

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：63904

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2013～2014

課題番号：25892013

研究課題名(和文) 先天性発声の制御機構の解明

研究課題名(英文) Regulation mechanism of innate vocalization

研究代表者

新村 毅 (Shimmura, Tsuyoshi)

基礎生物学研究所・季節生物学研究部門・特任助教

研究者番号：50707023

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：ほとんどの動物は学習をしなくとも種特有な発声を獲得することができるが、この先天性発声のメカニズムはいかなる生物においても明らかにされていない。本研究課題では、ニワトリの「コケッココー」をモデルとして、「ニワトリは朝に鳴く」という生命現象が、外因性の光や音ではなく、内因性の体内時計により制御されていることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Most of animals can vocalize on their own manners without learning, which is called as innate vocalization. However, the regulation mechanism underlying the phenomenon remains unknown. We used the crowing of roosters as the model. We showed that not only anticipatory predawn crowing, but also external stimulus-induced crowing, is under the control of a circadian clock.

研究分野：システム行動生物学

キーワード：行動 発声 リズム ニワトリ 体内時計

1. 研究開始当初の背景

ヒトなどの哺乳類に留まらず、鳥類から魚類に至るまで、多くの動物は、音声をを用いてコミュニケーションを行っている。そのため、発声の破綻は、その個体が生存する上で重大な損害をもたらす、ヒトにおいても発声障害は大きな社会的問題となっている。動物行動学者であるコンラート・ローレンツらがノーベル賞を受賞した1973年以降、動物の多様な発声は多くの研究者を魅了し続け、基本的な性質の理解が進んだ。しかしながら、これまで、その分子機構については明らかにされてこなかった。

2. 研究の目的

動物の中では、ヒト・クジラ・鳴禽類(Song birds)は例外的に発声を学習することができるものの、イヌの「ワンワン」やカエルの「ゲコゲコ」のように、ほとんどの動物は学習をしなくとも種特有な発声形態を獲得することができる。この生まれながらに備わる発声能力のことを先天的発声と言うが、マウスを含め、この先天的発声の分子メカニズムはいかなる生物においても明らかにされていない。本研究では、ニワトリの「コケッコー」(以下 Crowing と記す)が先天的発声を理解する上で極めて有用なモデルであることを見出し、その制御機構を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

Crowing が内因性の概日時計によって支配されているのか、あるいは外因性の光や音によって制御されているのかを明らかにするため、まず、Crowing のリズムを測定した。12時間明期:12時間暗期の条件下で2週間、恒薄明条件下で2週間飼育し、その期間中の Crowing 時刻および回数を測定し、両条件下における Crowing の周期を² Periodogram 解析を用いて算出した。続いて、光および音刺激が Crowing におよぼす影響を検討するため、点灯開始時刻から光(0, 0.1, 1, 10, 100 Lux)あるいは音刺激(0, 40, 60, 80, 100 dB)を30分間提示し、その間の Crowing 回数を比較した。音刺激は、集団内における既知個体の Crowing を編集したものとし、各刺激はラテン方格法に基づいてランダムに提示した。さらに、Crowing の時刻依存性を確認するために、点灯開始時刻(ZT0)から4時間ごとに刺激を提示する時刻を設けた(ZT4, 8, 12, 16, 20)。12時間明期:12時間暗期条件下で2週間飼育した後に、各提示時刻においてのみ光(100 Lux)あるいは音刺激(100 dB)

を30分間提示し、その間の Crowing 回数を比較した。

4. 研究成果

Crowing のリズムの解析から、Crowing は明暗条件下においては点灯前から発現しており、恒薄明条件下では24時間より短い周期(23.7±0.1時間)で自由継続するという結果を得た。また、光および音刺激が Crowing におよぼす影響を検討した結果から、Crowing 回数は照度および音圧の上昇に伴って増加することが明らかとなった(0 vs. 0.1, 1, 10, 100 Lux: 全て P < 0.01; 0 vs. 40, 60, 80, 100 dB: 全て P < 0.01)。しかしながら、いずれの物理的刺激を提示した場合においても、ZT0 を発現のピークとした時刻依存的な変化が認められた(ZT0 vs. ZT8, 12, 16, 20: 全て P < 0.01)。これらのことから、光および音によって Crowing 回数は増減するものの、その発現は内因性の概日時計によって制御されていることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計4件)

Nakane Y, Shimmura T, Abe H, Yoshimura T.

Intrinsic photosensitivity of a deep brain photoreceptor.

Current Biology 24 (13), R596-R597 (2014). Featured in Current Biology Dispatch and selected for cover picture.

doi:10.1016/j.cub.2014.05.038.

査読有り

Shinomiya A, Shimmura T, Nishiwaki-Ohkawa T, Yoshimura T.

Regulation of seasonal reproduction by hypothalamic activation of thyroid hormone.

Frontiers in Endocrinology 5 (article 12), 1-7 (2014).

doi: 10.3389/fendo.2014.00012.

査読有り

Shimmura T, Yoshimura T.

Circadian clock determines the timing of rooster crowing.

Current Biology 23 (6), R231-R233 (2013). Selected for cover picture.

doi:10.1016/j.cub.2013.02.015.

査読有り

Kawahara-Miki R, Sano S, Nunome M, Shimmura T, Kuwayama T, Takahashi S, Kawashima T, Matsuda Y, Yoshimura T, Kono T.

Next-generation sequencing reveals unique genomic features in the Japanese quail.

Genomics 101, 345-353 (2013).

doi: 10.1016/j.ygeno.2013.03.006.

査読有り

〔学会発表〕(計6件)

新村毅・大橋将星・吉村崇.
最上位個体の雄鶏は朝を告げる優先権を有する.
第38回日本鳥類内分泌研究会.
紀州鉄道熱海ホテル(静岡県熱海市).
2014年12月14日.

新村毅, 吉村 崇. (招待講演)
鶏が朝を告げる時刻は体内時計と社会的順位によって決められている.
日本時間生物学会シンポジウム「環境応答と生物時計 - 若手による学際性入門」.
九州大学(福岡県福岡市).
2014年11月9日.

Tanaka T, Shimmura T, Maruyama Y, Fujino S, Kamimura E, Uetake K.
Persistent effect of broody hens on behaviour of chickens.
10th Asia Pacific Poultry Conference 2014.
Jeju, Korea. Oct 19-23th, 2014.

四宮愛・足立大輔・新村毅・千賀琢未・
頼永恵理子・吉村崇.
近交系メダカを用いた季節性繁殖における日長応答の解析.
日本動物学会第85回仙台大会.
東北大学(宮城県仙台市).
2014年9月11-13日.

Ito S, Hirose M, Yatsuhiko A, Matsumoto A, Yayou K, Shimmura T.
Circadian rhythms control red jungle fowl crowing.
The 48th International Congress of the International Society for Applied Ethology.
Vitoria-Gasteiz, Spain. July 29th - August 2nd, 2014

Shimmura T, Ohashi S, Yoshimura T.

Highest-ranked rooster determines the timing of predawn crowing in groups.
The 30th Anniversary Meeting Sapporo Symposium on Biological Rhythm.
Hokkaido, Japan. 26-27th July 2014.

〔図書〕(計2件)

新村毅. 動物福祉. ニワトリの科学(古瀬充宏編), pp194-196. 朝倉書店(2014)

新村毅. 26の項目を担当. 行動生物学辞典(上田恵介・菊水健史・坂上貴之・辻和希・友永雅己・中島定彦・松島俊也編). 東京化学同人(2013)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等
個人ホームページ(researchmap):
<http://researchmap.jp/shimmura/>
研究室ホームページ:
<http://shimmura.p2.weblife.me/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新村毅 (SHIMMURA, tsuyoshi)
基礎生物学研究所・季節生物学研究部門・
特任助教
研究者番号: 50707023

(2) 研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

吉村 崇 (YOSHIMURA, takashi)

研究者番号：40291413