

# 유류유출 영향평가 동향과 전망

## - 알래스카 해양과학심포지움 참가 출장기록 -

정종관(충남연구원 선임연구위원)

### 1. 출장개요

- 알래스카 해양과학심포지움(AMSS19)이 알래스카 앵커리지(2019. 1. 28 ~ 2. 2)에서 열렸다. AMSS19 학술대회는 해양생물을 중심으로 기후변화, 해양산성화, 유해조류번무, 해양측정분석기술, 유류유출영향 평가 등 해양과학기술 측면과 실제 제도적용 사례와 시사점 등을 공유하는 학술행사다.
- 참가자는 주로 알래스카 및 미국 연안지역 500여명으로 우리나라에서는 충남연구원 정종관 등 3명이 유류유출 관련 발표에 참가하였고, 3개 지역 주제별로 75편의 연구성과(별도로 180편 포스터) 발표와 함께 다양한 주제로 워크숍이 진행되었다.
- 행사가 끝난 후 엑슨 발데즈 사고가 일어난 프린스 윌리엄 사운드 해역의 슈어드에서 자원수출, 생태관광, 해양생물 연구 및 복원 사업 등을 살펴보기 위하여 알래스카 해양생물센터(Alaska Sealife Center)를 방문하였다.

### 2. 주요 행사 내용

#### 1) 기조연설 및 개막행사

- 상원의원 Senator Lisa Murkowski는 AMSS19 학술대회가 알래스카의 지속가능발전에 기여함을 기대하는 내용으로 기조연설(keynote speech)을 하였다.
- 학술지 편집장인(Hakai Magazine Editor in Chief) Jude Isabella의 특별강의는 과학자로서 글쓰기, 대중과의 소통 관련 표현력을 어떻게 증진시킬 것인지에 대해 진행되었다. 문장 구조, 줄거리 구성, 용어사용의 적확성 등을 언급하였는데, 학술대회를 통해 과학자에게 필요한 논문과 글쓰기 방법은 우리나라 학자들에게도 상당한 시사점을 준다.

Nesting dolls(Russian Mashorka), Nut graf; 푸틴에서 피터대제 까지

Framing the narrative; Moby Dick 소설의 사례

Embracing the weirdness of waterless waterways.

Structure; Aristotle

- A whole story is what has a beginning to an end.

Act I ; The hook

Act II; Take the reader in different direction

Act III; Race for the finish

- What's the hook(your lead)?
- What's the nut graf(or thesis, What's the story about?)
- What's the end(postscript, that eases the reader, out of the story)?

<Self editing issue>

- Avoid to be verbs
- Avoid the negative
- Write actively;

ex) move; shift, wiggle, ride, .....

eat; devour, gorge, munch, .....

Expletives: Use them or not?

Read everything you've written out loud.

Storytelling;

Stay curious!

Trust the process!

- 북극지역 기후변화 모니터링을 연구한 Rick Thoman의 주제강연은 기후변화의 함의성(One more complication on CC: Arctic climate monitoring)을 주제로 진행되었다. 1900~2018년간 수온이 베링해 3.5 → 4.5°C, 알래스카만 7.5 → 8.5°C 상승하였고, 베링해의 냉수대역이 2018년에 사라져서 명태pollock, 대구cod fish, 은대구sable fish가 이동하게 되었다.
- 엑슨 발데즈 유류유출사고 30년을 맞아 Jeffrey Short의 주제강연은 생태변화에 눈뜨기(Opening our eyes to Ecosystem Change)를 주제로 하여 유류유출이 지역의 생산성과 원시성을 오염시킨 내용을 담고 있었다. 유류유출 사고 후 1989~91년까지 사고원인자와 피해당사자간의 피해배상 협상은 horse trading(정치적 흥정을 통한 거래 교섭, 빈틈없는 거래나 타협)이라 하였고, 이를 계기로 1993~94년부터 AMSS가 시작되었다.
- 해양과학 선도연구상(Ocean Leadership Research Award)은 Kathy Frost(현재 Hawaii 거주)가 받았는데, 평생을 알래스카의 외진 해안지역에서 바닷새, 해양생물 관찰 및 보호, 모니터링 등에 대한 공로를 기려 사망한 남편과 함께 받았다.
- Anchorage Hilton에서 열린 연구포스터(session)는 기후변화, 생물다양성, 해양과학, 해양산성화, 유해조류번무, 유류유출, 해군(noise exposure to marine mammals and fishes) 등에서 연구한 내용이 다루어졌다. 장기 생태연구의 철학과 접근 방법에 대해 논의(LTER), 북알래스카만(NGA)의 생태지표로 규조류, 조류번무현상, 염도변화 등이 주요 내용이다.

## 2) 해양환경 변화추적 연구

- 육상동물 생태조사로 شم새갈매기(Northern fulmar)의 유전자(gene assignment), 물개(fur seal)의 먹이로 명태(pollock) 포획, 물범(harbor seal)의 개체수와 생활상 조사를 위한 적외선(IR), 드론(unmanned flight UAS) 방법 적용, 계량경제학을 적용하여 Bristol Bay에서 태평양연어(Pacific salmon) 어획활동 신규 진입자(new entrant)의 허용조업량(dual/single permit operation) 비교, 지역사회 연계(community connection)를 위한 과학기술공학수학 기반의 환경교육(STEM based environmental education), 첨단기술(ITA)을 이용한 항해용 드론, 계류장치, 순회용 관측기, 관측용 활강기, 표류 부유기(saildrone, moorings, prowler, oculus coastal glider, pop-up float) 등에 대해 설명하였다.

- 태평양청어(Pacific herring); 1989년 EVOS 이후 1993년 개체수가 96% 감소 후 복구가 안 되고 있음
  - Cook Inlet의 취약성평가 지표 연구; 해양생태계의 다양성에 차이가 있음
  - 마비성 패류독성(paralytic shellfish poisoning neurotoxin); 태평양 개조개 조직(butter clam tissue)
  - 해양조간대 평가(marine intertidal assessment)
  - 해달과 잘피 군집(sea otters and eelgrass communities); 해양동물 서식지로서 잘피의 중요성
- 해양산성화(OA; ocean acidification) 관련 내용으로 알래스카만 슈어드 정선(Seward line)을 따라 石灰霏石 포화도(aragonite saturation conc. %)조사로 해양의 산성화 진행정도를 비교(comparison of year 1980 and 2013)하였는데, 맛조개(razor clam)는 해양수내 이산화탄소 분압 증가와 산성화( $pCO_2 \uparrow$ ,  $pH \downarrow$ )로 패각이 물러지는 영향을 받는다.
  - 해양에 내리는 눈(marine snow)의 성분분석; 강열감량(loss on ignition) 분석으로 해양표면으로 증발된 유분이 강설에 포함되어 있다.
  - 식물성 플랑크톤(phytoplankton)의 주 종인 엽록소 함유 섬모충류(Chloroplast retaining ciliates) 동정방법, 새조개 이매패류(cockle bivalves)를 레이저 마찰 유도 플라즈마 질량분석기(LA ICP-MS; laser ablation) 정량하는 분석 방법 소개 등이 진행되었다.

### 3) 유류유출 관련 심포지엄(EVOS 30<sup>th</sup> Anniversary: A legacy of ecosystem research)

- 유류유출 방제정화 작업 참여자의 자각증상 및 건강영향평가 정도 유추해석 비교를 위해 Ron Heintz, Jeffrey Short와 대표적인 유류사고 세 지역 사례(EVOS, HS, DWH) 상호비교 방법을 논의(자각증상을 네 가지 단계로 구분: 심각, 잠복성, 증상발현, 정상)하여 추론 비교하였다.
- 엑슨 발데즈 유류유출 사고 관련 소송(claims)은 35,000건으로 배상률(compensation rate)은 10% 수준으로 마무리 되었다. 관련하여 엑슨 발데즈 유류유출 신탁이사회(EVOSTC)의 기금규모는 900M\$, 기금공여자는 Exxonmobil로, 기금 운영사업비 가운데 R&D가 40%를 차지한다. 허베이 스피리트호 관련 국제유류기금(IOPC)의 사정 인정률은 6.5%, 사정재판 인정률은 17.4% 수준이다.
- 유류유출 사고 후 지역사회 건강성 회복을 위한 전략행동계획 발표 후 이어진 질의응답에서 방제작업 참여자의 질병 유병률 차이에 대한 비교 해석과 각 주체간 업무 분장에서 지방정부의 역할에 대해 논의가 있었다.

### 3. 엑슨 발데즈 유류유출 사고(The Exxon Valdez Oil Spill)

- 1989년 3월 24일 프린스 윌리엄 사운드의 블라이 리프 암초에 부딪힌 엑슨 발데즈호의 11개 기름탱크 중 8개가 파손되어 25만 7천배럴(41,000kL)원유가 유출되어 바다를 검게 덮었다. 이 사고로 갈매기 25만, 해달 2800, 물개 300, 독수리 250, 범고래 수십 마리가 희생되었다. 그리고 연어와 태평양청어 등 수산자원의 손실은 지역 어부들의 생계를 위협할 수준으로 격감하였다.
- 1991년 10월 지역법정은 알래스카 주정부와 미연방정부, 엑슨 측의 길고도 지루한 협상 끝에 이루어낸 합의안을 최종 승인했다. 엑슨은 1.5억\$의 벌금을 판결받았고, 그 중 1.25억\$는 엑슨의 사고 후 피해 방제 조치로 인정하여 경감했다. 그 외에 추가적으로 엑슨은 어족자원, 야생동물 그리고 육지에 대한

피해보상으로 1억\$를 지불했다. 이 돈은 주정부와 연방정부의 재원으로 나누어 귀속되었다. 개인 손실 배상금은 9억\$로 결정되어 이 돈은 엑슨이 10년에 걸쳐 분할납부하여 2001년 9월 마무리 되었다. 엑슨이 치른 총 11.5억\$의 배상금과 벌금은 2010년 멕시코만 해저 유류유출사고 전까지 환경관련 사고로 인해 부과된 벌금 중 최고액으로 기록되었다.

- 선장 존 해즐우드(John Hazelwood)는 운항소홀로 인한 기름유출 죄목으로 5만\$ 벌금과 1천 시간의 사회봉사 처분을 받았다. 이에 따라 앵커리지-슈어드 고속도로를 따라 쓰레기를 줍거나 앵커리지 노숙자 무료급식소인 도우미로 일하면서 법원 명령에 따랐다. 엑슨 발데즈호는 모든 죄를 면제받고 샌디에이고 항구로 견인되어 수리받은 후 이름을 Sea River Mediterranean호로 바꾸었다. 지금은 지중해에서 원유를 운반하고 있다.
- *Twenty years after the Santa Barbara Channel oil spill, on 24 March 1989, the supertanker Exxon Valdez grounded on Bligh Reef in Prince William Sound, Alaska, spilling some 10.8 million gallons of oil over 12,000 miles of coastline, some 470 miles distant from the scene of the accident. Though of considerably greater magnitude, by approximately a factor of four in terms of spillage, in some respects this event was closely analogous to the Taaan oil spill:*
  - **Environmental damage was incurred;**
  - **Fisheries were closed;**
  - **Recreation and tourism were curtailed;**
  - **Livelihoods were lost.**
  - **Compensation was claimed.**
- There are elements of mis-analogy present as well: for instance, rather than beach tourism, the area catered mainly to cruise ships. Because of its remote location, the cleanup effort did not attract a large influx of volunteers. Throughout the entire recovery process, the issue of compensation was a central focus of attention (and subsequent litigation), injecting its own distractions and distortions.
- Of particular interest however is the story of community recovery, recounted by Davis (1996) among many others. Seven years after the event she was unwilling to offer her assessment of its aftermath for fear of prejudicing some claimants' petitions for compensation then still pending. In fact, only as recently as 25 June of this year was a final decision rendered, by the U.S. Supreme Court, reducing punitive damages from a lower court's award of \$5 billion to \$500,000 (Liptak 2008).
- A 2002 estimate of recovery status reported on the Web site "Prince William Sound: Paradise Lost?" (Kelly n.d.) provides some analysis and a list of "recovery objectives" for each of four areas of human services:
  - *Recreation and tourism will have recovered, in large part, when the fish and wildlife resources on which they depend have recovered and recreation use of oiled beaches is no longer impaired.*
  - *Commercial fishing will have recovered when the commercially important fish species have recovered and opportunities to catch these species are not lost or reduced because of the effects of the oil spill.*

- *Passive uses will have recovered when people perceive that aesthetic and intrinsic values associated with the spill area are no longer diminished by the oil spill.*
  - *Subsistence will have recovered when injured resources used for subsistence are healthy and productive and exist at prespill levels. In addition, there is recognition that people must be confident that the resources are safe to eat and that the cultural values provided by gathering, preparing, and sharing food need to be reintegrated into community life.*
- *The institutional response to the Exxon Valdez oil spill has been notable at both federal and state levels. On the former, within 18 months of the event major legislation passed the U.S. Congress in the form of the Oil Protection Act of 1990 (OPA 90). Among other things, it provided for the exclusion of single-hull vessels over 5,000 gross tons from U.S. waters after 2010 (Committee on Oil Pollution Act of 1990 & 1998) and the creation of the Prince William Sound Oil Spill Recovery Institute to ... "identify and develop the best available techniques for preventing and responding to oil spills in the Arctic and sub-Arctic" (Title V, Section 5001, Oil Pollution Act of 1990); and also to "assess and understand the long range effects of Arctic or sub-Arctic oil spill impacts on the natural resources of Prince William Sound. . . and the environment, the economy and the lifestyle and wellbeing of the people who are dependent on them."*
- In addition, it mandated establishment of regional advisory committees, leading to formation of the Prince William Sound Regional Citizen's Advisory Council and Cook Inlet Regional Citizens' Advisory Council. Further, OPA90 authorized creation of an industry-sponsored Marine Spill Response Corporation to maintain a fleet of spill response ships in five regional centers and a joint federal-state Exxon Valdez Oil Spill Trustees Council to administer the expenditure of compensatory funds. At the state level, ... between April 1989 and May 1990 the Alaska Legislature passed a dozen new laws dealing with prevention, response and oversight. Among the most significant laws was a law boosting the state's emergency oil and hazardous substance response fund to \$50 million--50 times what the fund had contained at the time of the spill. The Legislature also mandated a complete rewrite of the state's oil spill prevention, response, and contingency planning regulations, and increased both liability and penalties for polluters. (Kelly n.d.)
- Another outcome of the incident, this one emphasizing corporate social responsibility, was promulgation of the "**Valdez Principles**" for environmentally sound business practices, now the CERES(Coalition for Environmentally Responsible Economies) Principles:

#### 4. 알래스카의 자연자원과 기본소득제

- 러시아는 1853~55년 크림 전쟁의 여파로 인해 재정적으로 어려운 상황에 있었고 나중에 분쟁이 생겨 특히 영국 해군에게 쉽게 점령될 경우 아무런 보상도 받지 못하고 알래스카를 잃을 지도 모른다는 두려움으로 알렉산드르 2세는 이 영토를 미국에 팔기로 결정했다. 1867년 3월 초 미국 국무장관 슈어드는 720만\$(현재 가치 17억\$)에 매입하기로 협상을 마무리 지었다. 미국 여론은 대체로 긍정적이었지만 한 역사가는 다 빨아먹은 오렌지(sucked orange), 얼어붙은 황무지(frozen wilderness)를 구입한 것은 슈어드의 바보짓(Seward's Folly)이라고 뉴욕 트리뷴에서 말했다.



윌리엄 H. 슈어드



알래스카 해양과학심포지움(AMSS19)

- 알래스카에는 엄청난 양의 자원이 있다. 알래스카에는 많은 석유가 매장되어 있으며, 채굴한 철의 양만으로도 현재 미화 93억 달러의 가치에 달한다. 그 외에도 금, 아연, 은, 구리, 석탄, 천연가스, 침엽수의 목재나 기타 자원까지 합친 총합은 수 조 달러 이상의 가치를 지니고 있다. 특히 석탄은 전 세계 모든 매장량의 1/10이나 되는 엄청난 규모인데, 항 함량이 낮고 열량이 높아 한 때 우리나라에서도 상당한 양을 수입하였다. 1977년 노스 슬로프에서 발데즈까지 알래스카 횡단 송유관이 개설된 이래 이곳은 석유 생산에서 텍사스에 이어 2위를 자랑해왔다. 노동인력의 3분의 1이 주와 연방정부기관과 군사방위시설에 고용되어 있다. 전통적인 어업과 임업은 남획 남벌을 금지하는 정부 규제 하에 행해진다. 내한성 작물과 가축 사육이 가능하나 농작 여건이 불리하기에 대부분 식량을 수입한다.
- 북극해 연안의 노스 슬로프 석유채굴은 2018~19년 동계에도 활발히 진행되고 있다. 유가급락도 석유산업의 기대치를 꺾지는 못했다. 석유 가스가 주요산업인데, 유가급락(배럴당 2018년 10월 85\$에서 2019년 1월 60\$)으로 알래스카주의 재정상태는 수렁에 빠지게 되었다. 그럼에도 2014년 이래 처음으로 석유 가스업에서 고용이 증가하여 2018년 12월 고용인구는 9250명이고 실업률은 6.3% 수준이다. 노스 슬로프 석유광구는 유가가 고공행진 할 때인 2014년 17개 구에서 현재 18개 구로 늘어났다. 이에 따라 알래스카주의 세입은 2018년 11월 2730만\$로 증가하였다. 2034년까지 하루 10만배럴씩 채굴하는 Pikka광구와 Willow 광구에서 각각 105억\$, 70억\$씩 세입을 달성할 것으로 추산하고 있다. 이처럼 석유 가스산업은 알래스카의 재정을 뒷받침하는 주요 근간이기에 유류유출 사고 이후에도 이에 대한 의존도를 낮추기 어렵다.
- 알래스카주는 기본소득 소개에 가장 자주 언급되는데, 1976년 주민투표를 거쳐 석유 등의 천연자원 수출로 조성된 금액 중 일부를 알래스카 영구 기금에 적립하기로 했다. 이 기금의 운용 수익으로 알래스카주 정부는 1982년부터 주민들에게 ‘영구기금 배당금’을 지급하고 있다. 석유 등 천연자원 수입의 일부를 영구기금으로 적립하고, 이를 각종 금융상품에 투자해 수익을 낸 뒤 이를 주민과 공유한다. 알래스카는 석유가 풍부하다는 특수성이 기본소득 도입의 배경이 된 측면이 있다. 알래스카주의 기본소득 재원은 주로 석유에서 나오는 수입으로 이루어진다. 배당금은 알래스카에 1년 이상 거주하면 누구나 받을 수 있다. 알래스카주에 합법적으로 거주하는 사람에게 적을 때는 1인당 연간 300\$, 많을 때는 2015년 2,072\$, 2016년 1,022\$(약 110만원)를 지급했다. 알래스카는 현재 미국에서 가장 빈곤율이 낮으면서 경제적으로 평등한 지역으로 꼽힌다. 알래스카의 기본소득은 이제 확고한 복지 제도로 자리를 잡았다. 2002년 이전 10년간의 통계를 보면, 미국의 부유한 가구 20%의 평균 소득이 26% 증가했는데 가난한 가구 20%의 평균 소득은 12% 증가했다. 그러나 알래스카에서는 같은 기간 부유한 가구 20%의 평균 소득이 7% 증가에 그쳤는데 가난한 가구 20%의 평균 소득이 28% 증가했다.
- CNBC는 알래스카 모델은 안정적이고 꾸준한 재원(revenue source)이 있을 때 가능하다는 점을 지적

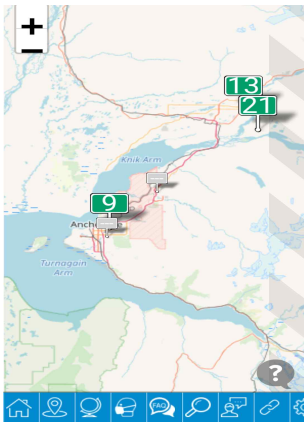
했다. 전 세계적으로 거래되는 상품이 재원일 경우에는 가격 변동성으로 어렵다는 것이다. 이 방송은 “알래스카 정부는 유가가 하락하자 곧장 세금을 인상하는 방안을 논의했다”고 전했다. 실제로 알래스카 정부는 2018년말 35억\$ 재정적자에 직면하자 유가가 배럴당 110\$ 이상이 되지 않는다면 세금을 인상하겠다고 했다. 2019년 2월 현재 국제 유가는 58~67\$ 선에서 거래되고 있다.

- 마크 저커버그 페이스북 최고경영자(CEO)는 알래스카의 정부 보조금(Alaska's basic income the Permanent Fund Dividend)을 높게 평가하여 기본소득제를 옹호한다. “알래스카의 현금지급 정책(기본소득 정책)은 다른 주에도 좋은 교훈을 제공한다(Alaska's social safety net programs are in a way that provides some good lessons for the rest of our country).”

저커버그는 알래스카가 기본소득을 지급한 걸 보면서 페이스북 초기의 교훈을 떠올렸으며, 직원들이 빚을 지고 있을 때보다는 일정한 수익을 올리고 있을 때 조직의 생각이 긍정적으로 바뀌었다. 수익이나 재산이 적을 때 사람들은 생존만을 생각하지만, 삶의 여유가 있으면 미래에 대한 자신감을 갖고 투자와 성장 기회를 찾는다. 또 알래스카주 경제에 역사적으로 이 같은 정신이 투영되어 이기는 정신을 가질 수 있었다며 알래스카주의 사례는 교훈이 될 것이라고 했다.

- 기본소득이란 정부가 국민에게 매달 조건 없이 돈을 지급하는 제도인데, 수입이 많은 적든 상관없이 모든 사람에게 돈을 준다. 최근에는 고도로 발전한 기술을 바탕으로 임금 노동에서 벗어나 기본소득을 받아 각자 원하는 삶을 영위할 수 있다는 기술주의 막시스트(Techno-Marxist)라는 개념도 제기됐다. 기본소득 정책은 전 세계적으로 뜨거운 감자다. 매년 기본소득 보조금을 지급하는 것이 사람들에게 투자와 성장 기회를 제공할지 아니면 보조금에 의지해 게으름을 피우게 될지 핀란드의 실험도 향후 귀추가 주목된다.

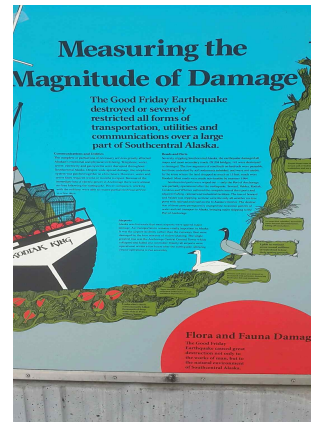
<사진>



1



2



3



4



5



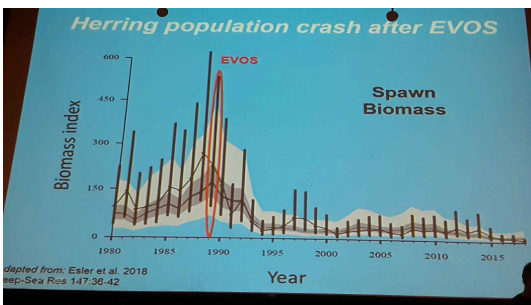
6



7



8



9



10





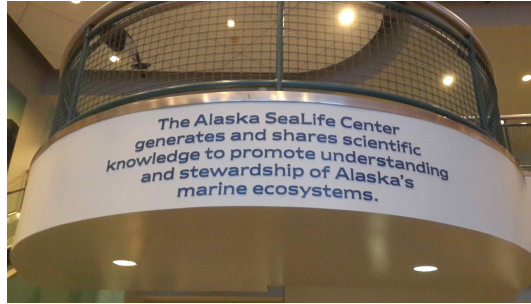
11



12



13



14



15



16

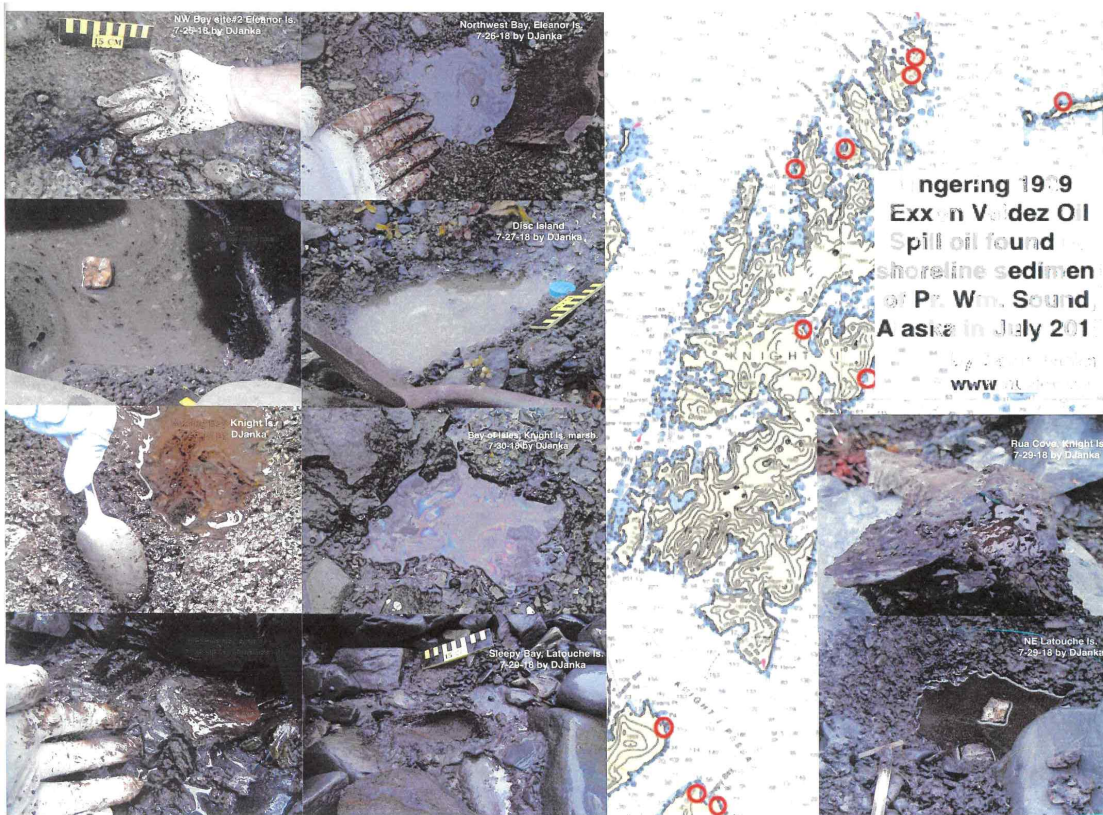


17

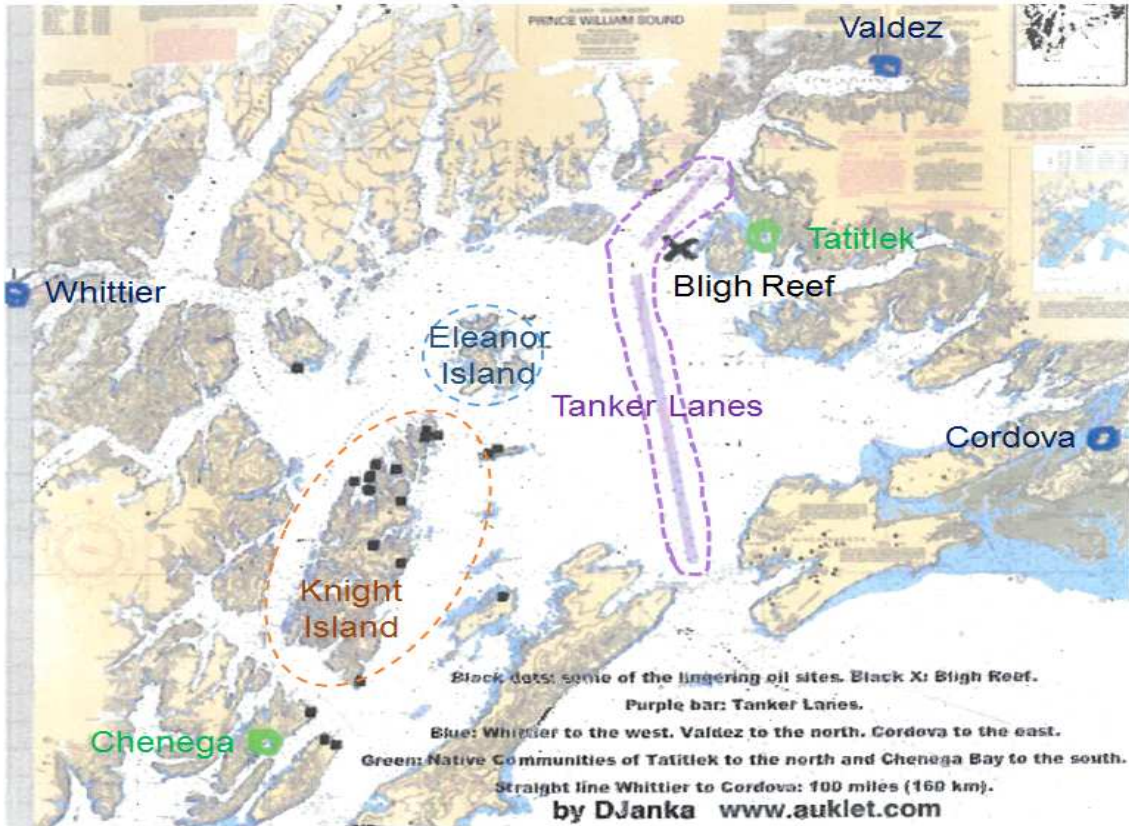


18





19



20

## <사진 설명>

1. 앵커리지의 대기오염지수(AQI)는 상당히 양호한 수준이다.
2. 엑슨 발데즈호 유류유출 사고로 알래스카만 750km 해역이 오염피해를 입었다.
3. 환태평양대에 위치한 지각 판구조 특성상 지진발생으로 종종 피해를 입는다.(1964년 3월 27일 규모 8.0 지진 발생)
4. 슈어드 레저렉션만 가문비나무에 등지를 튼 미국의 상징 대머리독수리.
5. 알래스카는 광대한 자연의 보고로 면적 151만km<sup>2</sup>에 인구는 70만명에 불과하다.
6. 앵커리지 시내의 현충탑. 한국전쟁에 참전하여 희생된 알래스카인이 10명이다.
7. 슈어드 항구의 컨베이어. 황 함량이 낮고 고열량 석탄을 한 때 한국으로 수출한 시설이다.
8. 유류유출에 영향을 받은 레저렉션만의 해초 표류물.
9. 엑슨 발데즈 사고 후 태평양 청어의 생체량이 96% 감소하였다.
10. 알리에스카 고속도로에서 연결되는 알리에스카산.
11. 알래스카 해양과학 심포지움의 포스터 발표회.
12. 앵커리지 박물관에 전시된 엑슨 발데즈 유류사고로 죽은 솜털오리 상징모형.
13. 앵커리지 해양생물센터에서 구조 후 자연복귀 적응 중인 해달. 귀여운 모습으로 널리 알려진 해양포유류 해달은 멸종위기종으로 엑슨 발데즈 사고 후 25년이 지난 2014년에 사고 전 수준으로 회복되었다. 돌을 사용하여 홍합을 깨서 먹는다.
14. 앵커리지 해양생물센터.
15. 알래스카 원주민 의료센터.
16. 알래스카 지역병원. 기본소득제도 적용의 의료복지시설.
17. 앵커리지 시내에서 연어 회귀를 볼 수 있는 쉽크리크.
18. 알래스카 원주민의 예술공연.
19. 엑슨 발데즈 사고발생 30년이 지났지만 아직도 곳곳에서 발견되는 유징.
20. 프린스 윌리엄 사운드 내의 섬 지역에는 아직도 유징이 발견된다.

(끝)