

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580370

研究課題名(和文) 脳の左右差からニワトリの情動を探る

研究課題名(英文) Hemispheric laterality and emotion in chickens

研究代表者

豊後 貴嗣 (Bungo, Takashi)

広島大学・生物圏科学研究科・教授

研究者番号：40325361

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円、(間接経費) 1,290,000円

研究成果の概要(和文)：情動変化をもたらす環境下でのニワトリの行動ならびに終脳神経活動の左右差とその脳部位を調査した。ストレス負荷により終脳ドーパミンあるいはセロトニン濃度に右脳優位性が認められた。また、その優位性はストレス性の鳴き回数と正の相関関係にあった。このような変化は、給餌や飼育環境改善など快情動の誘起によって緩和された。しかし、行動の左右差との関連について明確な違いは見いだせなかった。

研究成果の概要(英文)：The objective of the present study was to investigate the relationship between emotion and hemispheric laterality in chickens. Regarding central monoamine laterality, the ratios of HVA/DA and 5-HIAA/5-HT in the right hemisphere were significantly higher than those in the left hemisphere of chickens on stress conditions. In addition, plasma CORT concentrations correlated positively with the lateral index of 5-HIAA/5-HT in the telencephalon of chickens. It has been suggested that emotional processing in the right hemisphere might be optimal with DAergic and/or serotonergic lateralization, whereas either a decrease or an increase in this lateralization might be reinstated in animals suffering stress. In addition, positive emotion-induced treatment tended to attenuate stressors, but we could not find the relationship between brain asymmetry and behavioral laterality.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：畜産学・獣医学・畜産学・草地学

キーワード：ニワトリ 左右差 モノアミン 情動 アニマルウェルフェア

1. 研究開始当初の背景

「家畜福祉」研究において、家畜の「こころ」を客観的に把握・評価することは重要である。そのためには、家畜の情動状態を多角的に調査・解析する必要がある。これまでの家畜管理分野における情動の評価は、不快情動（ストレス）からのアプローチが中心であり、対極の快情動からの検討はほとんどなされていない。その理由のひとつは、快情動の評価において客観的論拠が乏しい点にある。

本研究では、情動中枢である終脳活動を核として、血中における生理活性物質の変動およびそれら相互関係について、「脳の左右差」という観点から調査をする。さらに、それら生理活性物質と行動（特に床つつき、砂浴びなど情動関連行動）との関係についても検討するものである。これによって、行動生理学的観点から鶏の「快・不快情動」を明らかにし、家畜における「快適さ」を評価する新たな指標の確立を目指す。

2. 研究の目的

「脳の左右差」と環境刺激（ストレス刺激、自発行動誘発刺激など）あるいは飼養環境（敷き料、飼養面積など）との関係について終脳左・右および血中の生理活性物質を測定し、情動との関連性を総合的に明らかにするものである。これによって、行動生理学的観点からニワトリの「快および不快情動」を明らかにし、家畜における「快適さ」を評価する新たな指標を確立するための基礎的情報を得ることを目的とした。

3. 研究の方法

<試験1> ストレス負荷がヒナの終脳モノアミン濃度におよぼす影響：供試動物は、7日齢のニワトリ雄ヒナを用いた。飼育および試験は、24時間点灯、環境温度30の恒温条件下で行なった。10分間の単離ストレスをヒナに負荷し、直後の終脳モノアミン濃度を測定するとともに、血漿コルチコステロン、グルコースおよび遊離脂肪酸濃度についても調査した。なお、対照区として群飼育ケージ内のヒナを用いて、同様に血液および終脳を採取し分析をおこなった。得られたモノアミン濃度の結果をもとに、終脳の左右差を示す側性指標（終脳右側の濃度から左側の濃度を減じたのち、左右の濃度の平均で除した値）を求めた。

<試験2> 中枢モノアミン神経系に及ぼす餌探索行動の影響：供試動物は7日齢のニワトリ雄ヒナとし、試験1と同様の条件で飼育した。本試験では、3羽一群を15分間の新奇環境に曝露し、ミルワーム給与によって餌探索行動を誘起した。試験区は、ミルワームを給与する

ミルワーム区と何も給与しない対照区の2区を設定した。ミルワーム区に対しては、1匹ずつミルワームをケージ内に投入し、いずれかのヒナが嚙下することが確認されたら、新たに投入することとした。なお、ケージは実験1と同様のものを用いた。試験終了後、実験1と同様に試料採取して各測定に供した。行動観察については、ヒナの移動距離、くちばしでミルワームを保持していた時間および採食したミルワームの数を記録した。

<試験3> 新奇環境下でのストレス反応に及ぼす敷料設置の影響：供試動物は6日齢のニワトリ雄ヒナとし、試験1と同様の条件で飼育した。本試験は、試験1と同様に単離処理をしたもの（敷料無区）と、オガクズ（3cm深）を敷いたケージで単離処理をしたもの（敷料有区）の2区を設定するとともに、終脳左右差については無処理のものを用いた。15分間の処理後、実験1と同様に試料採取して各測定に供した。行動観察については、不安時みられる鳴き回数およびヒナの移動距離を記録した。

<試験4> 飼育面積が産卵鶏の情動行動および終脳モノアミン側性に及ぼす影響：供試鶏は、約250日齢（試験開始時）の白色レグホン系産卵鶏とし、床面積897cm²（対照区）あるいは1794cm²（大ケージ区）のケージで単飼した。飼育条件は、8時点灯の14L10D、環境温度23 恒温、自由採食・飲水とした。試験開始4、あるいは46日目に供試鶏を断頭屠殺し、間脳および左右の終脳を採取した。摘出した各脳部位は、直ちにホモジナイズしモノアミン濃度の分析に供した。行動観察は、屠殺前日の明期に行ない、情動行動の発現回数（羽繕い、突つつき、伸び、頭掻き、砂浴び様行動）を記録した。

4. 研究成果

<試験1>

単離処理ヒナの血漿グルコースおよび遊離脂肪酸濃度は、対照区のそれと比較して違いは認められなかったが、血漿コルチコステロン濃度は有意に高いことが示された（表1-1：p<0.01）。このことから、単離処理がヒナにとってストレス刺激としてなっていたと考えられた。単離区において、ドーパミン代謝産物、セロトニン代謝産物、およびそれぞれの比の側性指標（側性指標 = (右-左)/{(右+左)/2}）がいずれも対照区に比べ高値を示していた（p<0.01）。単離処理によって、終脳右側でのドーパミンおよびセロトニン神経系の活動が高まっていたことから、家禽においても脳の非対称性と情動との間に関連のあること、また哺乳類と同様に不安といった負の情動の発現時に右脳が優位に機能しているこ

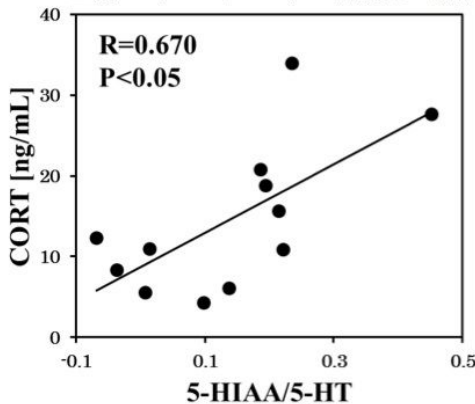
とが示唆された。さらに、終脳セロトニン代謝産物比の側性指標と血漿コルチコステロン濃度との間に正の相関関係(図1-1: $p < 0.05$ 、 $r = 0.670$)がみられたことから、セロトニン代謝産物比の側性指標が負の情動の指標となる可能性が考えられた。

表 1-1: 単離ストレスが血液性状に及ぼす影響

	対照区	単飼区
Glu (mg/dL)	254 ± 11	237 ± 17
FFA (μEq/L)	193 ± 24	237 ± 21
CORT (ng/mL)	7.9 ± 1.3	21.3 ± 3.4**

Glu: グルコース、
FFA: 遊離脂肪酸
CORT: コルチコステロン

図 1-1: 終脳セロトニン代謝産物比の側性指標と血漿コルチコステロン(CORT)濃度との関係



< 試験 2 >

ミルワーム区において、ヒナの移動距離が対照区に比べて有意に高い値を示した(表2-1: $p < 0.01$)。一般的に動物は、快情動を感じるものに対しては接近行動を示すことが知られていることから、ヒナがミルワームを追っていたこと(接近行動)は、ミルワーム区においてヒナの快情動は誘発されていたものと考えられた。血液性状および終脳モノアミン側性指標は、両区間に有意な差は認められなかった。しかし、側性指標と移動距離との関係についてみると、ミルワーム区においてはドーパミンおよびその代謝産物の側性指標と移動距離との間に負の相関関係が、対照区では正の相関関係が認められた(図2-1: $p < 0.01$)。

このことから、対照区のヒナでは新規環境ストレスによる行動量の増加、ミルワーム区のヒナにおいては自発行動が増加したことによる負の情動の緩和が生じたものと考えられた。

表 2-1: ミルワーム給与がヒナの移動距離に及ぼす影響

	対照区	ミルワーム区
移動距離 (m)	9.8 ± 1.5	56.3 ± 3.9**

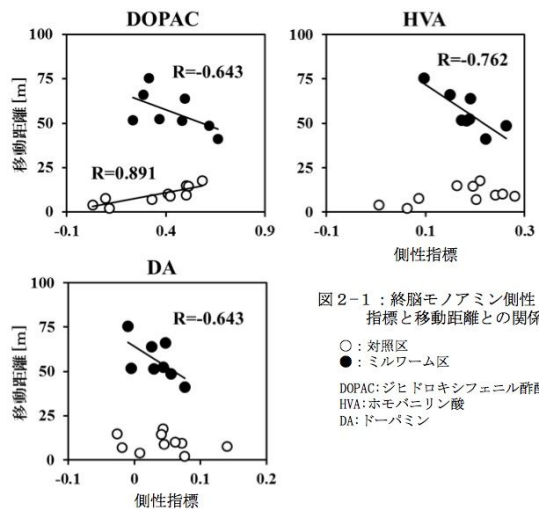


図 2-1: 終脳モノアミン側性指標と移動距離との関係
○: 対照区
●: ミルワーム区
DOPAC: ジヒドロキシフェニル酢酸
HVA: ホモバニリン酸
DA: ドーパミン

< 試験 3 >

間脳モノアミン濃度については、いずれのモノアミン濃度にも差は認められなかったものの、ドーパミン代謝産物比が、無処理区 > 敷き料有区 > 敷き料無区の順に高く、敷き料有区のそれが、無処理区のものよりも有意に低い値を示した。終脳モノアミン側性指標の場合、いずれのモノアミン濃度にも差は認められなかったものの、ドーパミン他者産物比は、敷き料無区 > 敷き料有区 > 無処理区の順に高く、敷き料無区のそれが、無処理区あるいは敷き料有区のものより右脳側性が高い傾向にあった。血漿グルコース濃度は、敷き料無区 > 敷き料有区 > 無処理区の順に高く、敷き料無区と無処理区との間に有意な差が認められたが、FFA濃度については3区間に差は示されなかった。

以上の結果から、敷き料の存在は、ニワトリヒナのストレス反応を低減することが示唆されるとともに、ドーパミン代謝産物比の側性指標が、負の情動減弱化の指標となる可能性が考えられた。

< 試験 4 >

試験開始4日目の神経伝達物質濃度は、間脳および終脳いずれにおいても両区間に差は認められなかった。また、前日の情動行動発現回数は、大ケージ区において頭掻き行動が多い傾向にあった($P < 0.1$)。試験開始46日目の場合、終脳のノルアドレナリン濃度およびセロトニン代謝産物比が大ケージ区で低く($P < 0.05$)、終脳左側のノルアドレナリン濃度は右側よりも相対的に高かった($P < 0.01$)。前日の情動行動発現回数は、大ケージ区において頭掻き行動が多く(図4-1: $P < 0.01$)、砂浴び様行動も多い傾向にあった(図4-1: $P < 0.1$)。また、ノルアドレナリン濃度の終脳左右比と頭掻き行動との間に弱い相関関係が認められた。

以上の結果から、飼育床面積は産卵鶏の情

動行動の発現および終脳の神経活動に影響を及ぼすことが示唆された。

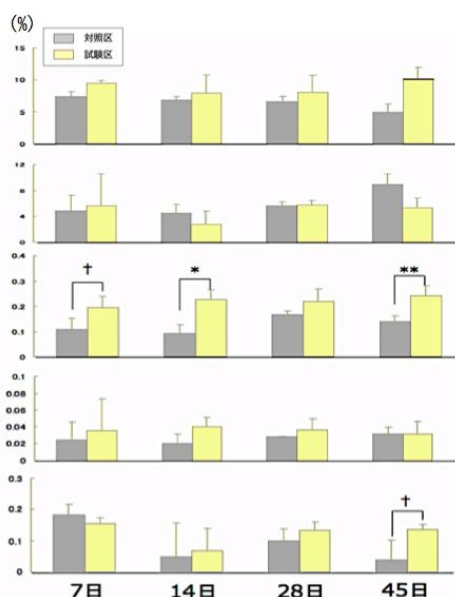


図4-1：鶏の情動行動発現に及ぼす飼育面積の影響
† P<0.1, *P<0.05, **P<0.01

<総合考察>

本研究で示されたようなストレスと中枢神経系の左右差との関係についての報告は、過去にも多く示されている。ラットにおいて、慢性的な拘束ストレスによる右脳皮質の錐体ニューロンの先端樹状突起の退縮が生じることや、新奇環境ストレス時の右脳扁桃体中心核での神経活動の上昇、物理的ストレスに対する右脳辺縁皮質でのドーパミン濃度の上昇、神経核における薬理的なドーパミン枯渇によるストレス反応への影響が左右で異なるといったことが報告されており、その多くは、右脳がストレス対処や情動処理において重要な役割を果たすことを示している。また、ラットにおける利き手や旋回運動および接触走性の方向、鳥類における砂の掻き足や左目による危険察知といったようなヒト以外の動物においても行動の左右差が存在することが知られている。

さらにはラットにおいて、線条体領域の内因性ドーパミン活性の左右差が接触走性の方向や利き手と関係しているといった中枢モノアミンの左右差と行動の左右差の関係が多く報告されている。こういった行動の左右差が中枢神経系の左右差を反映しているものであるならば、行動の非対称性を指標として家畜の情動を検出することができるという可能性が推察される。

情動評価のための行動指標が策定されれば、生産現場においてもこれまでより容易かつさらに詳細に家畜の情動を評価することが可能になり、家畜にとってより快適な飼育環境の提供につながるものといえる。これらが実現すれば、家畜生産におけるアニマルウ

エルフェアの改善に大きく貢献しうると考えられる。しかしながら、行動の左右差や中枢神経系の左右差については、雌雄間あるいは品種・系統間においてその方向や程度が異なっていることがいくつか報告されており、実際の情動評価のための指標策定に向けては、これらの違いについてもさらに検討する必要があるものと考えられる。

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)

[学会発表](計 6件)

- (1) 豊後貴嗣・中斉えり子・高脇美南・谷澤 宏・河上真一 (2013) 終脳モノアミンを指標としたニワトリの情動評価. 日本家畜管理学会・応用動物行動学会合同 2013 年度春季研究発表会.(3/29: 広島市、安田女子大学).
- (2) 中斉えり子・高脇美南・谷澤 宏・河上真一・豊後貴嗣 (2012) 終脳モノアミン側性指標と行動量とによるニワトリの情動評価. 日本家禽学会秋季大会.(9/7: 高松市、高松市生涯学習センター「まなびCAN」).
- (3) 中斉えり子・高脇美南・谷澤 宏・河上真一・豊後貴嗣 (2012) 摂食・探索行動の誘起がニワトリヒナ中枢モノアミン濃度に及ぼす影響. 日本家禽学会春季大会.(3/30: 名古屋市、名古屋大学東山キャンパス).
- (4) 中斉えり子・高脇美南・谷澤 宏・河上真一・豊後貴嗣 (2011) 敷き料の有無がニワトリヒナ中枢モノアミン濃度に及ぼす影響. 第 36 回日本鳥類内分泌研究会.(11/21: 箱根湯本、箱根パークス吉野).
- (5) 中斉えり子・高脇美南・谷澤 宏・都築政起・河上真一・豊後貴嗣 (2011) ニワトリにおける抗ストレス能の品種間差. 日本動物遺伝育種学会第 12 回大会.(11/19: 東広島市、広島大学生物生産学部).
- (6) 中斉えり子・松浦真紀・高脇美南・谷澤 宏・河上真一・豊後貴嗣: 幼雛期ヒナの成長ならびにストレス耐性に対する拘束負荷の影響. 関西畜産学会・2011 年度岡山大会.(9/13: 岡山市、岡山大学農学部).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

豊後 貴嗣 (BUNGO TAKASHI)

広島大学・大学院生物圏科学研究科・教授

研究者番号: 40325361

(2) 研究分担者

河上 真一 (KAWAKAMI SHINICHI)

広島大学・大学院生物圏科学研究科・准教授

研究者番号: 50343984