

수컷 금화조가 암컷이 없어도 매일 노래하는 이유

- 한국뇌연구원 코지마 박사팀, 국제학술지 Communications Biology 발표
- 노래하는 새의 노래행동에 관여하는 행동·신경학적 메커니즘 규명

한국뇌연구원은 감각·운동시스템 연구그룹의 코지마 사토시(Kojima Satoshi) 박사 연구팀이 ‘노래하는 새’의 일종인 금화조의 수컷이 주위에 암컷이 없어도 매일 노래 연습을 하는 이유를 찾아냈다고 12일 밝혔다.

노래하는 새(명금류·Songbirds)들도 인간처럼 어렸을 때부터 부모의 소리를 들으면서 노래하는 방법을 배우기 때문에 언어 학습이나, 언어와 관련된 뇌의 기능을 연구하는데 많이 사용된다.

특히 금화조(Zebra finch)의 수컷은 태어나서 90일이 될 때까지 부모에게 노래를 배운 뒤 자신의 노래를 귀로 들으면서 연습해 부모의 노래와 비슷하게 부르게 되며, 90일이 지난 후에는 학습이 끝나 더 이상 노래가 변하지 않는다. 암컷이 근처에 있을 때 수컷 금화조가 이처럼 부모에게 배운 노래를 불러 구애한다는 것은 알려져 있지만, 주위에 암컷이 없어도 계속 노래를 부르는 이유에 대해서는 아직 밝혀진 바가 거의 없다.

연구팀은 짝짓기 목적을 제외한 노래행동의 기능을 알아보기 위해 수컷 금화조의 목에 노래하는 자세를 방해하는 추를 매달아 2주 동안 낮에 노래를 부르지 못하게 하였다. 자유롭게 노래를 부르도록 한 수컷과 비교해보니, 2주 동안 노래를 부르지 못한 금화조는 그새 음정이 불안정해지고 노래 지속시간이 짧아졌다. 다시 자유롭게 노래를 부르게 하였더니, 음정과 지속시간이 눈에 띄게 회복되었다.

이를 통해 연구팀은 노래하는 새는 매일 노래를 부르지 않으면 음정이

변하는 등 노래 구조가 불안정해지며, 우리가 매일 운동을 통해 근육의 쇠퇴를 막는 것처럼 노래하는 새도 일생동안 노래하는 육체적 행위를 통해 노래구조를 유지하고 있다고 분석하였다.

또한 새의 노래는 밀리초(millisecond) 단위로 여러 근육이 정밀하게 움직여 이뤄지는 매우 복잡한 운동이기 때문에, 이번 연구가 스포츠나 음악 공연과 같은 인간의 복잡한 운동 메커니즘을 신경과학 측면에서 이해하는데 도움이 될 것으로 연구팀은 기대했다.

코지마 박사는 “이번 연구는 노래하는 새를 통해 발성 학습 및 노래행동의 기본 메커니즘에 대해 통찰력을 줄 수 있으며, 장기적으로 외국어 발음 개선이나 언어 장애 치료 등을 연구하는데 도움이 될 것”이라고 말했다.

이번 연구는 한국뇌연구원 미즈구치 다이스케 (Mizuguchi Daisuke) 박사가 제1저자로 참여했으며, 국제학술지인 ‘Communications Biology (IF:5.9)’ 최신호에 게재되었다.

- * (논문명) Daily Singing of adult songbirds functions to maintain song performance independently of auditory feedback and age
- * (저자) **Daisuke Mizuguchi(제1저자)**, Miguel Sánchez-Valpuesta, 김윤복, Ednei B. dos Santos, 강희지, Chihiro Mori, Kazuhiro Wada, **Satoshi Kojima(교신저자)**



▲ (좌측부터) 미즈구치 다이스케(Mizuguchi Daisuke)박사와 코지마 사토시(Kojima Satoshi) 박사

1. 연구의 주요 내용

□ 논문명, 저자정보

논문명	Daily singing of adult songbirds functions to maintain song performance independently of auditory feedback and age.
저널명	Communications Biology
저자정보	Daisuke Mizuguchi(제1저자), Miguel Sánchez-Valpuesta, Yunbok Kim, Ednei B. dos Santos, HiJee Kang, Chihiro Mori, Kazuhiro Wada, & Satoshi Kojima(교신저자)

□ 논문의 주요 내용

1. 연구 배경

- 명금류(songbirds, 이하 송버드)는 감각운동학습을 통한 발성 연습으로 복잡한 노래를 발달시킬 수 있기 때문에, 발성학습과 복잡한 운동학습에 관여하는 행동학적·신경학적 메커니즘을 연구하기에 좋은 동물 모델이다.
- Zebra finch를 포함한 많은 송버드 종은 유조 시기에만 노래를 배우고 나머지 인생 동안 매일 노래를 부른다. 성조가 노래 부르는 것은 짝짓기 행동의 일부분이라고 널리 알려져 있지만, 생식 활동을 제외한 노래행동의 기능에 대해서는 알려진 바가 거의 없고 이의가 많다.

2. 연구 내용

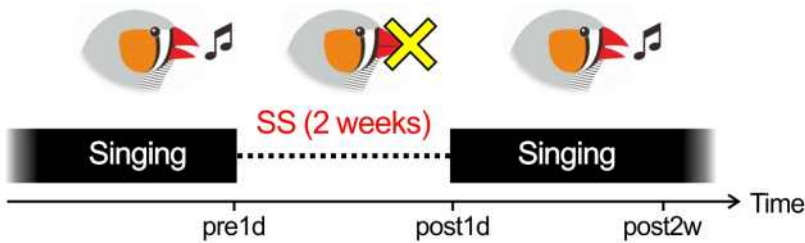
- 생식 활동을 제외한 노래행동의 기능을 확인하기 위해 2주 동안 매일 수컷 Zebra finch의 노래를 억제하여 노래 구조에 미치는 영향을 확인하였다.
- 2주간의 노래 억제는 Zebra finch의 음높이와 증폭 그리고 지속 시간을 감소시켰고, 뒤이어 자유롭게 노래하도록 했을 때 이 특징들이 눈에 띄게 회복되었다. 성조의 노래 가소성에 대한 이전 연구와 달리, Zebra finch의 가역적 노래는 청각피드백 또는 수명에 따른 변화가 아니다.
- 이 결과로 성조의 노래 구조는 매일 노래하지 않으면 불안정하다는 것을 알 수 있으며, 송버드는 노래가 변하는 것을 방지하기 위하여 일생동안 노래하는 육체적 행위를 통해 노래 구조를 유지해야 한다는 것을 시사한다.
- 가수나 운동선수가 자신의 수행능력을 유지하기 위해 매일 연습하는 것과 유사하게, 송버드는 번식기에 최적의 노래 컨디션을 유지하기 위해 이러한 일상노래행동(daily singing)을 수행한다.

3. 연구 성과 및 기대효과

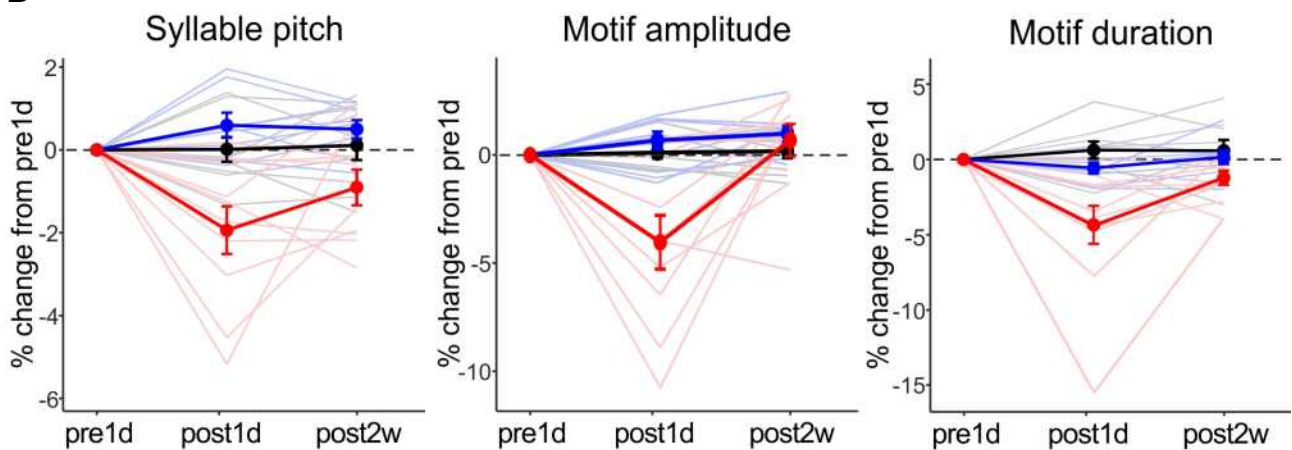
- 본 연구 결과는 생식 활동 이외의 노래행동 기능에 대한 이해를 크게 향상시켰으며, 발성 학습 및 노래행동의 기본 메커니즘에 대한 통찰력을 제공하였다.
- 언어발달장애에 있어서 발성 학습의 중요성을 고려했을 때, 본 연구는 궁극적으로 인류 사회에 외국어 발음 개선이나 언어 관련 장애 치료 등 여러 면에서 도움이 될 것이다.
- 또한, 새의 노래는 밀리초 단위로 여러 근육이 정밀하게 움직여 생성되는 매우 복잡한 운동 기능이기 때문에 본 연구는 스포츠나 음악 공연과 같은 인간의 복잡한 운동 능력의 기초가 되는 메커니즘 이해에도 기여할 수 있다.

2. 연구내용 그림 설명

A



B



[Changes in song performance by suppression of daily undirected singing]

(A) Schematic diagram of the experimental procedure. Daily singing was suppressed for 2 weeks (singing suppression, SS). Songs recorded one day before the onset of SS (pre1d), one day after the end of SS (post1d), and 2 weeks after the end of SS (post2w) were analyzed. (B) Percent changes in syllable pitch (left), motif amplitude (middle), and motif duration (right) of SS-treated (red lines), intact control (black lines), and night-weight control (blue lines) birds at post1d and post2w relative to pre1d songs. Thin- and light-colored lines indicate the data of individual birds and thick- and dark-colored lines indicate the mean and SEM across birds.