

특/별/기/고

생물학적 다양성 (Biodiversity)



Division of Biology
California Institute of Technology
최 상 돈
schoi@caltech.edu

더불어 살아가는 우리의 몸

믿기 어렵겠지만 우리의 몸에는 사실상 인간 세포보다도 더 많은 수의 박테리아가 함께 살고 있다. 인체가 약 1013개의 세포로 구성된 반면 우리가 체 내외에 보유하고 있는 박테리아의 수는 1014개 가까이 된다. 이들 박테리아를 'normal flora'라 부르며 대부분 혐기성균으로 구성되어 있다. 개개인마다 조금씩 다른 구성의 normal flora를 유지하고 있으나 대부분 Streptococcus와 Bacteroides가 주류를 이루고 있다. Normal flora의 중요한 역할 중 하나는 병원성 미생물로부터 신체를 보호하는 것이다. 예를 들면, normal flora가 유지된 상태의 장내에서 질병을 유발하기 위해 필요한 Salmonella의 개수는 106개이나 무균상태의 동물에서는 10여개의 Salmonella도 질병을 유발할 수 있다. 이 극단적인 차이는 단순히 박테리아간의 경쟁 때문이다. 이밖에 normal flora는 우리에게 비타민을 제공하거나 독소를 제거하는 유익한 면이 있는 한편 충치를 유발하는 등 해롭게 하기도 한다.

지구상에 존재하는 생명체 종(species)의 개수

우리가 살고 있는 지구상에 생명체가 시작된 것은 38억 5천만년전이라고 한다 (1996, Nature 384:55). 이후 끊임없는 진화에 의해 지구상의 생명체는 다양화를 거듭하였고 현재 지구상에 존재하는 생명체 종의 개수는 2백만 내지 1억으로 추정된다(<http://www.wri.org/wri/biodiv/b02-gbs.html>). 가장 근접한 추측은 3백만 정도인데 그 중 175만개 종류만이 이름을 가지고 있다 (2000, Global biodiversity. GB & JMD eds, World Conservation Press, Cambridge, UK).

SARS

SARS (severe acute respiratory syndrome)라고 알려져 있는 급성 호흡기 증후군이 2002년말 중국의 광둥성에서 발생한 이래 전세계에 급속히 전파되었다. 이 질병의 심각성은 빠른 전염성과 3-10%에 달하는 치사율 때문이다. 2003년 6월말까지 8400건 이상의 감염사례와 800명 이상의 사망자가 전세계 32개의 나라에 걸쳐 WHO에 보고되었다 (<http://www.who.int/csr/sars/en/>). 잠복기간 2내지 7일을 지나 고열과 건조한 기침, 호흡 곤란으로 이어지는 이 질환은 coronavirus (SARS-CoV)에 의한 것임이 밝혀졌다. 염기서열 분석 결과 (2003, Science 300:1394; 2003, Science 30:1399) 약 30K의 염기와 11개의 open reading frame (ORF)을 가지고 있으며, 다른 coronavirus와 비슷한 genome 구조를 가지고 있으나 진화론적 기원은 기존의 3개 그룹과 다른 것으로 판명되었다. Rep, S, E, M 또는 N 단백질에 주목할 만한 커다란 변이는 없었지만 SARS-CoV만의 특성은 있었다. S 단백질의 short anchor, 작은 ORF들의 위치와 개수, 한 copy 밖에 없는 PLPpro 등이 기존의 coronavirus들과 구분되는 특성이다. 14개 SARS coronavirus의 전체 genome 서열을 비교해 본 결과 129개 서열에서의 변형을 발견하였으나 (2003, Lancet 361:1832) 아직도 왜 그렇게 높은 치사율을 유발하는지 확실치 않다. 해당 항체가 SARS-CoV에 감염된 적이 없는 사람에게서는 발견되지 않는 것을 보면 (2003, N. Engl. J. Med. 348:1953) 인체에 서식해 왔던 바이러스가 아닐 가능성이 높다. 이 바이러스의 독성이 심각한 원인 및 치료 방법은 바이러스를 구성하고 있는 모든 단백질들의 기능과 항체를 형성하게 하는 부위가 밝혀질 때에 규명 가능해질 것이다.

대부분의 coronavirus는 호흡기 및/또는 소화기에 장애를 일으킨다. 그러나 조그마한 변형이 이들의 특성을 크게 바꾸어 놓을 수도 있다. 예를 들면, 단지 두 군데 염기서열에서의 돌연변이에 의해 돼지에게 치명적이고 장내에서 증식하던 바이러스를 호흡기에만 감염되고 그다지 치명적이지 않은 바이러스로 만들 수 있다 (1997, Virology 227:378). 이를 역으로 생각해 보면 별로 해가 없던 어떤 바이러스에

특/별/기/고

단지 2곳의 염기가 변이 됨으로써 SARS와 같이 치명적인 바이러스로 바뀔 수도 있다는 이야기이다. 이렇게 SARS와 같은 사건이 우리를 깜짝 놀라게 할 때 우리는 비로소 보이지 않는 세포 속에서 끊임없이 진행되고 있는 유전자상의 진화가 biodiversity를 이끌어 가는 강력한 힘임을 깨닫게 된다.

동물에게도 마음 (mind)이라는 것이 있을까?

동물도 마음 (mind)이라는 것을 가지고 있을까? 최근의 연구 결과들에 따르면 동물의 경우에도 인간의 것과 유사한 정신적 처리과정이 존재함을 암시하고 있다. 먹이를 저장할 줄 아는 새들에 있어서의 episodic-like memory(2001, Nature 414:443), 비둘기가 Picasso와 Monet의 그림을 구분할 줄 아는 것 (2001, Anim Cogn 4:147), 앵무새의 인식 및 표현 능력 (2002, Brain Behav Evolut 59:54) 등의 보고에 의하면 조류도 인간과 비슷한 마음을 가지고 있음을 알 수 있다. 병아리를 예로 들어 설명해 보자. 갓 부화된 병아리를 움직이는 물체와 서너 시간 함께 두면 병아리는 곧 이 물체에 사회적 애착을 보이기 시작한다. 병아리는 또한 교제에 의해 마음을 형성한다. 특정 색깔이 있는 구슬을 주면 병아리가 쫓는다. 이 구슬을 아주 맛이 쓴 액체에 담갔다 주면 처음에는 쫓나 곧 쓴맛이 있다는 것을 알고 질색을 한다. 이후 병아리는 구슬의 시각적 특성(색깔)을 알고 유사한 구슬을 쫓지 않아야 됨을 인식하게 된다 (2003, Zoolog Sci. 20:395; 2000, Zoolog Sci. 17:1053). 이 밖에 이들은 관찰에 의해서 다음 일을 예상하기도 한다. 다른 닭이 쓴맛이 있는 구슬을 쫓았다가 질색하는 모습을 봄으로써 똑같은 구슬을 쫓지 말아야 됨을 학습하게 된다. 이와 같이 병아리의 마음에도 애착, 기억, 인식 및 예상의 요소가 있다.

인간의 마음 형성과정은 보다 복잡하다. 믿음, 욕망 및 의도와 같은 기능이 있는가 하면 다른 사람들의 행동을 유추할 수 있는 "Theory of Mind (TOM)"가 있다. Sabotage (방해행위)/deception (속임) task 라는 실험이 있는데 (2003, Trends Cogn. Sci. 7:77), 이 실험에서 정상적인 어린아이는 캔디가 들어 있는 상자가 잠겨 있지

않은 상태에서 친한 친구에게는 열려 있다고 사실대로 말하나 싫어하는 친구에게는 잠겨 있다고 거짓말을 하게 된다(deception). 정신장애 아동의 경우 정상적인 아이와 마찬가지로 싫어하는 사람이 오면 캔디가 들어 있는 상자를 잠그는 행동 (sabotage)은 보이거나 deception task에서는 실패 (열려있든 잠겨있든 사실대로 말함)하게 된다. 이는 task를 이해하지 못해서가 아니라 상대방의 마음을 이해하지 못해서 야기되는 것으로 정상적인 인간의 마음에서만 관찰되는 TOM의 역할을 설명하고 있다. 침팬지의 경우 TOM을 갖고 있는지는 아직 논란이 많으나 (2003, Trends Cogn. Sci. 7:157; 2001, Trends Cogn. Sci. 5:388) 인간의 것과 매우 유사한 마음의 요소가 있는 은 의심의 여지가 없다. 그리고 마음은 인간이든 동물이든 개체마다 독특하며 장소나 시간을 불문하고 결코 중복되지 않는다. 영원한 시간 속에 무한한 개체마다 다른 마음이라는 것이야말로 biodiversity를 설명하기에 넉넉하지 않을까.

Biodiversity 속에도 동일성은 있다

RNA interference (RNAi)는 double-stranded RNA (dsRNA)에 의해 중재된다. dsRNA가 DICER에 의해 21 내지 23nt duplex로 절단되고 이 절단된 small interfering RNA (siRNA)는 RISC (RNA-induced silencing complex)에 의해 target mRNA를 인식 분해하는데 사용된다 (2002, KOGO News 2:3; 2002, Nat. Rev. Genet. 10:737). RNAi는 외래 유전자들의 침입에 대한 방어 기작으로 C. elegans에서 처음 보고되었으며 곧이어 곤충, 식물, fungi 및 척추동물 등 여러 가지 진핵 생물에서도 공통적으로 발견되었다. DICER에 의해 생성된 siRNA 생성물은 해당 유전자만을 선택적으로 억제하여 유전자 knockdown의 도구로 주목받고 있으나 정확한 기작은 아직 알려진 바 없다.

2003년 5월 PNAS에 DNA array를 이용하여 siRNA의 효과를 genome 수준에서 관찰한 두 논문이 나란히 게재되었다 (2003, PNAS 100:6343; 2003, PNAS 100:6347). 인간의 HEK293 또는 H1299 세포를 사용하고 siRNA를

Korea Genome Organization

특/별/기/고

각각 Lipofectamine과 TransIT-TKO를 이용해 transfection시킨 이 두 실험의 결론은 2만개의 유전자 중 또는 1만 2천개의 유전자중 siRNA의 기작을 설명해 줄 만한 공통적인 유전자 전사체의 실체를 관찰할 수 없었다는 것이다. 필자의 그룹도 lentivirus와 siRNA를 사용하여 mouse의 macrophage cell line에서 Gi2, Gi3, syk 또는 CXCR5를 knockdown시키고 약 2만 5천개 유전자 상에서의 변화를 연구하였는데 Gi2나 Gi3를 포함하여 이들의 기능과 관련되어 보이는 유전자 외에 RNAi의 기작을 설명해 줄 만한 전사체의 존재는 확인치 못하였다 (in press). DNA chip 실험들에서 드러나지 않는 전사체의 실체로 보아 이미 존재하고 있던 단백질들의 움직임으로 보이는, 대부분의 고등 생명체에 공통적인 기작으로 존재하는 RNAi는 biodiversity라는 거대한 science의 흐름 속에서도 최근에 밝혀진 신비로운 동일성 중의 하나이다.

결론

지구상에 존재하는 생물학적 다양성은 수십억년 동안 진행되어 온 진화의 산물이다. 자연의 선택 및 인간의 영향에 의해 형성되어 온 biodiversity는 지구의 역사를 설명해줄 수 있는 살아 있는 화석이며 지구가 우리에게 선물할 수 있는 최고의 지식의 보고(寶庫)이다. Biodiversity를 보존하고 유전학적, 분자생물학적으로 연구함으로써 인간들의 실익을 추구하고 더 나아가 우리 자신들의 마음을 이해 및 창조할 수 있기를 소망한다.

Published by KOGO
Korea Genome Organization



본 학회는 Genomics, Proteomics, Bioinformatics 분야의 전문가들로 구성된 국내 유일의 유전체 연구 전문학회입니다. 본 학회에서는 귀사에서 취급하고 있는 다양한 제품과 기술들을 본 학회의 활동을 통하여 국내의 연구자들에게 널리 알림으로써 귀사가 일익 번창하시기를 기원합니다. 따라서 2003년도 본 학회를 통한 홍보방법 및 규정을 알려드리오니 적극 활용하시기 바랍니다.

1) 소식지 및 학회지 광고 (1년 단위 : 4회 게재)

광고크기 (A4기준)	천연색광고가격 (만원)	흑백광고가격 (만원)
책자 맨 뒷면	360만원	
책자 앞장의 안쪽면과 맨 뒷면의 안쪽	320만원	
간지	280만원	200만원

2) 학술대회(9월 개최) 부스 광고

- 부스+소식지+학회지 = (250만원/흑백), (310만원/천연색)
- 초록집 광고 : 표지 - 1,000,000 원
내지 - 800,000 원

3) 학회 홈페이지 www.kogo.or.kr 배너 광고

- 월 20만원 (결제 방식은 업체 결정)

4) 패키지 광고

- 부스+소식지+학회지 = (250만원/흑백), (310만원/천연색)
- 부스+소식지 or 학회지 = (200만원/흑백), (240만원/천연색)

5) 2003년 워크샵 개최

- (자세한 일정은 학술대회 기간 중 안내)
- 11월 개최 예정

<문의>

전화 : 02-877-9398 / 팩스 : 02-872-9019

E-mail : kogo@kogo.or.kr