

## “보노보들 사이에 존재하는 유전적 세부구조” 요약 (Summary of *Deep genetic substructure within bonobos*)

Sojung Han(한소정)<sup>1,2,3\*†</sup>, Cesare de Filippo<sup>2,4\*</sup>, Genís Parra<sup>4,5</sup>, Juan Ramon Meneu<sup>4</sup>, Romain Laurent<sup>4</sup>, Peter Frandsen<sup>6</sup>, Christina Hvilsom<sup>6</sup>, Ilan Gronau<sup>7</sup>, Tomas Marques-Bonet<sup>1,8,9,10</sup>, Martin Kuhlwilm<sup>1,2,3</sup>, Aida M Andrés<sup>4,11,12,†</sup>

우리가 어떤 집단의 진화의 역사를 이해하고 미래에 보존을 도모하기 위해서는 그 집단의 유전적, 지리적 특징을 이해하는 것이 매우 중요하다. 그럼에도, 대부분의 멸종위기 종들은 이 같은 집단의 유전적 특징이 잘 알려져 있지 않다. 침팬지와 함께 우리 인간의 가장 가까운 종인 보노보(*Pan paniscus*)의 경우가 그렇다. 보노보는 매우 매력적인 종인데, 인간과 아주 가까우면서도 사회 행동에서 매우 독특한 특징이 있다. 집단을 이루고 사는 이들은, 간혹 갈등이 없는 것은 아니지만 놀라울 만큼 평화롭고 평등한 편이기 때문이다. 부계사회라 집단 내의 수컷들은 모두 혈연관계를 갖고 있는데, 흥미롭게도, 이주해 들어온 암컷들이 서로 연대해 수컷들보다 사회적으로 우위에 선다. 같은 부계사회이고, 근연종인 침팬지의 경우 암컷들이 종속적 위치에 있는 것과 대비된다.

침팬지의 서식지는 아프리카의 적도를 따라 분포되어 있는데, 여기에 네 개의 아종으로 구분되는 여러 집단이 살고 있다. 그에 비해, 보노보의 서식지는 콩고민주공화국에 국한되어 있고, 2만여 개체 정도가 살고 있다. 그간, 보노보는 유전적 다양성이 높지 않은 것으로 알려져 있었지만, 모계로 유전되는 짧은 유전좌위인 마이토콘드리아 DNA 분석을 토대로 집단 사이에 분기가 있을 것으로 예상되었다.

보노보 집단 내의 분기를 추측하기 위해서는 다양한 지역의 보노보에게 채취한 시료에서 유전체를 복원해 비교분석하는 것이 이상적이다. 그런데, 보노보는 멸종위기에 처한 종으로, 대변이나 잠자리에 묻어 있는 털과 같이 이 개체들에 거의 영향을 미치지 않는 “비침습적” 시료들만 채취가 가능하다. 이 같은 시료에서 DNA 복원은 기술적으로 얼마간 가능하지만 분기 측정과 같은 분석에 필수적인 질 높은 복원은 아직까지 기술적으로 가능하지 않다. 우리는 이번 연구에서 야생에서 태어난 보노보 20 개체의 엑솜(exome)과 마이토콘드리아 DNA, 동물원의 보노보 10 개체에게서

채취한 시료로 복원한 유전체, 그리고 야생의 여러 보노보 집단에서 수집된 마이토콘드리아 DNA 를 분석했다. 이에 따르면 이들 보노보에게는 셋으로 명확히 구분되는 유전적 그룹이 존재하고, 이들 각각이 보노보 서식지의 중부, 서부, 극서부 지역에서 유래하는 것으로 추정된다. 중부와 서부 보노보들 사이의 분기 시점은 대략 14만 5천여 년 전인 것으로, 이들 사이의 유전적 분화( $F_{ST}$ ) 정도는 동부와 중부 침팬지 사이의 분화 수준에 비견할 것으로도 나타난다. 반면, 서부와 극서부 보노보들 사이의 분기는 약 6만여 년쯤 전일 것으로 보인다. 장기 유효 집단 크기는 낮은 수준인데, 중부 보노보들이 7천 개체, 서부 보노보들이 4500 개체, 극서부 보노보들이 3천 개체 수준이다. 보노보들의 유효 집단 크기가 낮은 것은 이미 잘 알려져 있었지만, 지역에 따라 그 차이가 크고, 특히, 극서부 보노보들의 경우 영장류 계통 중 가장 낮은 축에 드는 것으로 나타난 것이다. 뿐만 아니라, 극서부 보노보들은 근친교배도 높고, 다른 두 보노보 집단으로부터 유전적 교류 측면에서 격리되어 있는 것으로 보인다. 우리의 연구 결과는 보노보 집단 간의 유전적 구조가 더 연구될 필요가 있고, 이것이 연구뿐 아니라 보노보 보호를 위한 정책에도 적극 반영될 필요가 있다는 것을 보여준다. 이렇게 보노보 집단 간의 유전적 차이가 깊이 존재한다는 것은, 이들이 우리가 생각했던 것보다 더 취약한 상태에 놓여있다는 것을 의미할 수도 있다.