

## SCAR의 육상 과학 현장 연구를 위한 행동강령(CoC)

(2017, Beijing, ATCM 40/CEP20 WP18)

### 배 경

1. 본 CoC는 남극 육상 현장조사를 수행하는 과학자들을 위한 지침으로 제공됨. 본 CoC의 필요성이 제기된 9차 CEP(CEP 9 최종보고서, 132 문단)에 따라 SCAR가 활용 가능한 버전을 내놓은 바 있음. CoC는 SCAR 커뮤니티와 COMNAP에 의해 검토되어왔으며 2008년 7월 모스크바에서 열린 30차 SCAR 대표 회의에서 승인된 바 있음. 2017년 SCAR에서 추가적인 검토가 있었으며 20차 CEP에서 고려할 수 있도록 개정본을 제출함
2. 본 CoC에 표현된 ‘외래종 번식체의 유입 방지 요구’는 여러 ASPA와 ASMA 관리계획과 연구 기지들의 운영절차에도 일반적으로 포함되어있는 사항임. 그러나 다양한 프로토콜에서 다른 용어와 설명으로 표현되어있어, 여기에는 일반적인 용어를 사용하여 보호구역을 포함한 남극의 어떤 지역에서도 활용할 수 있는 통일된 CoC를 제공하고자함

### 서 론

3. 남극은 수많은 독특한 지질학적, 고생물학적, 빙하학적, 생물학적 특성을 가지고 있음. 이러한 남극의 경관과 생물학적 군집들은 교란으로부터 회복하는 자연적 능력에 한계가 있음. 많은 특성들이 쉽게 그리고 비가역적인 손상을 받을 수 있음. 이 CoC는 과학자들과 관련 인원들이 미래 과학연구에 부끄럽지 않고 미래세대를 위해 남극환경을 보호하면서 과학 야외 활동들을 수행하는 방법에 대한 제안들을 제공함. 이 프로토콜은 인간 존재가 가능한 적은 영향을 미치도록 보장하고 있음. 과학 연구를 수행하는 모든 인원이 본 CoC에 익숙해져야함
4. 남극조약에 대한 환경보호의정서는 남극에서의 환경보호와 관리에 대한 기본을 제공하고 있음. 기후변화와 인간활동의 압력 증가는 남극의 독특한 특성을 보호하기 위한 포괄적인 가이드라인을 필요로 하고 있음. 이 CoC는 의정서의 관련 부분을 보완하고 있으며, 남위 60도 이상의 만년빙과 육상에 기반하는 현장 연구(호소, 육상, 연안/조간대, 빙하, 생물, 고생물, 사회학, 역사, 고고학, 기후학 그리고 지질학 연구를 포함)를 수행하는 연구자들에게 지침을 제공함. 여기서 ‘field’ 활동이란 기간에 상관없이 자연환경에서 행하여지는 모든 과학활동과 이 활동을 지원하기 위한 로지스틱 활동으로 정의됨
5. 남극에서 육상 현장 연구를 하는 모든 국가는 본 CoC를 자국 운영 절차에 포함시키고 연구수행자나 지원인력들이 CoC를 따르도록 할 것을 권장함
6. 탐사의 안전에 영향을 주지 않는 한 현장에서 과학연구를 수행하는 모든 인원이 최대한 본 CoC에 따를 것을 제안함

## 일반적인 가이드라인

7. 남극 과학자들은 연구를 위해 고산이나 북반구 극지역을 방문할 기회가 많아 남극 여행자들에 비해 남극(아남극)에 외래종 번식체를 가지고 들어올 기회가 잠재적으로 더 높음. 더구나 남극 과학자들은 빈번히 생물다양성과 지질다양성의 상당한 차이를 보이는 남극보존생물지리구역들(ACBRs) 간에 이동함. 이러한 서식지내에서 수행되는 연구 과정에서 의도하지 않게 옷이나, 연구장비, 장비 케이스로 번식체 및 토양을 옮길 수 있음. 이러한 항목들이 세척/멸균되지 않고 남극 또는 ACBRs 간에 옮겨지게 되면 번식체와 같은 물질들이 남극에 옮겨질 기회가 됨. 남극으로 들어가거나 남극내의 지역간에 이동하는 장비는 적절히 세척/멸균되어야 함
8. 인간에 의한 종의 이동은 개체군의 유전 구조 변화에서 지역 생물다양성 변화와 다음 단계로 군집 변동에 영향을 주는 결과를 초래할 수 있음. 인간에 의한 남극 외 지역에서의 종(또는 번식체)의 이동은 대부분의 경우 외래종으로 생각할 수 있음. 그러나 지역간의 차이들을 고려하여, 지역내 자생종의 이동 또한 최소화할 필요 있음. 자생 생물의 우발적인 이동은 분자 적응(molecular adaptation)에 대한 과학연구, 지역적 진화와 생물지리학 연구를 타협하게 할 수 있고 인위적 영향이 가장 제한된 시스템을 제공하는 남극의 내재적 가치를 감소시킴
9. 남극 현장 활동은 환경영향을 가능한 최소화 하도록 디자인되어야함

## 현장에 가기 전

10. 환경보호의정서 부속서 I에 따라 방문 현장에서 활동으로 인해 발생할 수 있는 환경영향을 평가하기 위하여, 사전에 계획된 활동을 가능한 전체적으로 자세하게 적절한 국가 기관에 보고할 것
11. 모든 과학 활동을 수행하기 이전에, 활동 지역, 기간, 강도를 포함하여 계획된 활동의 스톱을 명확히 정의하고 고려하는 것이 필수적임
12. 활동 자체와 그 지역 내에서 이루어지는 다른 활동과 조합된 누적 영향을 인지할 것. 활동에 대한 가장 낮은 영향의 대안을 고려하고 가능한 기존의 시설들을 재사용 할 것
13. 현장 활동으로 인한 환경영향을 최소화하기 위하여:
  - i. 가능한 연구 기지에 가까운 지역을 선정하고 기존의 이동로를 사용할 것
  - ii. 현장 일을 수행하는데 필요한 인원의 방문자 수를 제한 할 것
  - iii. 가능한 식생지역, 번식지, 구조토, 수계와 같은 교란에 민감한 지역은 피할 것
  - iv. 기존의 연구 사이트를 가능한 재사용할 것
  - v. 환경 사고나 사건을 방지하고 이에 대해 효과적으로 즉각 반응하는 데 필요한 능력에 대해 고려할 것
14. 현장에 가지고 가는 모든 물건은 세척하고, 기지에 돌아와서도 적절히 세척할 것

15. 외래종이나 화학 오염물질의 유입을 피하기 위한 예방 조치를 수행한 후 지역 간에 물질들을 이동시킬 것:
  - i. 모든 장비와 의류, 신발 등은 철저히 세척할 것
  - ii. 불필요한 포장이나 물건들을 현장에 가지고 들어가지 말 것. 폴리스틸렌 구슬이나 칩과 같은 포장재는 남극내로 반입이 금지되어있음을 숙지할 것

### 현장에서

16. 생물학적, 지질학적, 고생물학적, 역사적, 고고학적, 지형학적으로 민감한 지역 즉 조류와 물개의 군서지, 휴식지, 식생지역, 담수호와 연못, 사구, 자갈비탈, 하안단구, 화석지대, 부서지기 쉽거나 민감한 지형(예, 구조토, 굳지 않거나 빈약하게 굳은 퇴적토, 생물이 있는 토양크러스트, 풍화혈(weathering pits), 여름 해빙 기간 동안 수분 포화상태의 토양), ice core pyramids와 조약돌 지역 등에서 특히 주의할 것
17. 남극 식물상과 동물상에 불필요한 교란은 피할 것. 야생동물이 쉽게 교란 받을 지역, 특히 번식기는 피할 것
18. 가능한 작은 샘플을 취하여 자원(예, 지질자원, 고생물 자원, 생물자원, 얼음 등)을 보호할 것. 활동을 위해 승인 받은 환경영향평가에 따라서만 시료를 채취할 것
19. 유류나 화학물질을 흘린 자리, 캠프 사이트, 토양채취 구멍, 시추 지역, 샘플링 사이트, 실험 사이트 또는 다른 교란이 가해진 지역을 기록(GPS 활용)하고, 국가 기관에 보고할 것. 향후 연구자들이 활용 가능함
20. 해당 환경에서 이동할 때 영향 최소화:
  - i. 가능한 만들어진 경로를 활용
  - ii. 식생지역, 개천바다, 호수 가장자리, 연약한 암반, 토양 형성지 등의 위로 걷지 말 것
  - iii. 가능한 운송수단의 이동은 정해진 트랙 또는 눈이나 얼음 표면으로 제한할 것
  - iv. 실행가능하다면 헬리콥터의 착륙 지점은 알려진 지점으로 하고 헬리 착륙장은 공중에서도 잘 보이도록 표시할 것
  - v. 조류 밀집지역 인근에서 항공기 운항에 대한 ATCM 가이드라인에 따라 야생동물에 대한 교란을 최소화할 것
  - vi. 환경영향을 더 유발하지 않을 경우 활동으로 인한 모든 교란을 복구할 것
  - vii. 조류(algae)나 무척추동물은 돌아래에서 서식함. 바위나 돌의 이동은 활동을 위해 꼭 필요한 만큼 최소화 할 것
  - viii. 돌무덤(cairn)을 만들거나 비공식적인 이정표를 만들지 말 것. 자연물에 페인트나 비슷한 물질로 표시하지 말 것

### 과학 현장 사이트 관리

21. 현장 사이트의 환경영향 최소화:
  - i. 제안된 과학 활동을 위해 필요 이상의 넓은 지역을 연구지역으로 하지 말 것
  - ii. 사이트를 활용하는 동안 깔끔하게 정돈을 유지할 것
  - iii. 이물질들이 환경으로 퍼지게 하는 활동은 피할 것. 특히 스프레이 페인트의 사용이나 나무 표지 등의 사용은 피하고, 가능한 튼질과 포장제거 작업은 텐트나 막사 안에서 할 것
  - iv. 날아다니거나 호기심 많은 새들(예, 스쿠아, 펭귄)이 장비를 가져가지 않도록 관리
  - v. 분뇨와 생활하수의 수집과 현장으로부터의 제거를 확실히 하기 위한 모든 가능한 예방 조치를 취할 것
22. 작업이 끝나면, 환경에 더 영향을 가하지 않는 한 사이트를 복구할 것. 해당 사이트가 환경보호의정서에 따라 지속적인 모니터링이 필요할 수 있음을 기억할 것
23. 남극 환경에 외래 물질과 오염원의 유입 방지가 중요하기 때문에:
  - i. 저온에서 부서지기 쉬운 물질 (예, 폴리에틸렌 성분의 플라스틱)을 피할 것
  - ii. 연료, 화학물질, 동위원소 (안정 또는 방사성)를 다룰 때 흘리거나 부주의하게 환경으로 유입되지 않도록 각별히 주의할 것
  - iii. 연료와 화학물질을 보관하고 다룰 때에는 적합한 용기를 사용할 것
  - iv. 연료와 다른 용액들을 다룰 때에는 가능한 드립트레이를 사용하고 강한 바람이 불 때 특별히 주의해서 사용할 것
24. 모든 환경사고나 사건은 적절한 관리 기관에 보고할 것
25. 장비를 장기간 야외에 설치하여 둘 경우:
  - i. 환경보호의정서 부속서 I에 따라 장비 설치 이전에 환경영향평가를 확실히 수행할 것
  - ii. 장비를 설치한 국가, 사업 책임자, 설치년도, 설치기간 등을 분명하게 알아볼 수 있도록 표시할 것
  - iii. 장비의 사용이 더 이상 필요하지 않을 경우 회수할 것. 예외적으로 회수가 비현실적이거나 그로 인하여 환경에 더 크게 영향을 미칠 경우, 장기 모니터링 및 연구가 유익하다고 판단될 경우에 회수하지 않을 수 있음
26. 적절한 환경영향평가를 통해 허가받지 않은 상황에서 물질이나 어떠한 종류의 채취 샘플들을 옮기지 말 것
27. 살아있는 동물을 활용한 연구 수행 시에는 허가를 받아야 하며, SCAR의 ‘남극에서 과학적 목적의 동물 이용 행동강령(SCAR’s Code of Conduct for the Use of Animals for Scientific Purposes in Antarctica)’을 참고할 것

#### 야외 캠프

28. 캠핑장비와 과학장비는 남극으로 운반되기 전 또는 지역 간에 이동되기 전에

## 세척할 것

29. 야외 캠프로 인한 환경에 대한 흔적을 최소화하기 위해:
  - i. 가능한 캠핑은 만년설이나 빙하위에서 할 것
  - ii. 가능한 캠프의 위치는 호수 가장자리, 개천의 바닥과 삼각주 지역, 식생지역에서 멀리 정하여 이들 환경에 대한 손상과 오염을 피할 것
  - iii. 동물이 접근 가능한 곳에 음식물이나 폐기물이 없도록 특별히 주의를 기울일 것
  - iv. 가능한 캠프 사이트를 재사용 할 것
  - v. 사용기간 동안 캠프는 깔끔하게 유지하고, 환경에 더 큰 손상이 없다면 사용 후 가능한 회수 할 것
  - vi. 연료 사용을 줄이기 위해 태양과 풍력을 가능한 많이 사용할 것
30. 장비와 보급품들은 항상 적절하게 보관하고 관리하여 강한 바람이나 헬리콥터의 하강류로 인해 분산되지 않도록 할 것. 어떤 지역은 예고 없이 갑자기 강한 대륙풍(katabatic winds)이 불 수 있다는 것을 유념할 것
31. ASPA 또는 ASMA 지역에서 작업할 때 지역 관리계획에 야외 캠프에 관한 추가적인 요구 사항이 있을 수 있음을 유념할 것. ASPA에 들어가기 위해 요구되는 출입허가서에 포함된 모든 조건을 따를 것. ASPA 방문자 보고서는 가능한 빠른 시일내에 관계 기관에 보고하고 활동 후 6개월이 넘지 않도록 할 것

## 환경-특이 가이드라인

### 호수와 개천

32. 샘플링 장비는 수계나 연안 환경에 가장 덜 파괴적인 것을 선정할 것. 주의 깊게 채취하고 필요 이상 채취하지 말 것. 한 장소에서 샘플링을 장기간 또는 여러 시즌에 걸쳐 수행한다면 누적 영향을 최소화 할 것. 드레지, 트롤, 박스코어의 사용은 최소화 할 것
33. 남극의 수 생태계는 전형적으로 영양분이 극도로 낮은 상태(동물의 영향이 있는 곳 제외)로 인위적 오염에 대해 민감함. 이러한 환경에 분뇨가 유입되지 않도록 유입 방지를 위한 조치가 있어야 함
34. 생물상과 독의 안정성, 물의 흐름 패턴을 바꿀 수 있으므로 호수나 개천의 바닥, 가장자리에서 걸어 다니지 말 것. 건너야 할 경우 지정된 지점으로 건너고, 그렇지 못할 경우 가능한 바위를 디딜 것
35. 가능한 호수 얼음 위에서의 차량 운행은 최소화 할 것. 호수 안으로 들어가야 하는 경우 가능한 모터가 없는 보트를 사용할 것
36. 모든 샘플링 장비는 묶거나 확실하게 관리하여 물로 들어가 수계를 오염시키지 않도록 할 것
37. 모든 샘플링 장비는 다른 수계에서 사용하기 전 세척하여 수계 간 교차 오염을 방지할 것. 대안으로 다른 사이트에서는 다른 장비를 사용할 것

38. 개천을 모니터링할 때 연구로 인한 잠재적 영향을 최소화하기 위해 독(보)이 아니라 가능한 도랑(flume)을 활용할 것
39. 전체 생태계 수준에서 안정 동위원소의 사용은 가능한 최대한 피하고, 폐쇄된 보트에서만 사용 할 것. 실험에 사용하는 추적자는 자연에 존재하는 것을 사용하도록 유념할 것. 방사성 동위원소는 폐쇄된 보트내에서 사용하거나 현장 외에서 사용할 것. 안정 또는 방사성 동위원소 추적자는 생태계에 유입되지 않도록 관리할 것. 모든 추적자의 사용(위치, 추적자의 종류, 양)에 대해 기록을 작성하고 관리 기관에 보고할 것
40. 수계의 성층과 퇴적층에 대한 교란 또는 오염물 유입을 방지하기 위하여:
  - i. 과학적 목적을 위해 필요한 경우가 아니라면 호수에서 수영하거나 잠수하지 말 것
  - ii. 채집 후 원하지 않는 물이나 퇴적물은 채집 사이트에 되돌리지 말고 제거 할 것. 만년빙으로 덮여 있는 호수에서도 마찬가지임. 채집한 것들을 호수로 되돌려 보내지 말 것
  - iii. 아무것도 호수의 얼음위에 두어 얼게 하지 말 것. 호수로 녹아들 수 있음
  - iv. 호수와 연안 서식지의 수중과 얼음 하부 연구를 위한 도구로서 ROV의 사용에 대해 고려할 것

### **육상 환경**

41. 육상의 식생은 매우 느리게 자라는 종들과 부서지기 쉬운 형태들을 포함하고 있음. 밟기(답압)로 인한 손상은 수년 또는 심지어 수십년 동안 남아있을 수 있으며 더구나 토양에 살고 있는 많은 무척추동물에 영향을 미칠 수 있음
42. 높은 빈도로 이용되는 지역에서는 넓은 지역의 식생지역 및 토양 또는 표층 물질들의 교란을 피하기 위하여 가능한 기존의 이동로를 이용할 것. 낮은 빈도로 이용되는 지역에서, 이동로나 분산된 패턴의 이동이 최소한의 영향을 미칠지에 대해 고려할 것. 지역에 관한 사전 지식이 유용한 가이드가 될 수 있음
43. 지역간에 토양이나 번식체의 이동을 막기 위해 모든 장비와 신발류는 세척할 것
44. 식생이 있는 지역에서 시료를 채취할 때는 환경영향이 더 크지 않은 한 그 지역을 가능한 복구할 것
45. 샘플 채취를 위해 기계적인 장비의 활용을 가능한 제한할 것
46. 사막지역에서 토양을 채취할 경우, 파낸 표면의 물질들을 방수포를 활용하여 담아 사막표면에 대한 손상을 최소화 할 것. 토양 채취구멍을 메우고 담아두었던 표층 물질을 표면에 덮어 가능한 이전 모양으로 복구할 것
47. 허가받은 연구에 필요하지 않은 한 암반, 광물, 화석, 운석 또는 자갈을 이동시키거나 제거하지 말 것
48. 육상의 지열 지역에서의 과학활동을 위한 특별 지침은 SCAR의 남극에서의 지

열지역 활동을 위한 행동 강령(SCAR Code of Conduct for Activity within Terrestrial Geothermal Environments in Antarctica)을 참고할 것

**빙하와 얼음 지역**

49. 열수를 이용한 시추는 빙하 얼음 내의 동위원소와 화학적 기록을 오염시킬 수 있음을 유념할 것
50. 빙하와 빙상 아래에 존재하는 수계들은 넓게 연결되어 있어 하류에서 오염이 발생할 수 있으므로 빙상 시추시 화학물질 기반의 액체를 사용할 때 주의가 요구됨
51. 빙하 하부 환경에서 활동을 위한 더 많은 정보는 SCAR의 빙저 수계 환경의 탐사 및 연구를 위한 행동 강령(SCAR's Code of Conduct for the Exploration and Research of Subglacial Aquatic Environments)을 참고할 것