



서울대학교

보도자료

서울대학교	배 포 일	2014. 12. 10(수)	매 수	7매
연구처 연구지원과	담당과장	이선희(880-5581)	배포부서	기획처 홍보팀(880-5054)
	자료문의	김성진(서울대학교 기술지주회사 880-2039)		

앵무새의 말하는 비밀을 밝히다

서울대학교, (주) 조앤김 지노믹스 주관 한국 주도적 참여
비교 유전체 분석을 통한 발성학습 연구 '사이언스' 게재

□ 연구진 : 서울대학교 기술지주회사 자회사 조앤김 지노믹스 연구팀

□ 내용 및 의의

국제적으로 기준이 되는 48종의 조류 참조유전체 서열정보를 구축하고, 이를 이용해 비교유전체분석을 실시한 결과 앵무새와 같은 발성학습이 가능한 조류에서는 뇌 발달에 연관된 유전자들에 진화가 일어났음을 밝혔다.

(주) 조앤김 지노믹스 연구팀은 ‘국제 조류 계통분석 컨소시엄’에 의해 48종 조류의 유전체를 완전 해독하고 ‘비교 유전체 분석을 통한 조류의 유전체 진화 및 적응에 대한 통찰’이란 제목으로 사이언스에 발표했다고 밝혔다.

- 2011년부터 시작된 ‘국제 조류 계통분석 컨소시엄’에는 한국을 비롯한 중국, 덴마크, 영국, 미국 등 18개국 70개의 기관에서 국내 5명을 포함, 총 137명의 관련 분야 과학자들이 참여했다.

발성학습이란 같은 혹은 다른 종의 발성을 경험을 통해 배우고 모방할 수 있는 능력을 말하는데, 이 표현형질은 일부 조류 (명금류, 앵무과, 벌새과 등)와 일부 포유류 (사람, 코끼리, 돌고래 등)에서만 나타나는 것으로 알려져 있다. 조류의 발성학습에 대

한 연구는 사람의 언어, 학습, 기억, 소통(communication), 발성기관 등을 이해하기 위해 다양한 비교연구를 통해 진행되어왔다. 이번 연구에서는 비교유전체분석방법을 적용해 조류에 공통적인 8,000여개의 유전자를 분석한 결과, 발성학습 조류에서는 뇌 발달, 신경연결, 신경대사와 관련된 유전자들에 진화가 일어난 것으로 밝혀졌다. 본 연구 결과는 사람과의 비교를 통해 언어와 학습을 이해하기 위한 초석이 될 것으로 예상된다.

이 외에도 본 논문에서는 조류의 동력비행, 치아결손, 시력증진, 대사, 조류 특이적 성염색체 (Z chromosome)의 진화에 관련된 다양한 유전체의 변화를 발굴했다. 이 연구 결과들에 세부적인 사항들을 공개하기 위해 사람과 발성학습조류의 공통적인 유전자 발현의 특이점, 노래하는 행동에 의해 조절되는 유전자에 대한 network분석, 조류의 이빨 상실, 사람과 다른 조류의 성염색체 (Z chromosome), 악어 유전체를 통한 조류 진화의 이해, 진화분석의 기준이 되는 48종 조류의 계통수 구축과 방법론 개발 등의 주제로 총 7편이 사이언스 (논문 영향력지표 = 31.477)에 추가로 게재되었다.

그리고 새의 체중변화에 따른 유전자의 진화양상, 조류 특이적인 지혈 진화, 비행을 위한 뼈를 가진 새와 박쥐의 유전자 비교, 앵무새 뇌 특이적인 노래 시스템 등의 주제로 MBE (논문 영향력 지표 = 14.308)와 Genome biology (논문 영향력 지표 = 10.288)를 비롯한 12개의 국제 학술지에 총 28편의 논문이 발표되었다고 밝혔다.

(주) 조앤김 지노믹스 조서애 대표이사는 “국제적으로 기준이 되는 48종의 조류 참조유전체 서열정보가 완성돼 앞으로 조류 육종 분야의 획기적인 발전이 기대되며, 더불어 조류와 인간의 비교유전체분석을 통해 언어와 학습, 그리고 관련 질병의 해법을 찾을 수 있는 새로운 전기가 마련됐다.”라고 말했다.

한국 연구진은 농촌진흥청의 바이오그린 21연구 사업비와 주식회사 조앤김 지노믹스의 연구비를 재원으로 이와 같은 성과를 거둘 수 있었다.

□ 연구진 소개

한국은 서울대학교 김희발 교수 연구팀과 서울대학교 기술지주회사 자회사 조앤김 지노믹스 연구팀의 협력을 통해 연구를 수행하였다.

김희발 교수

서울대학교 농업생명과학대학 교수

서울대학교 기술지주회사 자회사 (주) 조앤김 지노믹스 사외이사

김규원

서울대학교 자연과학대학 박사

이 철

서울대학교 자연과학대학 석사과정

서울대학교 기술지주회사 자회사 (주) 조앤김 지노믹스 연구원

조서애 대표

서울대학교 기술지주회사 자회사 (주) 조앤김 지노믹스 대표이사

김현정

서울대학교 기술지주회사 자회사 (주) 조앤김 지노믹스 연구원

□ 연구비 지원 프로그램

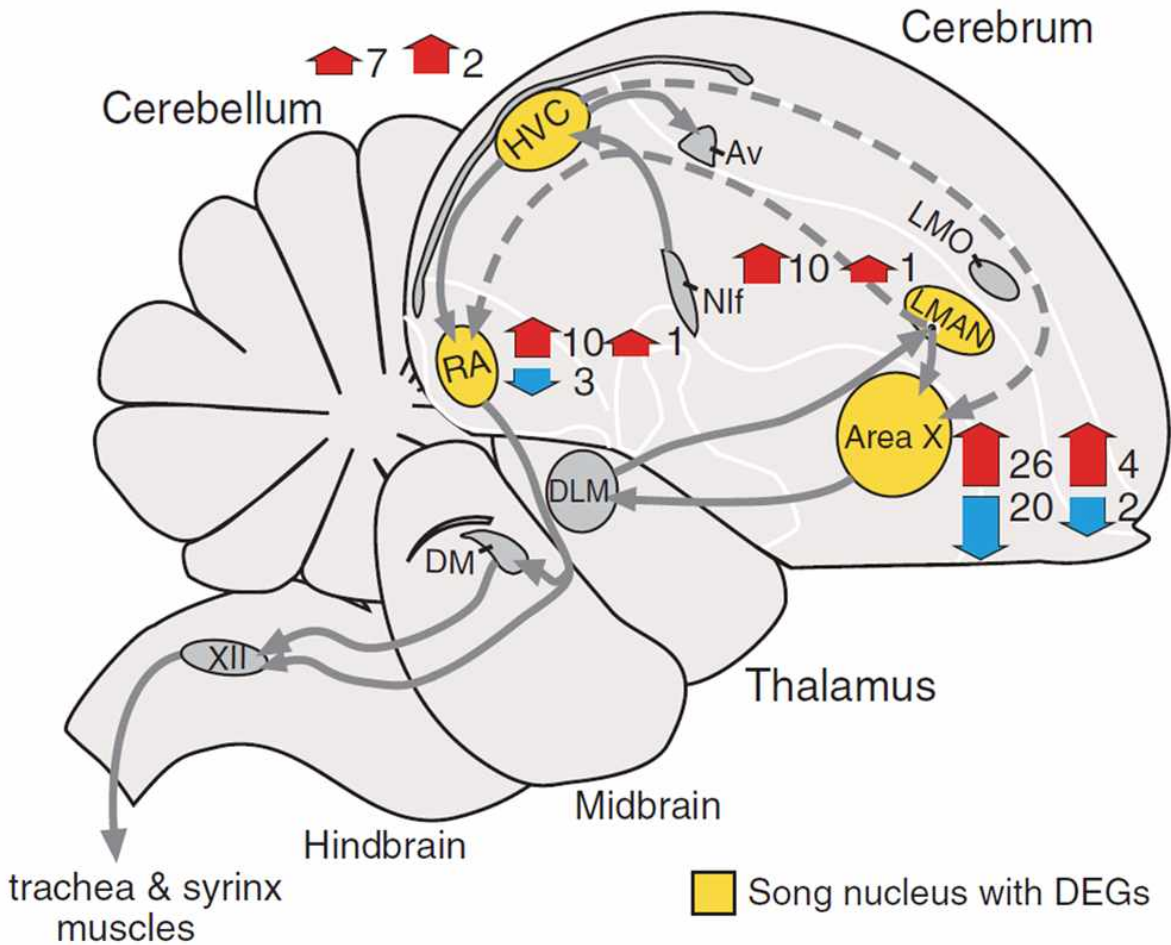
농촌진흥청. 차세대 바이오그린 21 프로그램

(Next-Generation BioGreen 21 Program: No.PJ009019)

□ 관련사진(연구책임자 및 연구관련 사진)



연구책임자: (주) 조앤김 지노믹스 대표이사 조서애



명금류의 뇌구조와 유전자차등발현양상: 발성학습조류의 소리핵(song nuclei)에서 차등 발현 유전자(Differentially expressed gene: DEG)의 개수가 화살표로 표시되어있음 (왼 쪽: 양성선택진화가 일어난 유전자. 오른쪽: 발성학습조류-특이적 아미노산 치환이 나타나는 유전자).

관련 자료

비교 유전체 분석을 통한 조류의 유전체 진화 및 적응에 대한 통찰

(Comparative Genomics Reveals Insights into Avian Genome Evolution and Adaptation)

2014. 12. 10

서울대학교

Title: 비교 유전체 분석을 통한 조류의 유전체 진화 및 적응에 대한 통찰

1. 연구배경 및 현황

사지 척추동물 중에 가장 많은 종이 포함되어있는 강(class)인 조류에 대한 세계최초의 대규모 참조유전체 서열정보 구축을 통한 비교유전체 분석연구이다. 본 연구에서는 45종 조류의 참조유전체서열정보를 구성하고, 기존에 구성된 3종의 참조유전체와 함께 총 48종의 조류에 대해 비교유전체 분석을 수행하였다.

2. 연구내용 및 결과

유전형-표현형수렴 연관성: 발성학습의 진화

발성학습조류의 유전자를 분석하여 진화속도를 측정된 결과, 총 227개의 유전자가 수렴양성선택을 받은 것으로 나타났다. 이 유전자들은 기댓값이상으로 소리핵*에서 차등발현되며, 새들의 지저귐과 연관된 발현 양상을 보이는 것으로 나타났다. 이 유전자들은 신경연결, 신경대사, 뇌 발달에 연관이 있는 것으로 밝혀졌다.

* 소리핵(song nuclei): 사람의 언어중추인 뇌 내 브로카영역이나 베르니케 영역과 같이, 발성학습조류의 뇌에서 나타나는 발성학습관련기관.

유전체와 단백질 발현유전자의 크기감소

조류유전체 크기는 양막류 내에서 가장 작다. 단백질을 만들어내는 유전자부위의 크기 역시 다른 포유류나 파충류에 비해서도 평균 50~27%정도 작다. 이 밀도 높은 유전체와 짧은 유전자 길이는 동력비행동안의 급속 유전자 조절에 필요할 것으로 예상된다.

유전체 진화의 보존적 형태

조류는 1억년 동안 진화기간이 있었음에도 불구하고, 산소를 운반하는 헤모글로빈의 구성요소인 글로빈이 유의하게 보존적이었다. 이는 조류의 산소운반순환과 산소에너지대사에 중요할 것으로 예상된다.

기능적 요인들에 대한 선택적인 제약

조류의 특이적인 염색체인 Z chromosome에 관련된 유전자들은 체세포에 있는 유전자들에 비해서 유의하게 진화율이 높은 것으로 밝혀졌다. 이는 남성 자웅선택 (male sexual selection)에 의한 것으로 예상된다.

생태학적으로 관련있는 유전자: 동력비행, 소화계, 시각계, 생식계

조류는 동력비행을 위해 강하지만 가벼운 골격계를 형성하는데, 이 골형성과 관련된 89개의 유전자들 중에 55%가 가속 진화되어있었다. 조류의 폐 구조와 기능적인 측면에서도,

동력비행 시 산소공급의 효율을 높이기 위해서 포유류의 폐포 모양과 다른 벌집모양의 구조를 가진다. 이와 관련하여 5개의 포유류의 폐 발달 유전자가 새들에서는 상실된 것으로 보인다. 이런 조류의 유전형들이 동력비행과 연관될 것이라 예상된다.

치아가 상실되는 표현형질인 이덴툴리즘(edentulism)은 다양한 사지동물에서 나타나는데, 조류는 화석적 증거를 통해 조류의 공통조상에서부터 치아 상실이 일어난 것으로 알려졌다. 조류의 유전자형을 분석한 결과, 치아의 주성분인 에나멜에 특이적인 유전자들에 결손에 의해 공통조상에서부터 광물화된 치아의 상실이 일어난 것으로 밝혀졌다.

조류는 척추동물 중에 가장 진보된 시각계를 가지고 있어 다양한 파장의 색을 구분할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이는 포유류는 광수용기의 종류가 더 적고, 조류는 망막 색소 로돕신 (rodopsin)을 합성하는 단백질인 옵신 (opsin)의 유전자수가 더 많은 점과 연관성을 가진다.

조류는 파충류와 달리 왼쪽 난소를 통해서만 난자를 생성하는데, 이는 비행을 위해 한쪽 난소의 무게를 줄이기 위한 진화로 해석된다. 이와 관련하여 2개의 난소 발달 유전자가 조류에서 상실된 것에 의한 것으로 예상된다.

3. 연구성과 및 향후계획

국제적으로 기준이 되는 48종의 조류 참조유전체 서열정보가 완성돼 앞으로 조류 육종 분야의 획기적인 발전을 이끌며, 동력비행과 발생학습에 대한 이해를 위한 초석이 될 것이다. 뿐만 아니라 조류와 인간의 비교유전체 분석을 통해 질병의 해법을 찾을 수 있을 것으로 기대된다.