올해 세계 지도자들은 해양의 미래에 아주 큰 영향을 주게 될 두 차례의 범지구적 합의를 이끌어내기 위해 만남을 가질 예정입니다. 9월에는 각국 정상들이 모여 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals, SDGs)에 합의할 것입니다. 특히 그 목표들 가운데 14번 목표는 해양에 관한 것입니다. 이 14번 목표의 구체적 실천 과제들은 이 보고서에 요약된 이슈들—서식처 파괴, 남획, 불법어로, 해양오염 등—을 주의 깊게 살펴보면서 마련되어야 할 것입니다. 그리고 그 과제들은 반드시 유의미한 투자와 실행전략으로 뒷받침되어야 합니다.

올 연말에는 각국 정부 대표들이 파리에서 만나 기후변화를 막기 위한 구속력 있고 보편성 있는 합의안을 도출할 예정입니다. 이 또한 중차대한 회담입니다. 왜냐하면 현재 시행되고 있는 국제합의는 사실상 유명무실하여, 우리가 의존하고 있는 해양생태계에 재앙을 불러올 게 뻔한 해수의 온도 상승과 산성화를 중지시키는 데 필요한 조치를 실효성 있게 취하기에는 아주 미흡하기 때문입니다.

우리는 무수한 난제들에 뒤엉켜 갈 길을 잃기 쉽습니다. 그러나 한 발짝 물러서서 무엇이 정말로 위태로운지 생각해 보면 우리가 무엇을 해야 할지가 분명해집니다. 절대 이대로 방관하고 있어서는 안 됩니다.



© Phil Dicke / WWF

존 탠저(John Tanzer)
WWF 국제본부 디렉터,
국제 해양프로그램 담당



참고문헌

- Abraham, A. 2015. Stocktake of CTI-CFF Programs and Projects: Strategic Review of Progress and Future Direction. Financial Resources Working Group, CTI-CFF, Interim Regional Secretariat.
- ACE. 2009. *Position Analysis: Changes to Antarctic sea ice: impacts*. Antarctic Climate & Ecosystems Cooperative Research Centre, Hobart, Australia.
- Agnew, D.J., Pearce, J., Pramod, G., Peatman, T., Watson, R., Beddington, J.R. and T.J. Pitcher. 2009. Estimating the Worldwide Extent of Illegal Fishing. *PLoS ONE* 4(2): e4570. doi:10.1371/journal.pone.0004570
- Ahmed, M.I. and Lawrence, A.J. 2007. The status of commercial sea cucumbers from Egypt's northern Red Sea Coast. *SPC Beche de Mer Information Bulletin* 26.
- Anderson, D.M., Burkholder, J.M., Cochlan, W.P., Glibert, P.M., Gobler, C.J., Heil, C.A., Kudela, R.M., Parsons, M.L., Rensel, J.E.J., Townsend, D.W., Trainer, V.L., and G.A. Vargo. 2008. Harmful algal blooms and eutrophication: examining linkages from selected coastal regions of the United States. *Harmful Algae* 8: 39–53.
- Arkema, K., Guannel, G., Verutes, G., Wood, S., Guerry, A., Ruckelshaus, M., Kareiva, P., Lacayo, M. and J. Silver. 2013. Coastal habitats shield people and property from sea-level rise and storms. *Nature Climate Change* 3: 913–918.
- Arnason, R., Kelleher, K. and R. Willmann. 2008. *The Sunken Billions: The Economic Justification for Fisheries Reform*. Joint publication of the World Bank and the FAO. ISBN 978-0-8213-7790-1.
- ADB. 2014. *Regional state of the Coral Triangle—Coral Triangle marine resources: Their status, economies, and management*. Asian Development Bank, Philippines.
- Atkinson, A., Hill, S., Barange, M., Pakhomov, E., Raubenheimer, D., Schmidt, K., Simpson, S. and C. Reiss. 2014. Sardine cycles, krill declines, and locust plagues: revisiting ‘wasp-waist’ food webs *Trends in Ecology & Evolution* 29(6): 309–316.
- Baker, K.D., Devine, J.A. and R.L. Haedrich. 2009. Deep-sea fishes in Canada's Atlantic: population declines and predicted recovery times. *Environmental Biology of Fishes*. 85, pp.79–88.
- BCG. 2013. *Turning adversity into opportunity: A business plan for the Baltic Sea*. Boston Consulting Group, Stockholm, Sweden.
- BCG. 2015. *BCG Economic Valuation: methodology and sources. Reviving the Ocean Economy: the case for action*. Boston Consulting Group, Global Change Institute and WWF International. Gland, Switzerland.
- Bird, K.J., Charpentier, R.R., Gautier, D.L., Houseknecht, D.W., Klett, T.R., Pitman, J.K., Moore, T.E., Schenk, C.J., Tennyson, M.E. and C.J. Wandrey. 2008, Circum-Arctic resource appraisal; estimates of undiscovered oil and gas north of the Arctic Circle. US Geological Survey Fact Sheet 2008-3049.
- Burke, L., Reyntar, K., Spalding, M. and A. Perry. 2011. *Reefs at Risk Revisited*. World Resources Institute, Washington DC, USA.
- Brander, L., Baulcomb, C., van der Lelij, J. A. C., Eppink, F., McVittie, A., Nijsten, L. and P. van Beukering. 2015. *The human benefits generated by expanding Marine Protected Areas*. VU University, Amsterdam, The Netherlands.
- Bruno, J. F. and Selig, E. R. 2007. Regional decline of coral cover in the Indo-Pacific: timing, extent, and subregional comparisons. *PLoS ONE* 2(8): e711.
- Bryant, D., Burke, L., McManus, J. and M. Spalding. 1998. *Reefs at Risk: A Map-Based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs*. World Resources Institute, International Center for Living Aquatic Resources Management, World Conservation Monitoring Centre, and United Nations Environment Programme.
- CCAMLR. 2013a. Illegal, unreported and unregulated (IUU) [online]. Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources. Available from: www.ccamlr.org/en/compliance/illegal-unreported-and-unregulated-iuu-fishing [accessed 26 June 2015].
- CCAMLR. 2013b. Fishery Report 2013: Champsocephalus gunnari Heard Island (Division 58.5.2) and Fishery Report 2013: Champsocephalus gunnari South Georgia (Subarea 48.3) [online]. Available from: www.ccamlr.org/en/fisheries/icefish-fisheries [accessed 21 July 2015].
- CCAMLR. 2015. How is climate change/ocean acidification predicted to impact krill abundance and distribution? Available from: www.ccamlr.org/en/fisheries/krill-%E2%80%93-biology-ecology-and-fishing

- Clarke, S.C., McAllister, M.K., Milner-Gulland, E.J., Kirkwood, G.P., Michielsens, C.G.J., Agnew D.J., Pikitch, E.K., Nakano, H. and M.S. Shivji. 2006. Global estimates of shark catches using trade records from commercial markets. *Ecology Letters* 9: 1115–1126.
- Cole, M. 2013. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental Science and Technology* 47: 6646–6655.
- Cooper E., Burke L., and N. Bood. 2009. Coastal Capital: Belize. The economic contribution of Belize's coral reefs and mangroves. WRI working Paper. World Resources Institute, Washington, DC. 53p.
- Copeland, C. 2008. Cruise Ship Pollution: Background, Laws and Regulations, and Key Issues. Congressional Research Service (Report #RL32450), Washington DC, USA.
- Cortés, E. 2000. Life history patterns and correlations in sharks. *Reviews in Fisheries Science* 8: 299–344.
- CRS. 2006. Fisheries Opportunities Assessment. University of Rhode Island and Florida International University.
- Davidson, L.N.K., Krawchuk, M.A. and N.K Dulvy. 2015. Why have global shark and ray landings declined: improved management or overfishing? *Fish & Fisheries* doi: 10.1111/faf.12119.
- De'ath, G., Fabricius, K.E., Sweatman, H. and M. Puotinen. 2012. The 27-year decline of the coral cover on the Great Barrier Reef and its causes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* 109(44):17995–17999.
- Devine, J.A., Baker, K.D. and R.L. Haedrich. 2006. Fisheries: deep-sea fishes qualify as endangered. *Nature* 439: 29.
- Dorneles, P.R., Sanz, P., Eppe, G., Azevedo, A.F., Bertozzi, C.P., Martínez, M.A., Secchi, E.R., Barbosa, L.A., Cremer, M., Alonso, M.B., Torres, J.P., Lailson-Brito, J., Malm, O., Eljarrat, E., Barceló, D. and K. Das. 2013. High accumulation of PCDD, PCDF, and PCB congeners in marine mammals from Brazil: A serious PCB problem. *Science of the Total Environment* 463-464: 309-318.
- Duhamel, G., Pruvost, P., Bertignac, M., Gasco, N., and M. Hautecoeu. 2011. Major fishery events in Kerguelen Islands: *Notothenia rossii*, *Champscephalus gunnari*, *Dissostichus eleginoides* – current distribution and status of stocks. In: Duhamel, G. and Welsford, D. (Eds). *The Kerguelen Plateau Marine Ecosystem and Fisheries*. Société Française d'ichtyologie. Available at: www.ccamlr.org/en/ws-mpa-11/p04 [accessed 21 July 2015].
- Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavanagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N.K., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Compagno, L.J.V., Ebert, D.A., Gibson, C., Heupel, M.R., Livingstone, S.R., Sanciangco, J.C., Stevens, J.D., Valenti, S and W.T. White. 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife* 3: e00590.
- Eamer, J., Donaldson, G.M., Gaston, A.J., Kosobokova, K.N., Lárusson, K.F., Melnikov, I.A., Reist, J.D., Richardson, E., Staples, L., and C.H. von Quillfeldt. 2013. *Life linked to ice: A guide to sea-ice-associated biodiversity in this time of rapid change*. CAFF Assessment Series No. 10. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Iceland. ISBN: 978-9935-431-25-7.
- Epler, B. 2007. *Tourism, the Economy, Population Growth, and Conservation in Galapagos*. Charles Darwin Foundation, Galapagos Islands, Ecuador.
- Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borero, J.C., Galgani, F., Ryan, P.G. and J. Reisser. 2014. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS ONE* 9(12): e111913. doi:10.1371/journal.pone.0111913.
- Estes, J.A., Terborgh, J., Brashares, J.S., Power, M.E., Berger, J., Bond, W.J., Carpenter, S.R., Essington, T.E., Holt, R.D., Jackson, J.B.C., Marquis, R.J., Oksanen, L., Oksanen, T., Paine, R.T., Pikitch, E.K., Ripple, W.J., Sandin, S.A., Scheffer, M., Schoener, T.W., Shurin, J.B., Sinclair, A.R.E., Soulé, M.E., Virtanen, R., and D.A. Wardle. 2011. Trophic Downgrading of Planet Earth. *Science* 333 (6040): 301-306.
- Soulé, M.E., Virtanen, R., and D.A. Wardle. 2011. Trophic Downgrading of Planet Earth. *Science* 333 (6040): 301-306.
- FAO. 2007. *The world's mangroves 1980-2005*. FAO Forestry paper 153. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO. 2009. *International Guidelines for the Management of Deep-sea Fisheries in the High Seas*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

- FAO. 2013. Report of the FAO/MARD Technical Workshop on Early Mortality Syndrome (EMS) or Acute Hepatopancreatic Necrosis Syndrome (AHPND) of Cultured Shrimp (under TCP/VIE/3304). Hanoi, Viet Nam, 25–27 June 2013. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1053. Rome, Italy.
- FAO 2013-2015. FAO Fisheries Department (FAO- FI). Review of the state of world marine fishery resources 2011. Marine resources - Southern Ocean. FIRMS Reports. In: Fisheries and Resources Monitoring System (FIRMS) [online]. firms.fao.org/firms/resource/10528/en [accessed 23 June 2015].
- FAO. 2014a. *FAO yearbook: Fishery and Aquaculture Statistics 2012*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO. 2014b. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO FIGIS. 2011. Fisheries data [online]. Available from: www.fao.org/fishery/figis/en [accessed 29 June 2015].
- FAO and OECD. 2015. Fishing for Development. FAO Proceedings 36, Paris, France.
- Fourqurean, J., Duarte, C., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M.A., Apostolaki, E., Kendrick, G., Krause-Jensen, D., McGlathery, K. and O. Serrano. 2012. Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience* 5: 505–509.
- GBRMPA. 2014. Great Barrier Reef Outlook Report 2014. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Australia.
- Gall, S.C. and Thompson, R.C. 2014. The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin* 92(1-2): 170–179.
- García-Hernández, J., Cadena-Cárdenas, L., Betancourt-Lozano, M., García-De-La-Parra, L.M., García-Rico, L. and F. Márquez-Farías. 2007. Total mercury content found in edible tissues of top predator fish from the Gulf of California, Mexico. *Toxicological & Environmental Chemistry* 89(3).
- Gattuso, J.-P., Magnan, A., Billé, R., Cheung, W.W.L., Howes, E.L., Joos, F., Allemand, D., Bopp, L., Cooley, S.R., Eakin, C.M., Hoegh-Guldberg, O., Kelly, R.P., Pörtner, H.-O., Rogers, A.D., Baxter, J.M., Laffoley, D., Osborn, D., Rankovic, A., Rochette, J., Sumaila, U.R., Treyer, S. and C. Turley. 2015. Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO₂ emissions scenarios. *Science* 349 (6243): aac4722 [DOI:10.1126/science.aac4722].
- Global Ocean Commission (GOC), 2014. *From Decline to Recovery: A rescue package for the global Ocean*. Available from: www.globaloceancommission.org/wp-content/uploads/GOC_Report_20_6.FINAL_.spreads.pdf
- Gille, S.T. 2002. Warming of the Southern Ocean Since the 1950s. *Science* 295 (5558): 1275-1277.
- Gillis, L.G., Bouma, T.J., Jones, C.G., van Katwijk, M.M., Nagelkerken, I., Jeuken, C.J.L., Herman, P.M.J. and A.D. Ziegler. 2014. Potential for landscape-scale positive interactions among tropical marine ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 503: 289-303.
- GPO. 2011. Deep Water: The Gulf Oil Disaster and the Future of Offshore Drilling: Report to the President. National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling.
- Hill, S.L., Phillips, T. and A. Atkinson. 2013. Potential Climate Change Effects on the Habitat of Antarctic Krill in the Weddell Quadrant of the Southern Ocean. *PLoS ONE* 8(8).
- HLPE. 2014. *Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome, Italy.
- Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Steneck, R. S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C.D., Sale, P.F., Edwards, A.J., Caldeira, K., Knowlton, N., Eakin, C.M., Iglesias-Prieto, R., Muthiga, N., Bradbury, R.H., Dubi, A. and M.E. Hatzioiols. 2007. Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification, *Science* Vol. 318 no. 5857 pp. 1737-1742
- Hoegh-Guldberg, O., Hoegh-Guldberg, H., Veron, J.E.N., Green, A., Gomez, E. D., Lough, J., King, M., Ambaryanto, Hansen, L., Cinner, J., Dews, G., Russ, G., Schuttenberg, H. Z., Peñaflor, E.L., Eakin, C. M., Christensen, T. R. L., Abbey, M., Areki, F., Kosaka, R. A., Tewfik, A. and J. Oliver. 2009. *The Coral Triangle and Climate Change: Ecosystems, People and Societies at Risk*. WWF-Australia, Brisbane, 276 pp.
- Hoegh-Guldberg, O. et al. 2013. *Indispensable Ocean: Aligning Ocean Health and Human Well-being*. Guidance from the Blue Ribbon Panel to the Global Partnership for Oceans.
- Hoegh-Guldberg, O. et al. 2015. *Reviving the Ocean Economy: the case for action*. WWF International, Gland, Switzerland.

- Holy Father Francis. 2015. Encyclical Letter - Laudato Si' - of the Holy Father Francis on Care of our Common Home. Available from: w2.vatican.va/content/francesco/en/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html
- Honey, M. and Krantz, D. 2007. Global Trends in Coastal Tourism, Center on Ecotourism and Sustainable Development. Prepared for WWF. Available from: www.responsibletravel.org/resources/documents/reports/Global_Trends_in_Coastal_Tourism_by_CESD_Jan_08_LR.pdf
- Igulu, M.M., Nagelkerken, I., Dorenbosch, M., Grol, M.G.G., Harbone, A.R., Kimire, I.A., Mumby, P.J., Olds, A.D. and Y.D. Mgaya. 2014.
- IOTC. 2015. Data querying service [online]. Indian Ocean Tuna Commission. Available from: www.iotc.org/iotc-online-data-querying-service
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. 1535pp.
- IPCC. 2014. Summary for policymakers. In: Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R. and L.L. White (eds.) *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp.1-32. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Jackson, J.B.C., Donovan, M.K., Cramer, K.L. and V.V. Lam (eds.). 2014. *Status and Trends of Caribbean Coral Reefs: 1970-2012*. Global Coral Reef Monitoring Network, IUCN, Gland, Switzerland.
- Jambeck, R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. and K. Law. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347 (6223): 768-771.
- Jones, H.P., D. Hole, and E.S. Zavaleta. 2012 Harnessing nature to help people adapt to climate change. *Nature Climate Change* 2(7):504-509.
- Kaufman, D.S., Schneider, D.P., McKay, N.P., Ammann, C.M., Bradley, R.S., Briffa, K.R., Miller, G.H., Otto-Bliesner, B.L., Overpeck, J.T. and B.M. Vinther. 2009. Recent warming reverses long-term Arctic cooling. *Science* 325(5945): 1236-1239.
- Kawaguchi, S., Ishida, A., King, R., Raymond, B., Waller, N., Constable, A., Nicol, S., Wakita, M. and A. Ishimatsu. 2013. Risk maps for Antarctic krill under projected Southern Ocean acidification. *Nature Climate Change* 3: 843-847.
- Kelleher, K. 2005. Discards in the World's Marine Fisheries; an Update. FAO Fisheries Technical Paper 470. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Lawrence, A. J., Ahmed, M., Hanafy, M., Gabr, H., Ibrahim, A. and A.A.F.A. Gab-Alla. 2005. Status of the sea cucumber fishery in the Red Sea – the Egyptian experience. FAO Fisheries Technical Paper, 79-90, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Lusher, A., McHugh, M. and R. Thompson. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin* 67: 94-99.
- Maribus. 2014. *World Ocean Review 3: Living with oceans: Marine Resources - Opportunities and Risks*. maribus gGmbH, Hamburg, Germany. Available from: worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor3/WOR3_english.pdf
- Mathis, J.T., Cross, J.N., Evans, W. and S.C. Doney. 2015. Ocean acidification in the surface waters of the Pacific-Arctic boundary regions. *Oceanography* 28(2):122-135.
- McCauley, D.J., Pinsky, M.L., Palumbi, S.R., Estes, J.A., Joyce, F.H. and R.R. Warner. 2015. Marine defaunation: Animal loss in the global ocean. *Science* 347(6219) doi: 10.1126/science.1255641.
- MEA. 2005. *Living Beyond Our Means: Natural Assets And Human Well-being*. Millennium Ecosystem Assessment Board.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2003. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, Washington DC, USA.
- Morato, T., Cheung, W.W.L. and T.J. Pitcher. 2006. Vulnerability of seamount fish to fishing: fuzzy analysis of life history attributes. *Journal of Fish Biology* 68: 209-221.

- Mualeque, D. 2014. Viabilidade biológica dos santuários de Corane e Tapua, distrito de Moma, provincial de Nampula, Moçambique. *Revista de Investigação Pesqueira* 36: 23-39.
- Muldrone, G. 2015. Unpublished data. WWF Coral Triangle Programme.
- Mulcrone, R. 2005. Holothuroidea [online]. *Animal Diversity Web*. Available at: animaldiversity.org/accounts/Holothuroidea [accessed 22 May 2015].
- Nellemann, C., Hain, S. and J. Alder (eds). 2008. *In Dead Water – Merging of Climate Change with Pollution, Over-Harvest, and Infestations in the World's Fishing Grounds*. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal, Norway.
- Nagelkerken, I., Blaber, S.J.M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L.G., Meynecke, J.-O., Pawlik, J., Penrose, H.M., Sasekumar, A. and P.J. Somerfield. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. *Aquatic Botany* 89: 155-185.
- Norse, E., Brooke, S., Cheung, W., Clark, M.R., Ekeland, I., Froese, R., Gjerde, K.M., Haedrich, R.L., Heppell, S.S., Morato, T., Morgan, L.E., Pauly, D., Sumaila, R. and R. Watson. 2012. Sustainability of deep-sea fisheries. *Marine Policy* 36: 307-320.
- Orth, R., Carruthers, T., Dennison, W., Duarte, C., Fourqurean, J., Heck Jr., K., Hughes, A.R., Kendrick, G., Kenworthy, W.J., Olyarnik, S., Short, F., Waycott, M. and S. Williams. 2006. A Global Crisis for Seagrass Ecosystems. *BioScience* 56 (12): 987-996.
- Österblom, H. and Bodin, Ö. 2012. Global Cooperation among Diverse Organizations to Reduce Illegal Fishing in the Southern Ocean. *Conservation Biology* 26: 638-648.
- Overland, J. E. and Wang, M. 2013. When will the summer Arctic be nearly sea ice free? *Geophysical Research Letters* 40(10): 2097-2101.
- Pet-Soede, L. Tabunakawai, K. and M.A. Dunais. 2011. *The Coral Triangle* photobook. ADB and WWF.
- Poppel, B., Kruse, J., Duhaime, G. and L. Abryutina. 2007. *SLiCA Results*. Institute of Social and Economic Research, University of Alaska, Anchorage, US.
- Purcell, S., Samyn, Y. and C. Conand. 2012. *Commercially important sea cucumbers of the world*.
- Purcell, S. W., Mercier, A., Conand, C., Hamel, J. F., Toral-Granda, M. V., Lovatelli, A. and S. Uthicke. 2013. Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries* 14(1): 34-59.
- Rabalais, N.N. 2002. Nitrogen in Aquatic Ecosystems. *Ambio* 31(2): 102-112.
- Ramirez-Llodra, E., Tyler, P.A., Baker, M.C., Bergstad, O.A., Clark, M.R., Escobar, E. and C.L. Van Dover. 2011. Man and the Last Great Wilderness: Human Impact on the Deep Sea. *PLoS ONE* 6(8): e22588. doi:10.1371/journal.pone.0022588.
- Roberts, C. 2002. Deep impact: the rising toll of fishing in the deep sea. *TRENDS in Ecology & Evolution* 17(5):242-245.
- Rochette, J. 2014. International regulation of offshore oil and gas activities: time to head over the parapet. IDDRI Policy Brief No 06/14 Feb 2014. Available from: www.iddri.org/Publications/Collections/Syntheses/PB0614_JR_offshore_EN.pdf
- Selman, M., Greenhalgh, S., Diaz, R. and Z. Sugg. 2008. Eutrophication and Hypoxia in Coastal Areas: A Global Assessment of the State of Knowledge. Water Quality: Eutrophication and Hypoxia Policy Note Series No.1. World Resources Institute, Washington DC, USA.
- Seltenrich, N. 2015. New Link in the Food Chain? Marine Plastic Pollution and Seafood Safety. *Environmental Health Perspectives* 123(2): A34-A41. doi:10.1289/ehp.123-A34.
- Shepherd, S. A., Martinez, P., Toral-Granda, M. V. and G.J. Edgar. 2004. The Galápagos sea cucumber fishery: management improves as stocks decline. *Environmental Conservation* 31(02): 102-110.
- Shukman, D. 2014. Deep sea mining: licences issued. BBC. Available from: www.bbc.com/news/science-environment-28442640
- Smith, V. H. and Schindler, D. W. 2009. Eutrophication science: where do we go from here? *Trends in Ecology & Evolution* 24: 201-207. doi:10.1016/j.TREE.2008.11.009.
- Spalding, M., Ravilious, C. and E. Green. 2001. *World Atlas of Coral Reefs*. University of California Press, Berkeley, CA, USA and UNEP/WCMC. ISBN 0520232550.
- Spalding, M., Kainuma, M. and L. Collins. 2010. *World Atlas of Mangroves*. Earthscan.
- Strauss, B. and Kulp, S. 2014. *Flooding risk from climate change, country by country, research report by Climate Central*. Available from: www.climatecentral.org/news/new-analysis-global-exposure-to-sea-level-rise-flooding-18066.
- Sumaila, U., Khan, A., Dyck, A., Watson, R., Munro, G., Tydemers, P. and D. Pauly. 2010. A bottom-up re-estimation of fishing subsidies. *Journal of Bioeconomics* 12: 201-225.

- Sumaila, U.R., Lam, V., Le Manach, F., Swartz, W. and D. Pauly. 2013. *Global Fisheries Subsidies*. European Parliament Directorate-General For Internal Policies, Brussels.
- Tournadre, J. 2014. Anthropogenic pressure on the open ocean: The growth of ship traffic revealed by altimeter data analysis. *Geophysical Research Letters* 41: 7924–7932, doi:10.1002/2014GL061786.
- Turner, J., Bindschadler, R.A., Convey, P., Di Prisco, G., Fahrbach, E., Gutt, J., Hodgson, D.A., Mayewski, P.A. and C.P. Summerhayes. 2009. Antarctic Climate Change and the Environment. SCAR, Cambridge, UK. ACE. 2009. Position Analysis: Changes to Antarctic sea ice: impacts. Antarctic Climate & Ecosystems Cooperative Research Centre, Hobart, Australia.
- UN General Assembly 2004 Oceans and the Law of the Sea, Report of the Secretary-General of 18 August 2004, A/59/62/Add.1, 29, para. 97.
- UNESCO. 2012. Managing water under uncertainty and risk. The United Nations World Water Development Report 4. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, France.
- UNEP. 2006. *Ecosystems and Biodiversity in Deep Waters and High Seas*. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 178. United Nations Environment Programme/International Union for the Conservation of Nature, Switzerland. ISBN: 92-807-2734-6.
- UNEP. 2011. Taking Steps Toward Marine and Coastal Ecosystem-Based Management - An Introductory Guide. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 189.
- UNEP TEEB. 2012. *Why Value the Oceans? A Discussion Paper*. UNEP/GRID-Arendal, Duke University's Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, UNEP-TEEB Office and the UNEP Regional Seas Programme.
- UNEP. 2014. *The Importance of Mangroves to People: A Call to Action*. van Bochove, J., Sullivan, E. and T. Nakamura (eds). UNEP, World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK.
- UNEP-WCMC, WorldFish Centre, WRI, TNC. 2010. Global distribution of warm-water coral reefs, compiled from multiple sources including the Millennium Coral Reef Mapping Project. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK. Available from: data.unep-wcmc.org/datasets/1
- UN WWAP. 2014. Water and Ecosystems [online]. United Nations World Water Assessment Programme. Available from www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/ecosystems [accessed 22 June 2015].
- Vianna, G.M.S., Meeuwig, J.J., Pannell, D., Sykes, H. and M.G. Meekan. 2011. *The socio-economic value of the shark-diving industry in Fiji*. Australian Institute of Marine Science. University of Western Australia, Perth, Australia.
- Wallace, B.P., Di Matteo, A.D., Hurley B.J., Finkbeiner, E.M., Bolten, A.B., Chaloupka, M.Y., et al. 2010. Regional Management Units for Marine Turtles: A Novel Framework for Prioritizing Conservation and Research across Multiple Scales. *PLoS ONE* 5(12): e15465. doi:10.1371/journal.pone.0015465.
- Watson, R.A. and Morato, T. 2013. Fishing down the deep: Accounting for within-species changes in depth of fishing. *Fisheries Research* 140: 63–65.
- Watson R., Zeller, D., and D. Pauly. 2011. Spatial expansion of EU and non-EU fishing fleets into the global ocean, 1950 to the present. Report commissioned by WWF-Netherlands. Available at www.searoundus.org/doc/publications/books-and-reports/2011/Watson-et-al-EU-fleet-expansion.pdf
- Waycott, M., Duarte, C.M., Carruthers, T.J.B., Orth, R.J., Dennison, W.C., Olyarnik, S., Calladine, A., Fourqurean, J.W., Heck, Jr, K.L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Short, F.T. and S.L. Williams. 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106 (30): 12377-12381.
- WCPFC. 2014. WCPFC Tuna Fishery Yearbook 2013. Western and Central Pacific Fisheries Commission. Available from: www.wcpfc.int/statistical-bulletins
- Worm, B., Davis, B., Kettner, L., Ward-Paige, C.A., Chapman, D., Heithaus, M.R., Kessel, S.T. and S.H. Gruber. 2013. Global catches, exploitation rates, and rebuilding options for sharks. *Marine Policy* 40: 194-204.
- WTTC. 2015. Travel and Tourism: Economic Impact 2014. World Travel and Tourism Council. Available from: www.wttc.org/-/media/files/reports/economic%20impact%20research/economic%20impact%202015%20summary_web.pdf
- WWF. 2014. *Living Planet Report 2014: species and spaces, people and places* [McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. and N. Oerlemans (Eds)]. WWF, Gland, Switzerland.
- WWF-ZSL. 2015. The Living Planet Index database. WWF and the Zoological Society of London. Downloaded 3 March 2015. www.livingplanetindex.org

세계자연기금의 네트워크

세계자연기금 각국 사무소*

가봉	에콰도르
기아나	영국
과테말라	오스트레일리아
그루지아	오스트리아
그리스	온두라스
나미비아	우간다
남아프리카공화국	이탈리아
네덜란드	인도
네팔	인도네시아
노르웨이	일본
뉴질랜드	잠비아
대한민국	중국
덴마크	중앙아프리카공화국
독일	짐바브웨
라오스	칠레
러시아	카메룬
루마니아	캄보디아
마다카스카르	캐나다
말레이시아	케냐
멕시코	콜롬비아
모잠비크	콩고민주공화국
몽골	크로아티아
미국	탄자니아
미얀마	태국
베트남	터키
벨기에	튀니지
벨리즈	파나마
볼리비아	파라과이
부탄	파키스탄
불가리아	파푸아뉴기니
브라질	페루
솔로몬 제도	폴란드
수리남	프랑스
스웨덴	프랑스령 기아나
스위스	피지
스페인	핀란드
싱가포르	필리핀
아랍에미리트 연합	헝가리
아르메니아	홍콩
아제르바이잔	

세계자연기금 제휴 기관

Fundación Vida Silvestre (아르헨티나)
 Pasaules Dabas Fonds (라트비아)
 Nigerian Conservation Foundation (나이지리아)

*2015년 7월 기준

출판정보

스위스 글랑에 본부를 둔 세계자연기금(이전 명칭은 세계야생생물기금)에서 2015년 9월 출간한 본 저작물의 일부 또는 전체를 재출판하는 경우, 하기 규정을 따라야 하며 본 저작물의 제목과 상기 출판자가 저작권자임을 기재해야 합니다.

인용 시 제목 :

WWF. 2015. *Living Blue Planet Report Species, habitats and human well-being.*
 [Tanzer, J., Phua, C., Lawrence, A., Gonzales, A., Roxburgh, T. and P. Gamblin (Eds)]. WWF, Gland, Switzerland

텍스트 및 그래픽 저작권자 :

© 2015 세계자연기금(WWF). 모든 권리 보유.

교육 및 기타 비영리적 용도로 본 저작물을 재출간(사진 제외)하는 경우, 세계자연기금(WWF)에 서면으로 사전 고지하고 상기를 참조하여 적절한 정확한 출처를 밝혀야 합니다. 세계자연기금(WWF)의 사전 서면허락 없이 재 판매 및 기타 상업적 용도로 본 저작물을 재출판하는 것을 금지합니다.

용도 불문하고 본 출간물의 사진을 재출판할 때는 세계자연기금(WWF)의 사전 허락이 필요합니다. 본 보고서에서 지리적 장소를 지정하고 자료를 제시하더라도 이는 특정한 나라, 영토, 지방, 정치 주체의 법적 지위나 그 경계 또는 한계의 확정과 관련된 세계자연기금(WWF)의 의견 표명은 아닙니다.

해양생명보고서

Living Blue Planet Report

100%
RECYCLED



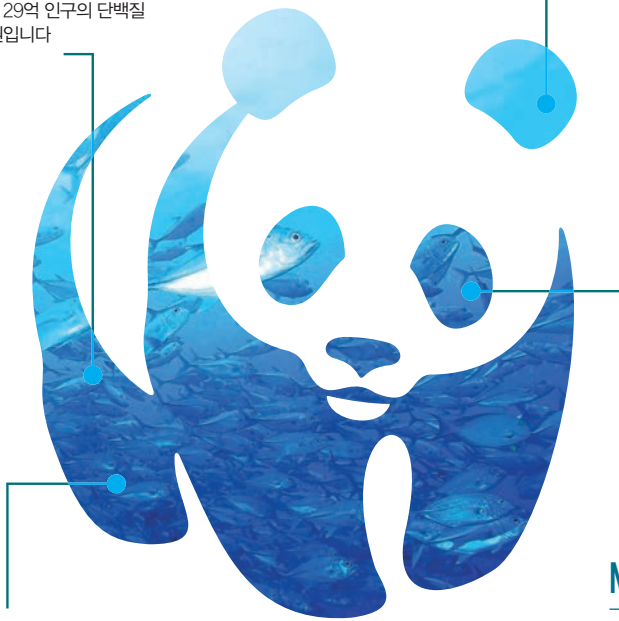
HUMAN WELL-BEING

인류의 번영

수산물은 29억 인구의 단백질 주 공급원입니다

SPECIES 종

식용어류 개체수가 반으로 줄었습니다



HABITATS 서식처

해양은 해마다 최소 미화 2조 5천억 달러의 이익을 창출합니다

NATURAL CAPITAL 자연자본

지난 30년간 열대 산호초의 반 이상이 사라졌습니다



Why we are here

세계자연기금(WWF)은 자구의 자연환경 파괴를 막고 자연과 인간이 조화롭게 공존하는 미래를 위해 일하는 세계 최대 환경단체입니다.

ocean.panda.org



© 1986 판다도형WWF -World Wide Fund For Nature 세계자연기금

(전 World Wildlife Fund 세계야생동물기금)

® "WWF"는 WWF의 등록상표입니다