

博 士 論 文

岐阜地鶏の行動特性に関する研究

コマーシャル産卵鶏との比較行動学的検討

2000年3月

伊 藤 秀 一

岐阜地鶏の行動特性に関する研究

コマーシャル産卵鶏との比較行動学的検討

麻布大学大学院獣医学研究科
動物応用科学専攻博士後期課程

2000年3月修了

DA9701 伊藤秀一

目次

緒言	1
第1章 ケージ環境における岐阜地鶏とコマーシャル産卵鶏の行動	
目的	6
材料および方法	7
1. 供試動物	7
2. 調査場所	7
3. 調査期間	7
4. 飼育設備	7
5. 管理方法	10
6. 調査内容	12
7. 統計解析	14
結果	15
1. 各行動が一日に占める割合	15
2. 各行動の経時的変化	17
考察	26
要約	28
第2章 ケージ環境から野外放飼環境へ移された 岐阜地鶏とコマーシャル産卵鶏における行動の変化	
目的	29
材料および方法	30
1. 供試動物	30
2. 調査場所	30
3. 調査期間	30
4. 飼育設備	30
5. 管理方法	30
6. 調査内容	34
7. 統計解析	34

結果	37
1. 各行動が1日に占める割合	37
2. 闘争行動	40
3. 両品種の空間分布	42
考察	46
要約	48

第3章 野外放飼環境における岐阜地鶏とコマーシャル産卵鶏の行動

目的	50
材料および方法	51
1. 供試動物	51
2. 調査場所	51
3. 調査期間	51
4. 飼育設備	51
5. 管理方法	51
6. 調査内容	51
7. 統計解析	52
結果	53
1. 各行動が1日に占める割合	53
2. 各行動の経時変化	55
考察	64
要約	65

第4章 岐阜地鶏とコマーシャル産卵鶏の採食戦略

目的	66
材料および方法	67
1. 供試動物	67
2. 調査場所	67
3. 調査期間	67
4. 飼育設備	67
5. 管理方法	67
6. 調査内容	70

7. 統計解析	71
結果	75
1. パッチ移動回数	75
2. パッチ滞在時間	79
3. 総摂食量	81
4. 餌獲得コスト	86
考察	88
要約	90
総合考察	91
要約	93
謝辞	97
文献	98

緒言

現在の鶏は、インドから東南アジアにかけて生息している赤色野鶏を、紀元前約6000年に家畜化したもので¹⁾、家畜の中でも改良が進んでいる種であると言える。鶏の祖先種としては、赤色野鶏単体を祖先と考える一元説と、赤色野鶏、灰色野鶏、青襟野鶏、セイロン野鶏が相互に交配されて成立したとされる多元説があるが、近年の蛋白質多型の研究などにより、現在は一元説が支持されている²⁾。家畜化の当初は、宗教的な生け贄や、闘鶏用であったことが知られており、その模様は古代遺跡の壁画にも表されている³⁾。また、暁の時間を告げることから、軍隊が兵士を起こすために利用したことが家畜化の最初であるとも言われている⁴⁾。紀元前3200年頃のモヘンジョダロの遺跡から発掘された鶏の大腿骨の長さは約105mmと、原種である赤色野鶏の平均69mmに比べると一回り大きく、すでに人為的な選抜による家畜化、大型化が起きていたことを示している⁵⁾。経済動物として鶏の改良が行われ始めたのはローマ時代とされているが、卵用種として確立したのは約150年前、肉用種としては50年前と比較的最近である⁶⁾。英国のトラスト団体であるThe Poultry Club of Great Britain発行のBRITISH POULTRY STANDARDS⁷⁾では、鶏だけで88品種が紹介されているが、品種として確立しているものだけでも、160種以上であるとも言われており、一説には変種を含めると500品種以上いるとされている⁴⁾。

現在の採卵養鶏に用いられている鶏は、原種である赤色野鶏と比較して、多くの異なる特徴を持っている。赤色野鶏の産卵数は、年間30～60個ほどである³⁾のに対し、白色レグホーン系の交雑種や、インクロスブレッドなどのコマーシャル産卵鶏の年間の産卵数は300を越える。また、産卵数だけでなく、卵の大きさや卵質、抗病性などさまざまな点に対して経済動物としての改良がなされており、赤色野鶏とコマーシャル産卵鶏は毛色・形態なども大きく異なっている。行動面については、ほとんど育種改良の対象にされていないが、産卵能力や外見の変化に伴い、就巢性の消失などの質的変化が、また各行動の量的変化が起きている。赤色野鶏とコマーシャル産卵鶏の行動を直接比較した研究は少ないが、Blokhuys⁸⁾は、ペンと放飼場で群飼された赤色野鶏とコマーシャル鶏の行動を24時間観察し、休息行動の姿勢が異なることなどを報告している。また、Keelingら⁹⁾は、コマーシャル鶏と、より野鶏に近いBantam typeを110m×80mの半自然環境で放飼した結

果、Bantam typeはコマーシャル鶏に比べて個体間距離が短くなったことを報告した。Gustafssonら¹⁰⁾は、赤色野鶏 × Bantam typeとコマーシャル鶏のパッチ状の餌場における採食戦略を比較し、両品種ともに変化する餌場の質に合わせてその行動を対応させることができるが、赤色野鶏×Bantam typeは、より戦略的に行動したことを報告している。しかし現在は、野生および人為環境下ともに赤色野鶏の個体数は少なくなっており、実験に用いることは困難な状況にある。

わが国への鶏の渡来は、中国大陆から朝鮮半島を経て伝わったものと、黒潮に沿って北上するルートで伝わったものがあり、それらの遺伝子が混じりあって、日本鶏が成立したという説が有力となっている¹¹⁾。日本書紀に、天照大神をして自ら天の岩戸を開けさせた「常世の長鳴鳥」が鶏であることから明らかなように¹²⁾、伝来時期はかなり古い年代であると考えられる。考古学的には愛知県の伊川津貝塚から発掘された鶏がもっとも古く、縄文時代晩期（～紀元前300年）のものと推定されている。弥生時代に入ると、静岡県登呂遺跡や長崎県原の辻貝塚などからも鶏の骨が出土している。そして現在でも、古代から伝わる鶏が日本には数多く存在し、尾長鶏、矮鶏、比内鶏、土佐地鶏、秋田地鶏、岐阜地鶏など、世界的に有名な鶏も多く¹³⁾、貴重な遺伝資源である。特に地鶏と呼ばれる品種は、赤色野鶏の特徴を今も残しており¹⁴⁾、遺伝的にも貴重な財産である。地鶏は、古代鶏が稲作文化の進展に伴って各地に伝搬したものが土着し、地域の特徴を加味された品種と考えられている^{5, 15)}。岐阜地鶏は、昭和16年に天然記念物¹⁶⁾として指定された代表的な地鶏で、現在は岐阜県養鶏試験場や愛好家らの手によって維持されている。Nishidaら¹⁷⁾は、日本在来鶏を形態学的に比較し、岐阜地鶏が赤色野鶏および灰色野鶏と主成分分析上一群を形成したと報告している。しかし、田名部ら¹⁸⁾は、血液蛋白質多型を支配する遺伝子構成の比較により、日本鶏の相互の遺伝関係を調査した結果、岐阜地鶏は日本鶏の中でも遺伝子構成がかなり異なるため、複雑な成立過程をたどったのではないかと述べており、そのルーツは明確にされていない。金子ら^{19, 20)}は、岐阜地鶏の生産性について、孵化後12ヵ月目での平均体重は雄で約1300g、雌で約940gとコマーシャル鶏に比べて小柄で成長率も低く、初産日齢は平均173.5日であることを報告している。また、岐阜地鶏は大半の家畜鶏と異なり、強い就巢性を持っている²¹⁾ため、就巢行動とホルモンの関係についての研究は行われている²²⁾が、岐阜地鶏等の地鶏管理を行動学的に検討した研究はみられない。

採卵養鶏においては、牛肉や豚肉のように品種や飼育法によって価格に差をつけることは少なく、ケージ飼育による白色卵が一般的であった。また、卵は物価の優等生と言われ、他の製品の価格が上昇する中、戦後ほとんど価格変動が起きていない。しかし近年、管理法を工夫し、一般的な卵と差別化して単価を上げる、付加価値卵と呼ばれるものが注目されている。たとえば、有精卵やヨード卵、抗生物質等の薬品を用いない飼料を用いたもの、あるいは平飼い方式で飼育されたものなどに人気が高まっている²³⁻²⁵⁾。また、採卵養鶏に用いられている品種も、主に欧米産の高度に育種改良されたコマーシャル鶏が用いられていたが、日本在来の地鶏をコマーシャル鶏と交雑して、製品の差別化をはかることも見られるようになった。農林水産省畜産局家畜生産課の調査によれば、1999年現在で高付加価値卵と銘打って市場に出回っているものだけでも151銘柄あり、その使用羽数は393万羽となっている。銘柄化の手法としては、管理方法の違いや品種の違いを特徴としたものもあるが、大部分は飼料の違いによって差別化されている。同様に肉養鶏についてもブロイラー飼育が一般的であったが、近年はブランド化が進み、名古屋種や比内鶏などの特殊な鶏肉や野外で飼育した鶏の人気が高まっている。そのような状況の中で、利益を追求するあまり、出荷の1週間前に平飼いをを行ったブロイラーを「地鶏」として出荷するなど、「地鶏」という基準があいまいであることが問題とされてきた。そこで農林水産省は、2000年3月より特定JAS規格を地鶏に適応させることを発表している²⁶⁾。地鶏肉の特定JAS規格は(1) 在来種由来の血液百分率が50%以上である、(2) 飼育期間80日以上、(3) 28日齢から平飼いで飼育したもの、(4) 飼育密度は28日齢から1平方メートルあたり10羽以下となっており、これらの項目を満たすものにのみ、地鶏としての表示が許されることになる。岐阜地鶏も、卵用としてロードアイランドレッドと交配した品種、肉用として地鶏をホワイトロックとロードアイランドレッドと交配した品種が、奥美濃古地鶏として利用されているが、2kgを越えるのに20週齢を要するなど、ブロイラーに比べて増体率は低く、現在の養鶏産業で主流の管理法のままで対応できない²⁷⁾。また、嶋澤ら²⁸⁾は、平飼い管理とケージ環境において地鶏肉用交雑鶏とブロイラーを飼育した結果、ブロイラーは環境の違いが肉質には影響を与えなかったが、地鶏はケージ飼育においては肉質が低下したことを報告している。

コマーシャル鶏の管理方法は、原始的な囲い込みから、小屋を用いた平飼い方式、バタリーケージを用いたケージ飼育と変化してきたが、近年欧米諸国で発展し、わが国でも急

速に広がってきた家畜福祉思想の下に大きく変化しつつある。その流れはケージ飼育を用いた福祉管理と、ケージを廃止して福祉管理を行う方向がある²⁹⁾。平飼い方式は行動の制約が少ないため、異常行動が起きにくく、本来鶏が持っている行動を発揮することができると言われている。Tanakaら³⁰⁾はバタリーケージとaviary systemと呼ばれる平飼い方式で鶏を飼育し、平飼い方式では異常行動が少なく、慰安行動が増えたことを報告している。Taylorら³¹⁾は、バタリーケージに比べaviary systemで飼育された鶏は、羽根の状態も良くなったことを報告している。Hansenら³²⁾は、ケージ飼育されている鶏と、aviary systemで飼育されている鶏の恐怖反応を比較し、ケージ飼育の鶏の方がより強く恐怖を感じたと述べている。また、止まり木等を立体的に配置し、3次元の空間を作り出すことによって多数の鶏を収容しつつ、本来鶏が持っている行動を発現させることも可能である。1999年現在で、すでにスイスとスウェーデンではケージによる産卵鶏の飼育が禁止されており、他のヨーロッパ諸国でも今後はケージ飼育が禁止される方向に進んでいる。また、英国では平飼いなどの福祉的に飼育された鶏の卵である「Welfare egg」の販売が増加し、ケージ飼育による鶏の卵の販売を脅かしている³³⁾。改良ケージでの飼育では、単調な環境であるケージの中に止まり木³⁴⁻³⁶⁾や砂浴び場、巣箱などをとりつけることによって鶏本来の行動を発揮させて、異常行動を減らそうという試みがある。Applbyら³⁷⁾は3種類の巣箱のついたケージを制作して、鶏が好むケージの形を報告した。また、摂食にあたり操作を必要とするものを飼槽に置くことによって、鶏の摂食時間を増やし、暇な時間を減らすことで異常行動の発生を抑制する試みもなされている^{38, 39)}。特に英国ではそれらの装置を総合的に検討し、止まり木、巣箱、砂浴び場を取り付けたケージを用いた産卵鶏の飼育システムを実際の産業に応用している⁴⁰⁾。これらの家畜福祉思想に基づく管理法は、わが国でも少しずつ浸透している⁴¹⁾が、まだ発展段階にある。しかし、グローバルスタンダードが必要とされる現代では、今後さらなる発展が必要となるものと考えられる。

本調査は、岐阜地鶏の行動特性をコマーシャル鶏と比較することにより、管理法の確立していない地鶏の特徴を理解すること、今後必要になると考えられる家畜福祉の基礎的知見を得ることを目的とした。第1章では、岐阜地鶏とコマーシャル鶏をケージに1羽飼いし、その行動を比較した。第2章では、ケージ飼いされていた両品種を野外放飼環境へ移動し、約1カ月間にわたり、新しい環境への適応過程を観察した。第3章では、野外放飼環境へ移動1年後に観察を行い、両品種の平飼い環境における行動を比較した。最後に第4章

で、品種間の行動特性の違いを明らかにする方法として、パッチ状の餌場における採食戦略の比較を行った。

第1章

ケージ環境における岐阜地鶏とコマーシャル産卵鶏の行動

目的

産卵鶏の管理法としてはケージ飼育が一般的であるが、ケージ環境は単調であり、また、十分な広さが確保されていないために、さまざまな異常行動が発現し、福祉的にも問題であるとされている²⁹⁾。そのため、常同行動の発現、他個体への異常な羽毛つつきやカニバリズムなどが発生し、福祉的な面だけではなく、産業的な面での損失も大きい。

そこで、ケージ内に止まり木や、砂浴び場、巣箱などを行うことによって、複雑な環境を作り、異常行動の発生を抑制するエンリッチメントシステムが開発されている。Nicolら⁴²⁾は、ケージの高さや面積を大きくすることによって、羽づくろい等の慰安行動が増加したと報告した。また、Tausonら³⁴⁾は、ケージに止まり木を設置することによって、羽づくろい行動が増加し、他の個体に対する攻撃が減少する傾向にあったと述べている。Applebyら⁴⁰⁾は、止まり木、巣箱、砂浴び場を組み合わせたEdinburgh Modified Cageを開発し、福祉レベルの向上に対する効果を報告した。しかし、これらは高度に育種されたコマーシャル鶏を用いた研究であり、原種やほとんど育種改良が行われていない品種の福祉管理についての検討はこれまで行われていない。地鶏の管理法としては平飼いを行うことが一般的であるが、今後は生産性を高めるために地鶏のケージ飼育が行われることも考えられる。

そこで、地鶏のケージ飼育の可能性について検討するために、本章では、一般的な飼育用ケージにおける岐阜地鶏とコマーシャル鶏の行動を比較した。

材料および方法

1. 供試動物

供試鶏には、本学の付属鶏舎で飼養中の岐阜地鶏と近交系コマーシャル産卵鶏（デカルブXL）を10羽ずつ用いた。岐阜地鶏は1996年3月に岐阜県養鶏試験場において孵化し、その後、同試験場において1年間飼育され、1997年5月に麻布大学に導入したもので、コマーシャル産卵鶏は1996年1月29日に神奈川県養鶏農業協同組合連合会において孵化したものを同年5月14日に導入し、同鶏舎においてケージ飼育されていたものである。各品種ともに足輪を取り付け、個体識別を行った。

2. 調査場所

実験は、麻布大学獣医学部付属鶏舎に産卵鶏用ケージ（詳細は後述）を配置し、観察を行った。

3. 調査期間

実験期間は1997年12月24日から29日までの6日間とし、1羽あたり3日間について、ビデオによる録画を行った。鶏舎の概要とケージの配置を図1-1に示した。

4. 飼育設備

供試鶏は 948cm^2 のケージ（藤井畜産機器製）に1羽ずつ収容した。飼槽は塩化ビニール製で、開口部が $140\text{mm} \times 400\text{mm}$ のものを使用し、ケージ前面に取り付けた。また、後方には給水器を取り付けた。ケージは、鶏舎西側に飼槽が内側になるように横一列に設置した。ケージの概要を図1-2に示した。



図1-1 鶏舎の概要

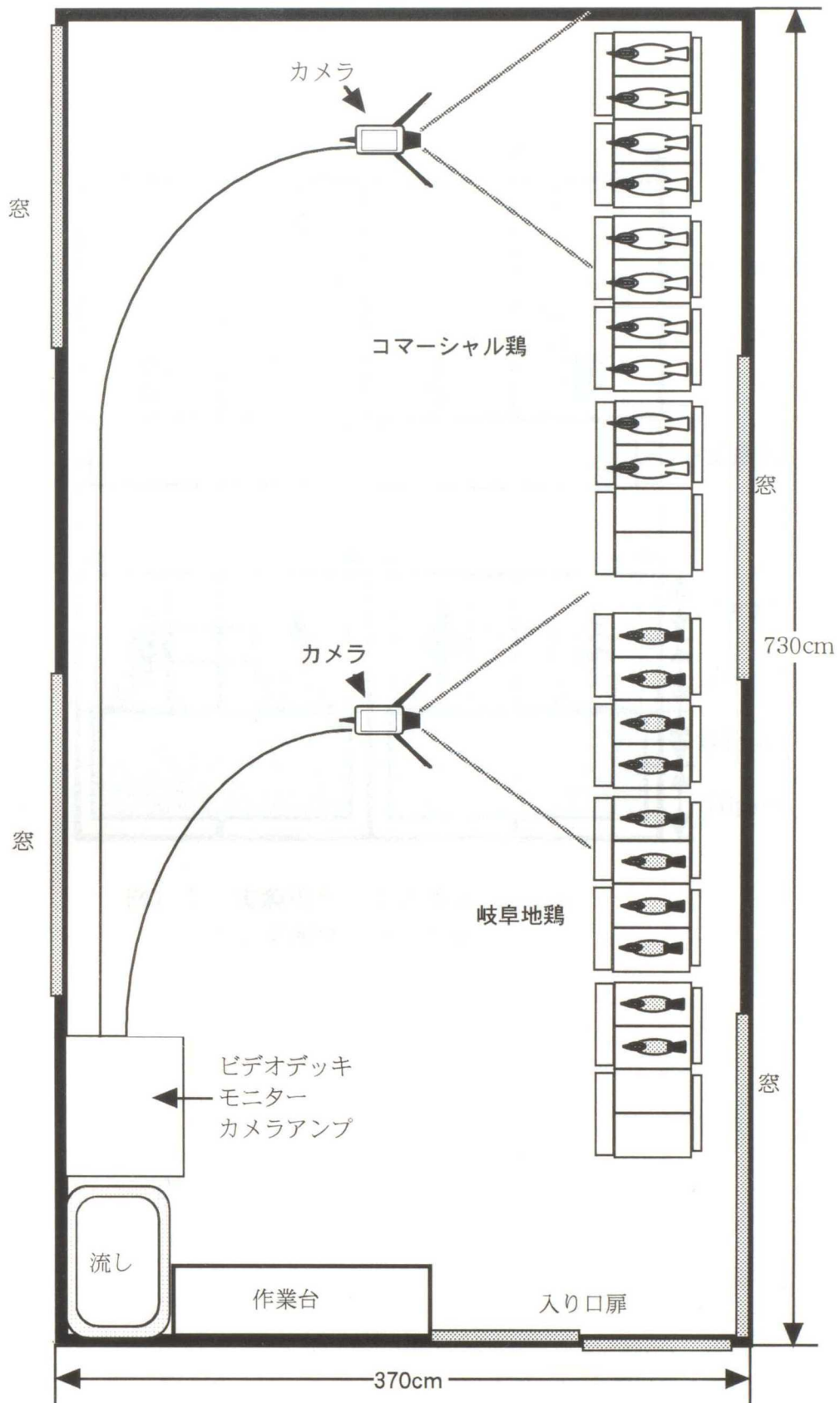


図1-1. 鶏舎内の概要

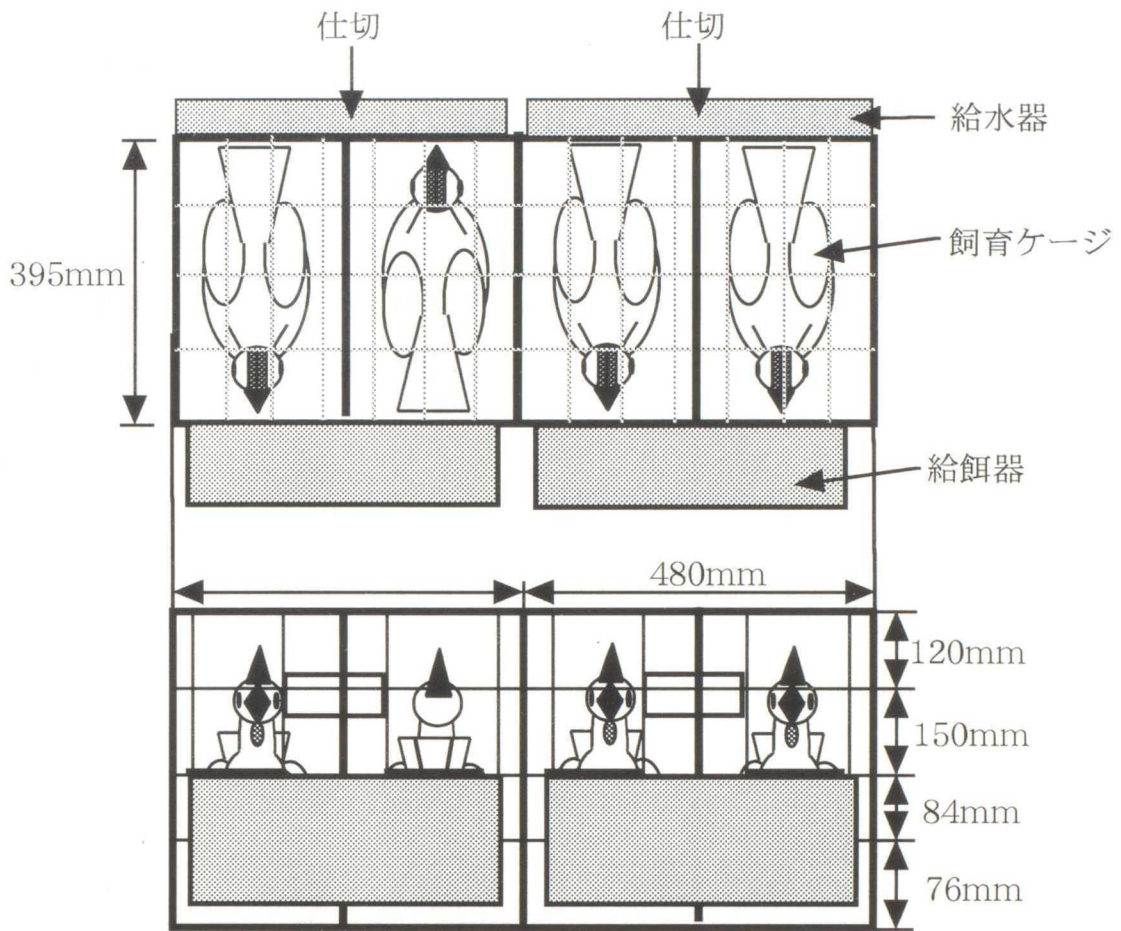


図1-2. 実験用ケージの概要（4羽用）
（上：平面図、下：前面）

5. 管理方法

飼料は成鶏用配合飼料（日本農産工業株式会社製 Sセブン）を用い、自由摂食・自由飲水とした。飼料の成分については表1-1に示した。気温および湿度については自然環境とし、気候に応じて7個の換気扇によって換気量を調節した。照明時間は自然光に加えて、5：00から19：00まで40ワットの蛍光灯6本を用い、14時間とした。また、除糞等の管理作業は8：30から9：00の間に行い、同時に給餌、給水と集卵を行った。なお、給水のみ15：30から16：00の間に再度行った。

表1-1. 飼料の成分（日本農産工業社製Sセブン）

成分		成分量（％）
粗蛋白	（以上）	17.0
粗脂肪	（以上）	3.0
粗繊維	（以下）	6.0
粗灰分	（以下）	14.5
カルシウム	（以上）	2.7
リン	（以上）	0.5
ME（kcal）	（以上）	2850

6. 調査内容

行動観察は、各品種5羽ごとに1台のカメラを設置して（図1-1）、6：00から16：00まで撮影を行った。両品種とも、供試鶏No.1からNo.5までをGroup 1、No.6からNo.10までをGroup 2とし、1日目から3日目まではGroup 1の撮影を行い、4日目から6日目まではGroup 2の観察を行った。ビデオテープの交換、カメラの配置換えは16：00以降に行った。観察期間は表1-2に示した。録画したテープの解析は、各時間ごとの最初の30分間について、1分ごとの瞬間サンプリングを行った⁴³⁾。また、観察する行動のカテゴリーはWebsterら⁴⁴⁾と、佐藤ら⁴⁵⁾の定義に基づき決定した。各カテゴリーの定義は表1-3に示した。行動観察には、テレビカメラをタイムラプスビデオに接続したもの2組を用いた。表1-4に観察に用いた機材を示した。

表1-2. 供試鶏の観察期間

	群番号	個体番号	観察日
岐阜地鶏	1	No.1-5	1997.12.24-26
	2	No.6-10	1997.12.27-29
コマーシャル鶏	1	No.1-5	1997.12.24-26
	2	No.6-10	1997.12.27-29

表1-3. 行動カテゴリーの定義

行動項目	定義
摂食	ケージ前面から首を出し、餌箱に首を入れている状態。餌を摂取する場合だけでなく、餌をかき混ぜる行動なども含む。
飲水	給水器からの飲水行動。
地面つつき	ケージの床面をくちばしでつつく行動。
歩行	ケージ内における歩行行動。
羽繕い	嘴を使った羽毛の手入れ行動。
砂浴び	ケージの床面において、あたかも砂があるように砂浴びと同様の行動をとる真空行動。
佇立	立位姿勢で大きな動きのない状態。
伏臥	足を曲げ、両翼を下げ地面につけた状態。
羽毛つつき	嘴を使った隣のケージにいる他個体へのつつき。
闘争	ケージ間における攻撃、威嚇。

表1-4. 観察機材

	メーカー	型番	台数
タイムラプスビデオ	Panasonic	AG-6720	2
カメラアンプ	Panasonic	WV-PS104A	1
テレビカメラ	Panasonic	WV-CP130	2
レンズ	Panasonic	WV-LZ6012	2

5. 統計解析

各行動が一日に占める割合のに対する品種の効果については一元配置分散分析を行った。統計解析にはSAS (SAS Institute Japan) のGLMプロージャーを用いた⁴⁶⁾。

また、各行動の経時的変化については、各時間における各行動の観察数= (全体の平均) + (品種の効果) + (時間の効果) + (品種と時間の交互作用による効果) + 誤差として、二元配置分散分析により検討を行った。なお、経時的変化の解析にはStatview Ver. 4.5 for Mac⁴⁷⁾ を用いた。

結果

1. 各行動が1日に占める割合

岐阜地鶏とコマーシャル鶏のそれぞれについて、1日に占める各行動の割合を図1-3に示した。

ケージ正面に設置した飼槽からの摂食行動は、岐阜地鶏は平均23.1%、コマーシャル鶏では38.1%と、岐阜地鶏が低い値を示し、その差は有意 ($P<0.01$) であった。コマーシャル鶏は全ての行動カテゴリーの中で摂食行動に費やす時間が最も長くなった。

飲水行動は岐阜地鶏、コマーシャル鶏ともに3%前後であり、品種間に有意な差はみられなかった。

同様に、ケージの床に対する地面つつき行動は、岐阜地鶏、コマーシャル鶏ともに3%前後観察され、有意な品種間差はみられなかった。

ケージ内における歩行行動は、岐阜地鶏が6.1%であり、コマーシャル鶏の1.7%と比べ有意 ($P<0.01$) に高い値を示した。

羽繕い行動はコマーシャル鶏の14%に対して、岐阜地鶏は26.2%と高い割合を示し、その差は有意 ($P<0.001$) であった。

真空行動としての砂浴びの発現は、コマーシャル鶏では0.2%とわずかに見られたのに対し、岐阜地鶏は全く見られず、有意 ($P<0.05$) な差が認められた。

また、佇立に費やした割合は品種間に差はなく、いずれも30%前後と、高い値を示した。なお、岐阜地鶏は佇立行動に最も多くの時間を費やした。

伏臥はコマーシャル鶏が9.6%であったのに対し、岐阜地鶏は3.7%と低く、両品種間に有意 ($P<0.05$) な差が認められた。

闘争、羽毛つつき行動は、個別飼育であったために、ケージの柵を隔てた状態でしか発生しなかったが、コマーシャル鶏において、若干の発生が見られた。なお、品種間で有意な差は見られなかった。

また、嘴を使う行動である、摂食行動、飲水行動、地面つつき、羽繕い、羽毛つつきの合計値は岐阜地鶏で56.4%とコマーシャル鶏の58.7%との間に差は見られなかった。

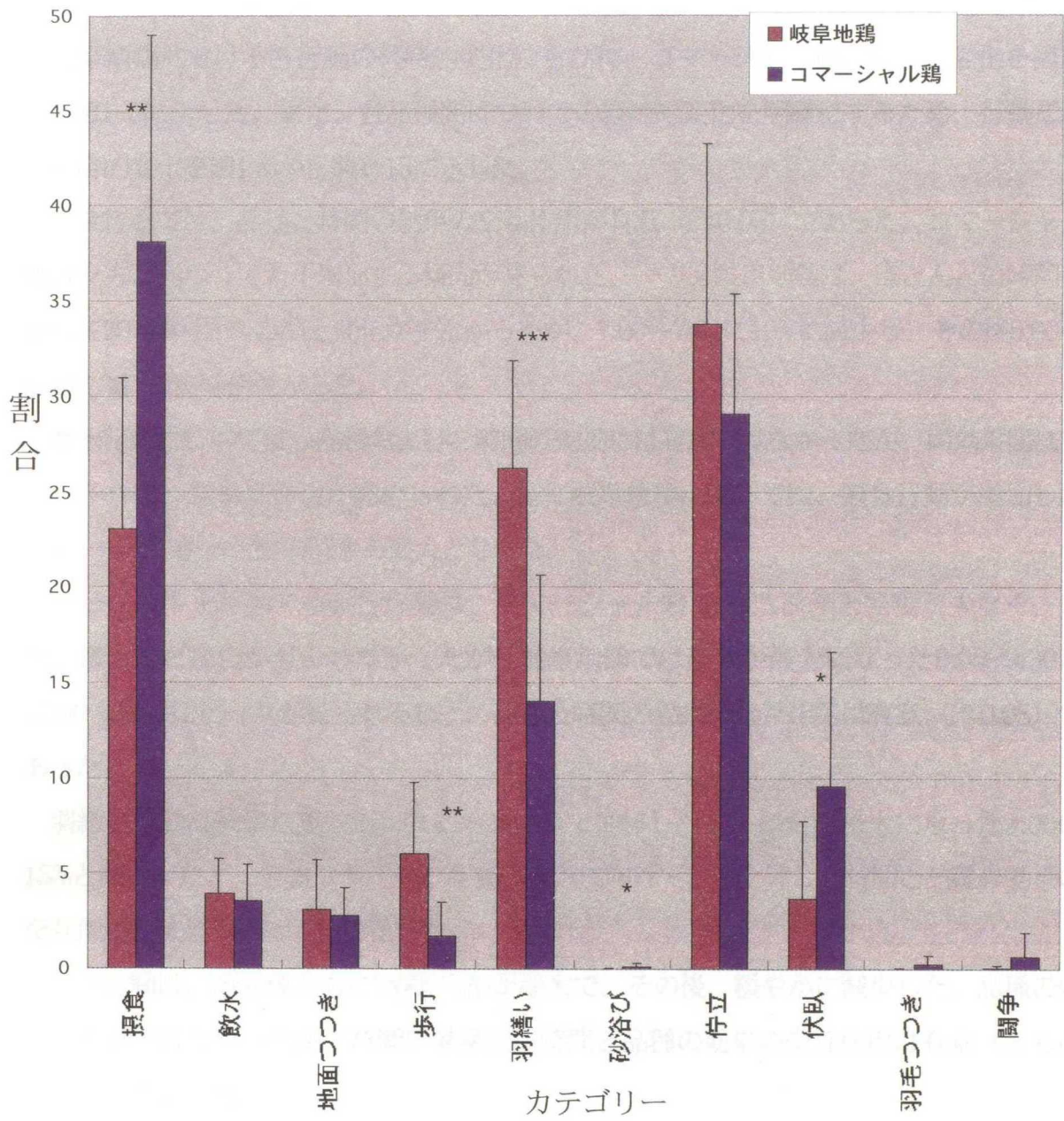


図1-3. 岐阜地鶏とコマーシャル鶏における各行動が1日に占める割合

*P<0.05 **P<0.01 ***P<0.001 (+SD)

2. 各行動の経時的変化

岐阜地鶏における各行動の経時的変化ならびに、コマーシャル鶏の経時的変化を図1-4、図1-5に示した。また、各品種間についての経時的変化を明確にするため、行動ごとの経時的変化を図1-6から図1-15に示した。

摂食行動では、品種と時間の効果の交互作用が有意 ($P<0.05$) であった。コマーシャル鶏は夕方に向かって若干増加する傾向が見られた。一方、岐阜地鶏は、ほとんどの時間において20%から30%の間と変化が少なかったが、7:00~7:30に12%に減少し、その後9:00~9:30に38%と高い値を示した。

飲水行動については、品種および、時間の効果には有意ではなかったが、両効果間に有意 ($P<0.01$) な交互作用が認められた。特に岐阜地鶏に関しては、摂食行動が増加した9:00~9:30に飲水行動の割合も最大となった。

ケージの中を移動する歩行行動は、コマーシャル鶏では2%前後と発現が少なく、また、ほとんど変化が見られなかったが、岐阜地鶏では摂食が最大になった9:00~9:30と15:00~15:30にピークが見られるなど、品種と時間の効果の交互作用は有意 ($P<0.05$) であった。

羽繕い行動は岐阜地鶏が25%以上の高い値で推移したが、摂食が最大になった9:00に15%と減少した。一方のコマーシャル鶏は夕方に向けて若干上昇し、時間と品種の効果の交互作用が有意 ($P<0.01$) であった。

佇立行動は、両品種ともに7:00~7:30が最大で、その後、緩やかに減少した。品種の効果は有意ではなかったが、時間の効果と、時間と品種の効果の交互作用は有意 (ともに $P<0.01$) であった。

岐阜地鶏の伏臥は5%前後とほとんど見られなかったが、コマーシャル鶏は10:00から14:00の間に高い値を示し、時間の効果および、時間と品種の効果の交互作用は有意 ($P<0.01$, $P<0.01$) であった。

闘争行動における品種の効果は有意ではなかったが、時間の効果ならびに、時間と品種の効果の交互作用は有意 (ともに $P<0.01$) であった。

ケージの床をつつく地面つつき、羽毛つつき、真空行動である砂浴びについては品種と時間の交互作用は見られなかった。

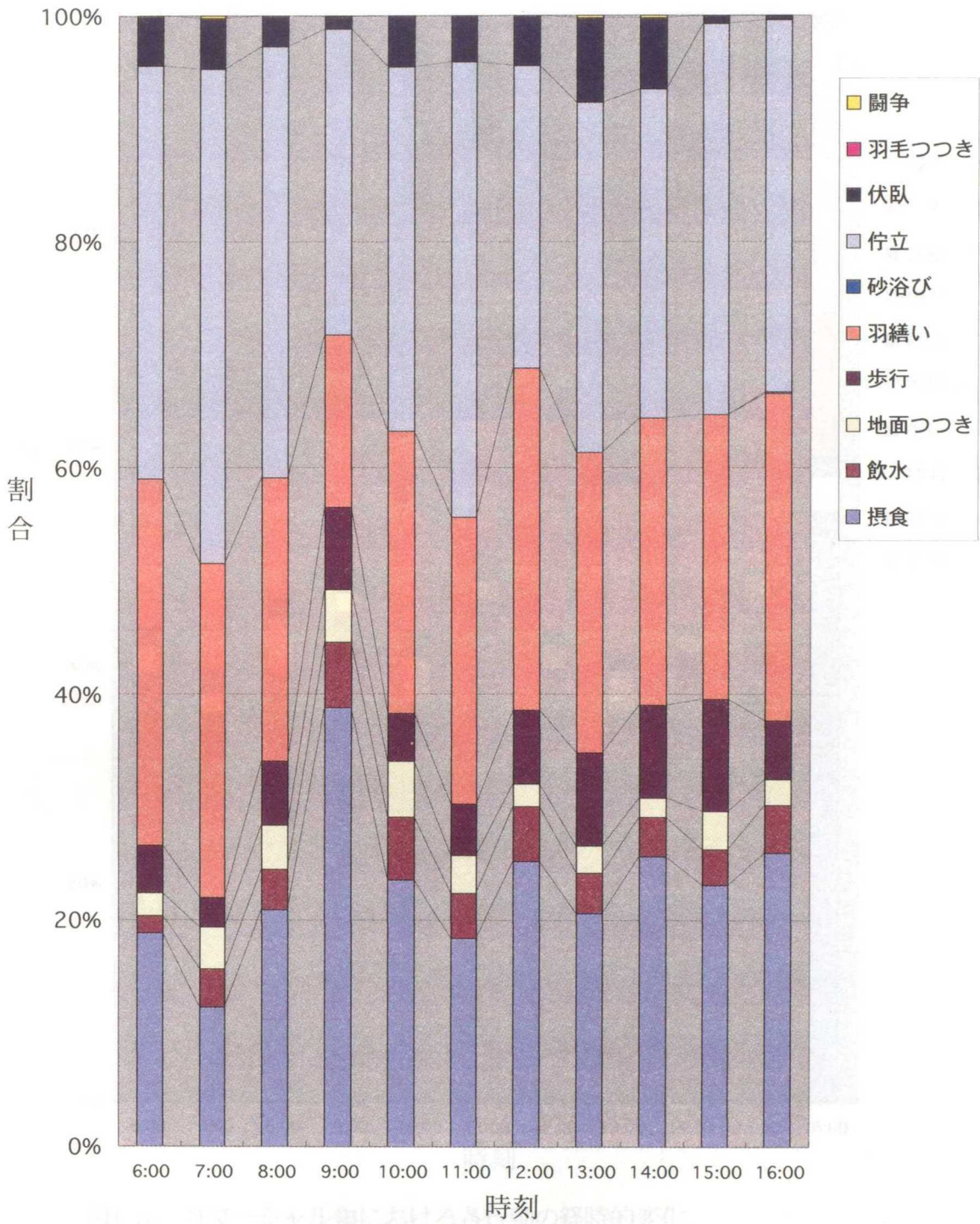


図1-4. 岐阜地鶏における各行動の経時的変化

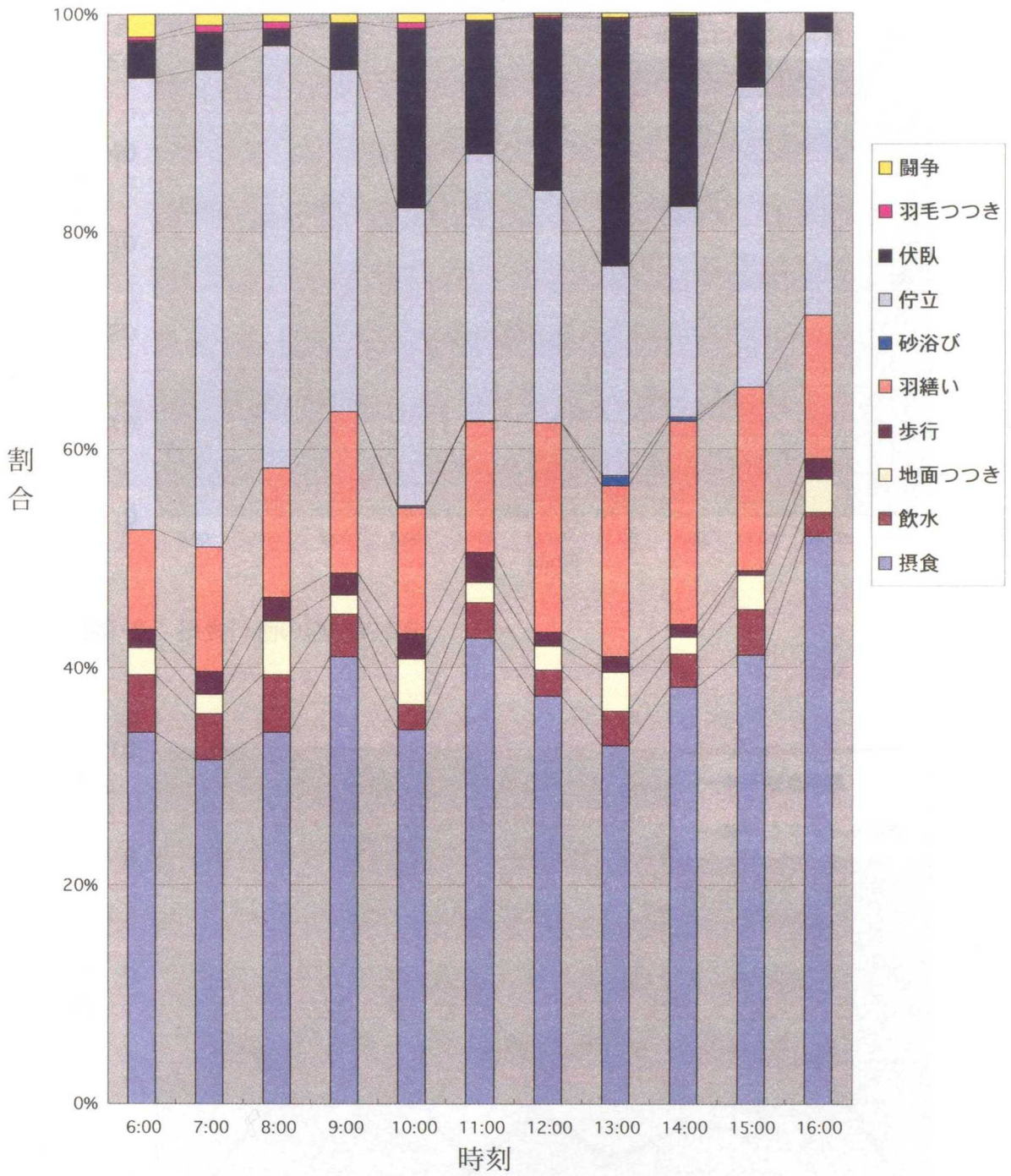


図1-5. コマーシャル鶏における各行動の経時的変化

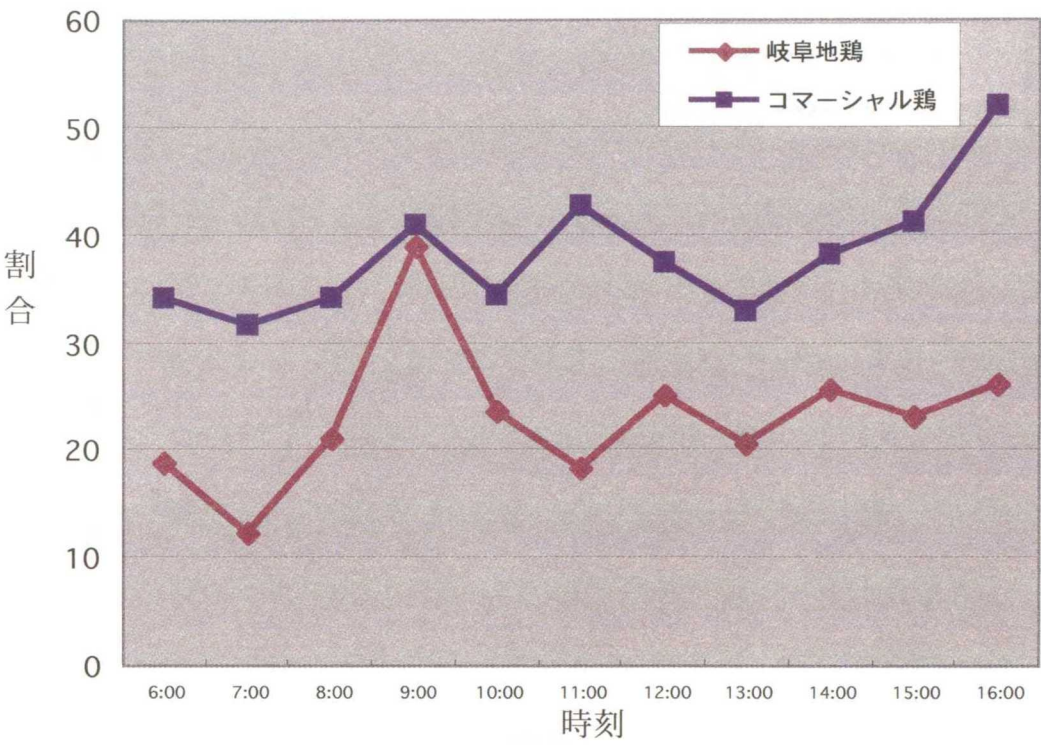


図1-6. 摂食行動の経時的変化

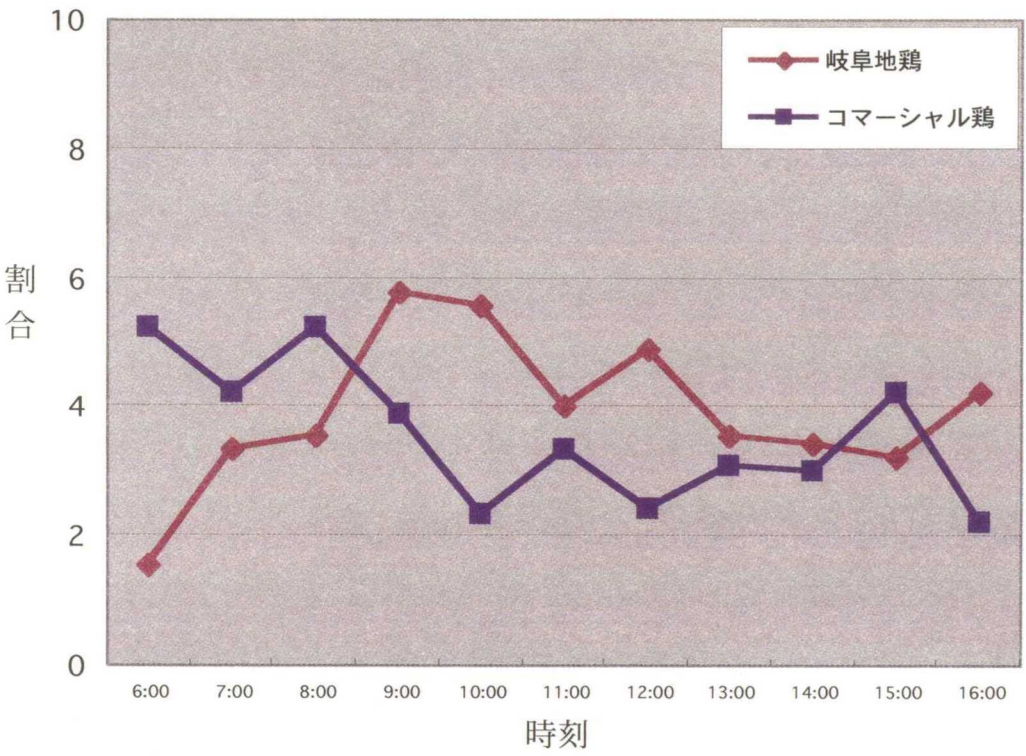


図1-7. 飲水行動の経時的変化

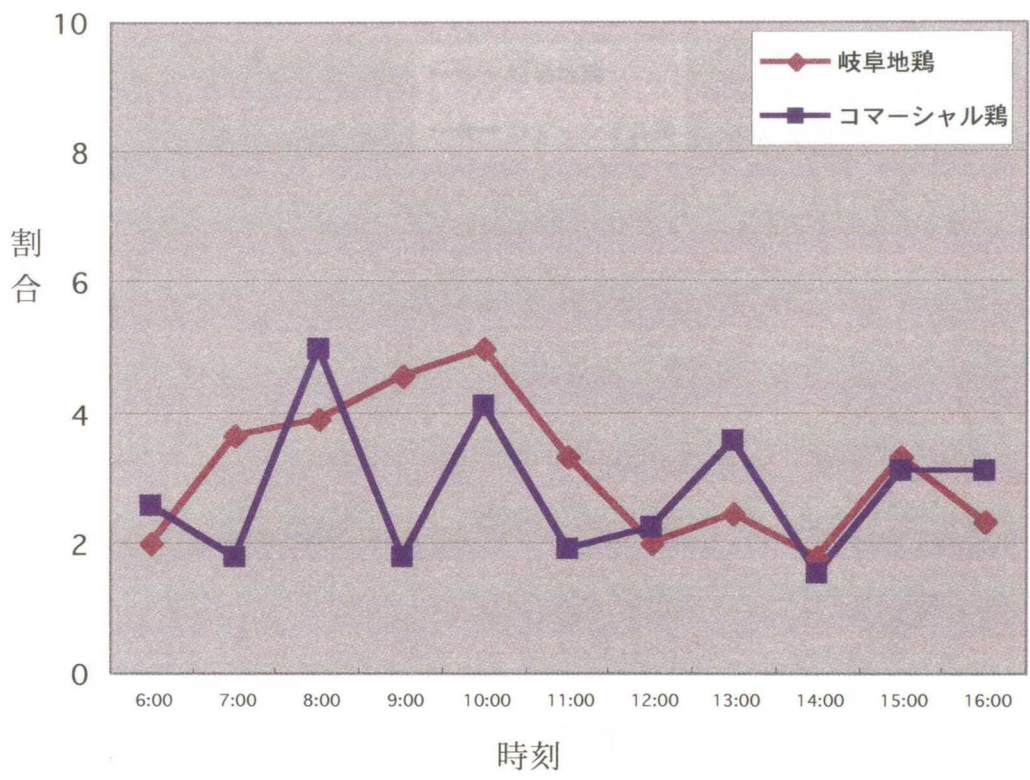


図1-8. 地面つつきの経時的変化

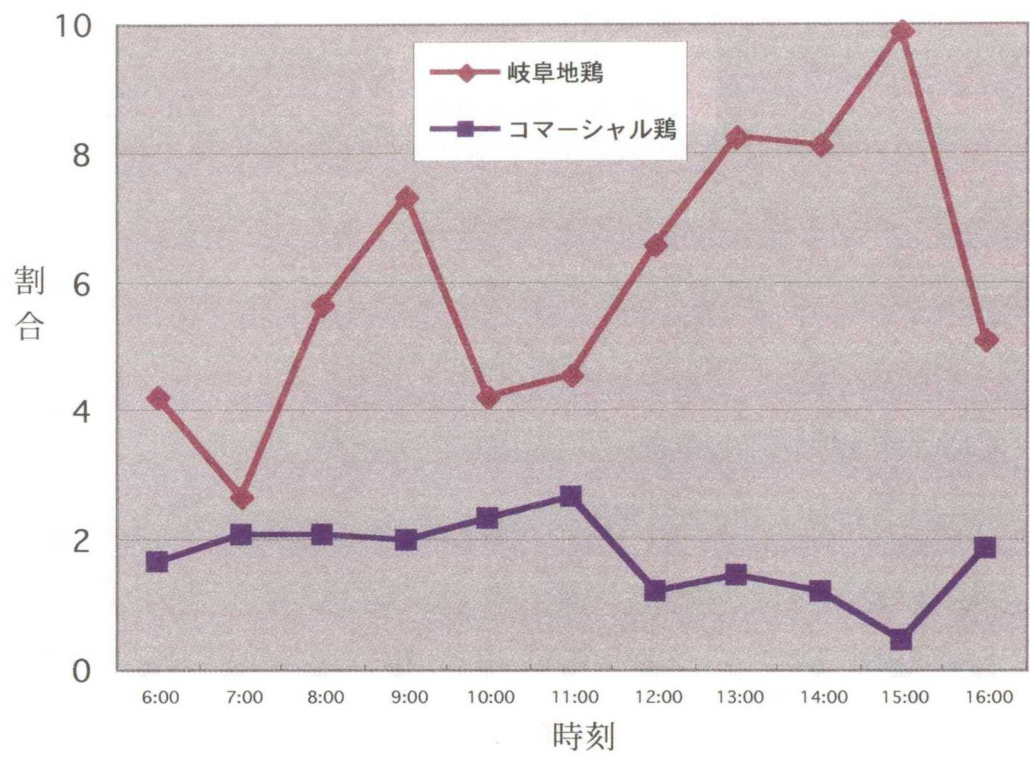


図1-9. 歩行行動の経時的変化

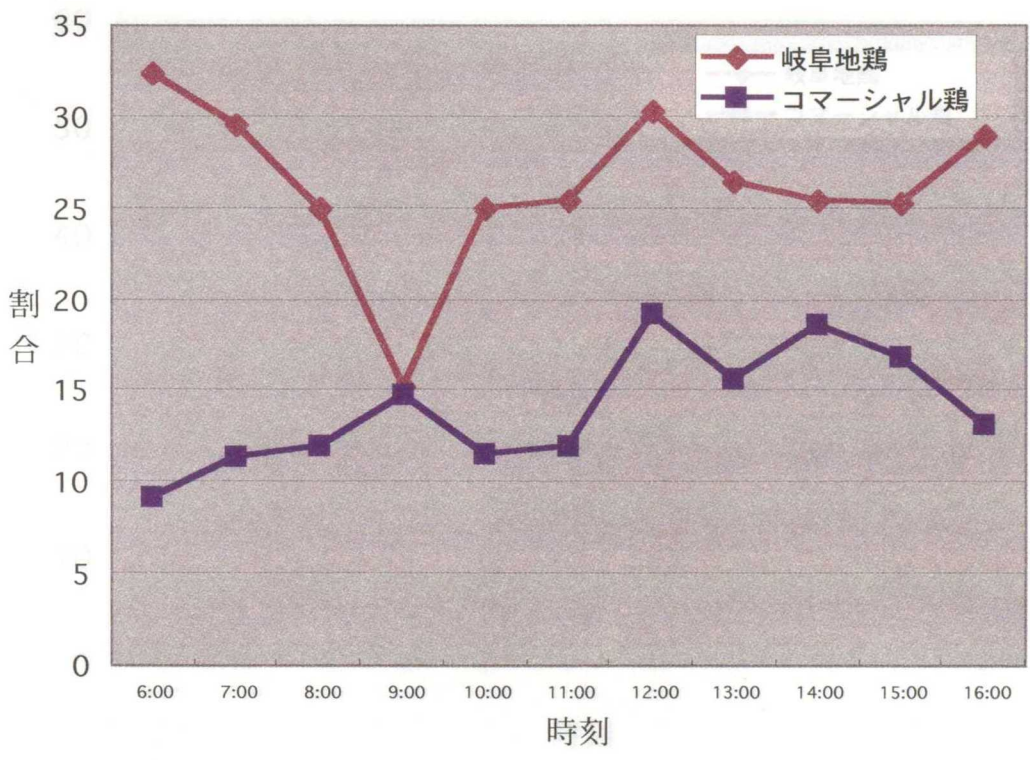


図1-12. 羽繕いの経時的変化

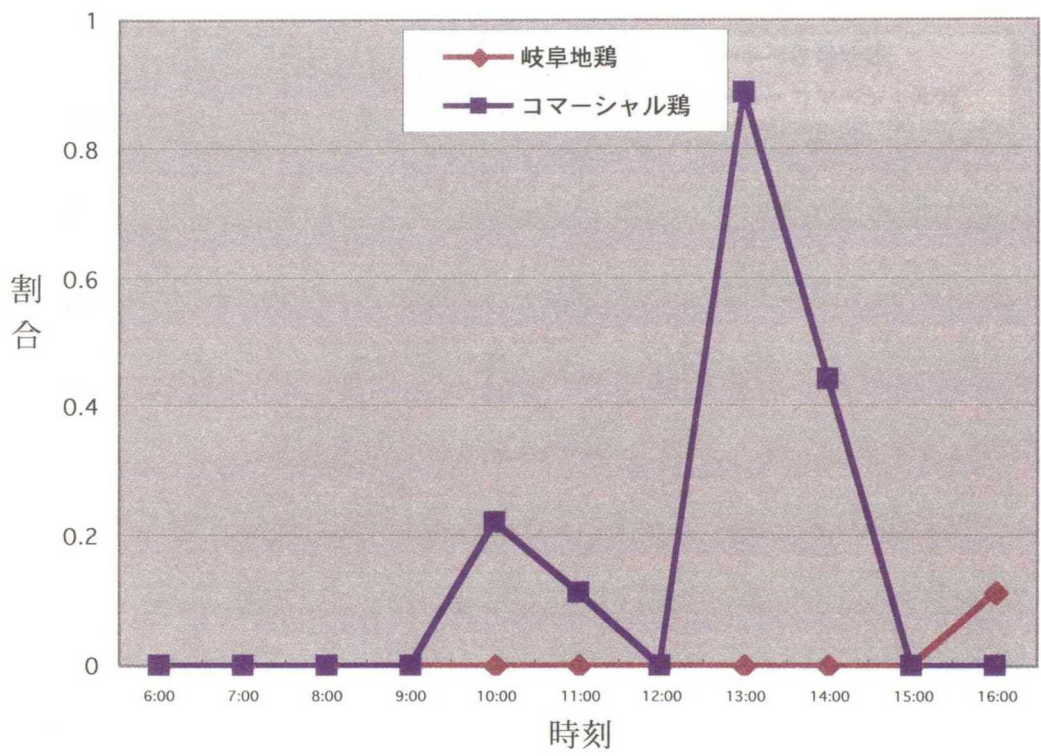


図1-13. 砂浴びの経時的変化

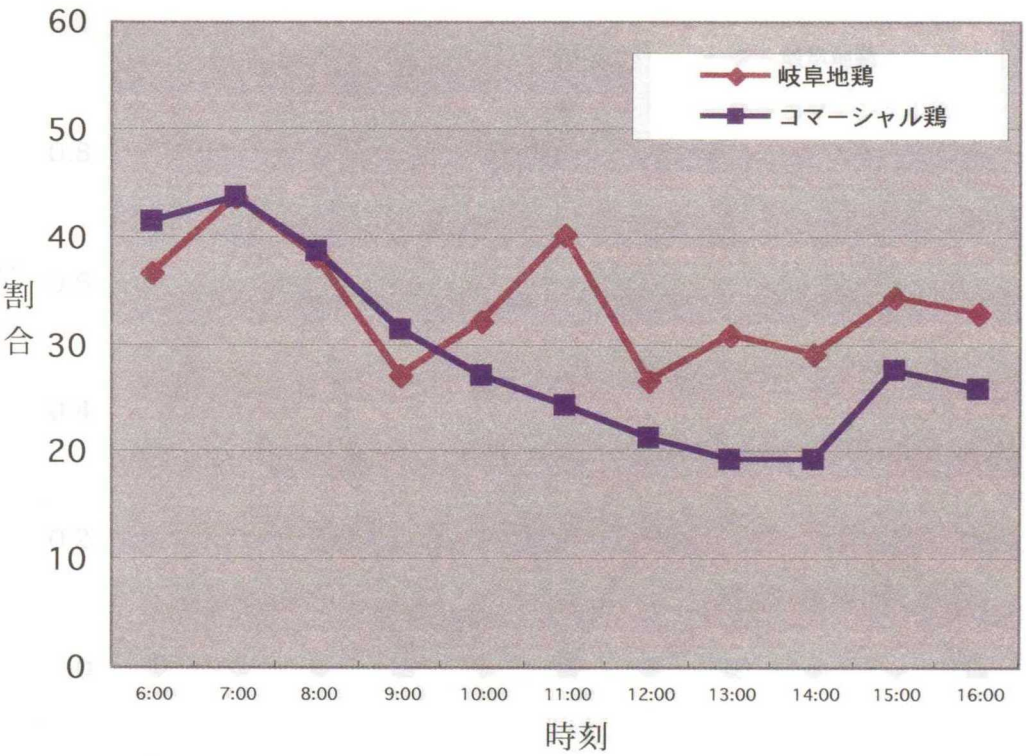


図1-10. 佇立の経時的変化

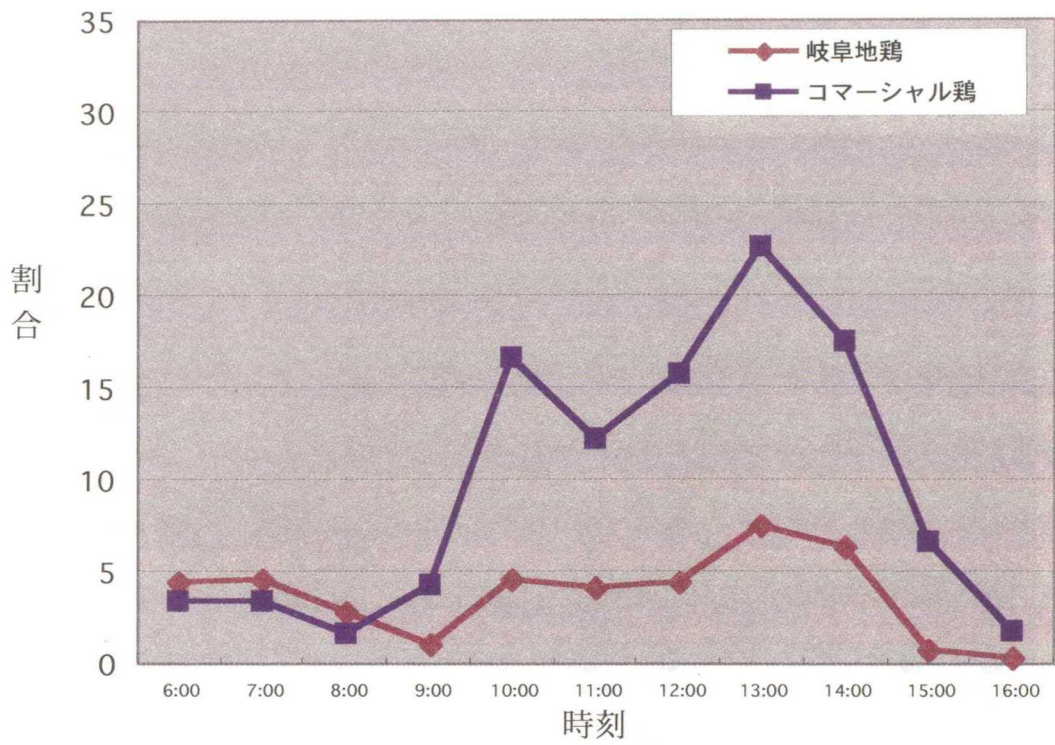


図1-11. 伏臥の経時的変化

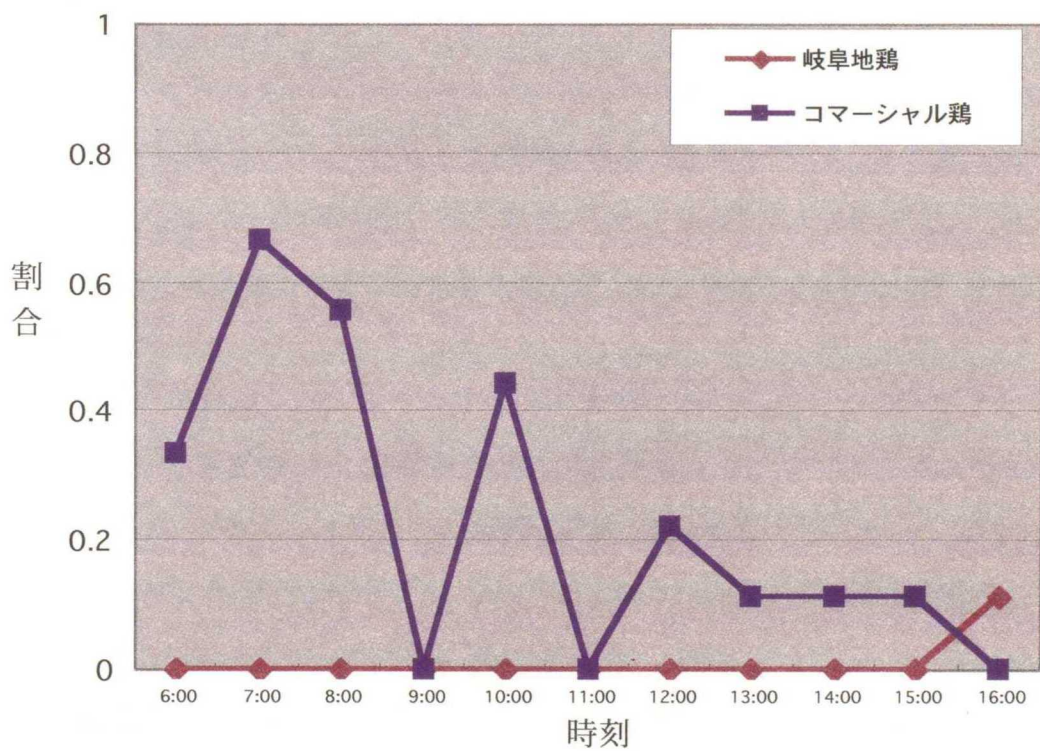


図1-14. 羽毛つつきの経時的変化

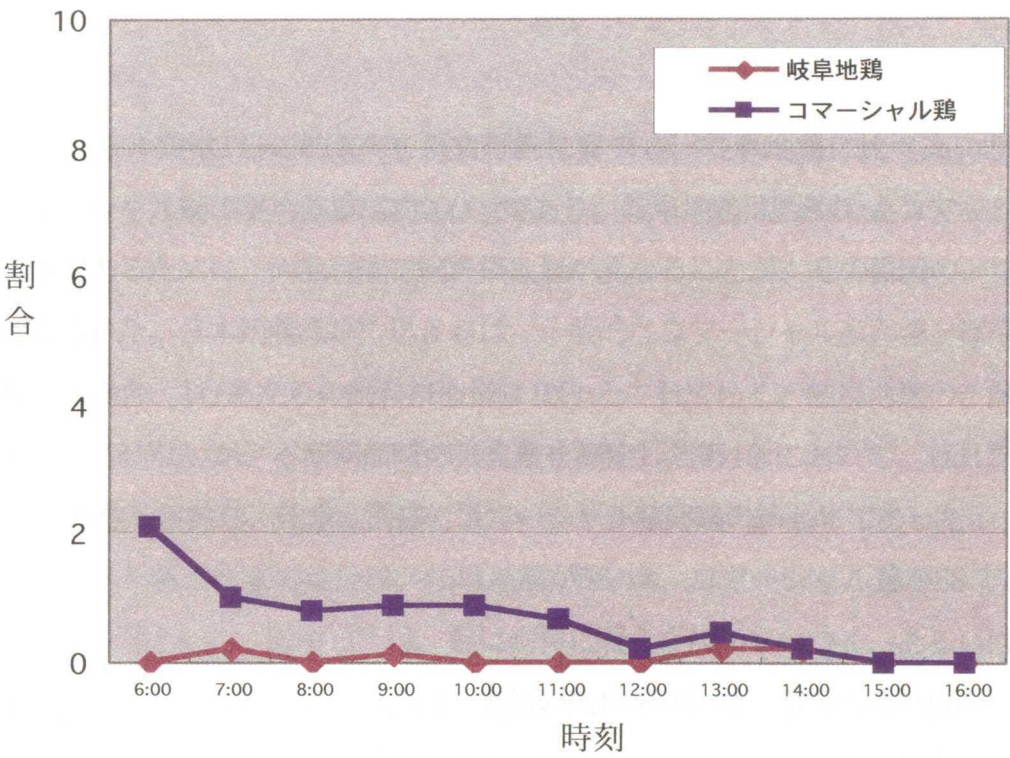


図1-15. 闘争の経時的変化

考察

コマーシャル鶏は1日の約40%を摂食行動に費やし、岐阜地鶏に比べ高い割合を示した。コマーシャル鶏の平均体重は約2000gであり、岐阜地鶏は約800gとコマーシャル鶏の半分以下であるために、両品種間で飼料摂取量が異なることが、その原因の一つではないかと考えられた。日本飼養標準⁴³⁾によれば、一般的なコマーシャル産卵鶏を標準的な条件で飼養した場合、1日あたりの飼料摂取量は108gとされている。岐阜地鶏の、飼料要求率は報告されていないが、不断給餌時の摂食量を測定した第4章において、1日に平均46.7g (±8.8) 摂取しており、体重と同様にコマーシャル産卵鶏の約40%であった。

一方で、嘴を使う行動の合計は、岐阜地鶏が56.4%、コマーシャル鶏が58.7%とほとんど差が見られなかった。田中ら⁴⁹⁾は、鶏は飼料に限らず何かをつつく、あるいはついばむ欲求を持っており、飼料がある場合は、実際の摂食を伴わない遊びのついばみになり、飼料がない場合はケージなどに向けられるとしている。コマーシャル鶏の摂食行動には、餌の摂取を伴わない遊びの摂食が含まれてると思われるが、岐阜地鶏に遊びの摂食があるのかは今後の調査課題である。

羽繕い行動には岐阜地鶏がコマーシャル鶏の2倍近くの時間を費やしたが、羽繕いは羽毛のコンディションを高め、体温調節や外敵からの逃避を有利にすることにつながる。岐阜地鶏が短時間の摂食に伴って、余った時間を羽繕いに費やすことは、防衛に対する行動がコマーシャル鶏に比べて発達してるのではないかと考えられるが、一方で鶏は異常行動としての羽繕い行動をすることも報告されている。例えばSavoryら⁵⁰⁾は制限給餌を行ったブロイラーは羽繕いに費やす時間が長いと報告しており、餌を摂取できないことによる転嫁行動であるとしている。また、歩行行動は岐阜地鶏が有意に高くなったが、Websterら⁴⁴⁾は歩行行動の発生は飼育密度に関係すると述べており、岐阜地鶏はコマーシャル鶏に比べて一回り小さいことが影響していることも考えられた。一方で、羽繕いと同様に、常同的な歩行行動があることも知られており、コマーシャル鶏と比較して歩行が有意に高いことは抗ストレス性が低い可能性も示唆された。

真空行動であるケージ内での砂浴び行動は、観察期間中、コマーシャル鶏は全サンプル点において15回見られたが、岐阜地鶏では観察されなかった。本実験では1分間隔の瞬間

サンプリングを行ったため、岐阜地鶏に真空行動がないとは言い切れないが、発生がほとんど見られなかった理由について今後検討する必要があると考えられた。

1日の摂食行動の推移を見ると、岐阜地鶏は給餌刺激に強く反応しており、摂食行動が給餌直後に増加した。一方のコマーシャル鶏は、給餌刺激にはほとんど反応しておらず、若干夕方に向けて割合が上昇する傾向が見られた。Tanakaら⁵¹⁾はコマーシャル鶏に、1日の給餌回数を0、1、2、3、6回と変化させ、摂食行動の変化を調査した結果、本調査と同様にコマーシャル鶏は給餌刺激に反応しなかったことを報告している。岐阜地鶏が給餌刺激に反応したことは、1つの特徴であると考えられた。岐阜地鶏は飼料の中でも大粒のものを好んで摂取し、変色するなど古くなった飼料は摂取しなかった。このことから、コマーシャル鶏に比べ、餌に対する選択性が高いことが示唆された。

要約

本章は、飼育法の確立していない岐阜地鶏の、ケージ飼育環境下における行動特性を調査した。岐阜地鶏の特性を明確にするため、研究の進んでいるコマーシャル鶏を同様の環境で飼育を行い、行動を比較した。両品種ともに948cm²の一般的な産卵鶏用のケージに1羽ずつ収容して観察を行った。給餌と給水は8:30から9:00の間に行い、自由摂食、自由飲水とした。タイムラプスビデオによる録画により、1分間隔の瞬間サンプリングを行った。

各行動が1日に占める割合については、摂食行動が岐阜地鶏が23.1%、コマーシャル鶏が38.1%と有意 ($P<0.01$) な差が見られた。一方で岐阜地鶏は、歩行行動に6.1%費やし、コマーシャル鶏の1.7%と比較してその差は有意 ($P<0.01$) であった。羽繕い行動も岐阜地鶏が26.2%と高い割合であり、コマーシャル鶏は14%と両品種間で有意 ($P<0.001$) な差が見られた。また、真空行動である砂浴びは、コマーシャル鶏において0.2%であったが、岐阜地鶏は全く発生せずその差は有意 ($P<0.05$) であった。伏臥はコマーシャル鶏が9.6%、岐阜地鶏は3.7%となり、両品種間に有意 ($P<0.05$) な差が認められた。行動の経時的変化は、岐阜地鶏の摂食行動が9時に高い値を示し、コマーシャル鶏との交互作用が有意となった。また、飲水行動、歩行行動、羽繕い行動、佇立行動、伏臥、闘争行動の経時的変化に有意な差が見られた。岐阜地鶏は、コマーシャル鶏と異なり給餌刺激に反応して、給餌後に摂食行動の割合が高くなった。

岐阜地鶏が摂食行動に費やす時間が短いことは、その体格差に原因の一つがあると考えられた。岐阜地鶏の羽繕い行動が多く発現したことは、岐阜地鶏における防衛行動の高さを表している可能性もあるが、狭いケージ内を往復する歩行行動の割合が高いことから、常同行動としての羽繕い行動であることも考えられた。本研究によって、ケージ環境における岐阜地鶏の行動は、一般的なコマーシャル鶏の行動特性と異なることが示され、常同行動の発現がコマーシャル鶏に比べて高いことから、ケージ飼育には適さないことが示唆された。

第2章

ケージ環境から野外放飼環境へ移された 岐阜地鶏とコマーシャル産卵鶏の行動の変化

目的

一般的に鶏の管理は、育雛期には清潔な育雛施設で飼育を行い、成長に応じて収容場所を変えていく。コマーシャル鶏において新奇環境への導入等、恐怖反応によるストレスは産卵率や増体率の低下など、産業的にも問題となることが報告されている⁵²⁾。また、O'Keefeら⁵³⁾はケージ飼育からペン飼育へコマーシャル鶏を移動すると、社会的順位を形成するために闘争行動が起きることを報告しているが、地鶏の再群飼時における闘争行動についての研究は見られない。また、肉養鶏としての地鶏飼育産業では、育雛期が終了して放飼場に移動しても、運動をほとんどしないことが問題となっている。

本章は、岐阜地鶏とコマーシャル鶏を、ケージ環境から野外放飼環境へ移動させた場合の行動の変化について調査を行い、鶏の新奇環境への適応過程を調査した。

材料および方法

1. 供試動物

供試鶏には、第1章と同様に、本学の付属鶏舎で飼養されている岐阜地鶏（1996年3月孵化）と近交系コマーシャル鶏であるデカルブXL（96年1月29日孵化）を10羽ずつ用いた。供飼鶏はケージ（424cm²）に2羽飼われていたものを、両品種ともに各ケージから1羽ずつ取り出し、新奇環境である野外放飼場へ移動した。

2. 調査場所

放飼場とその周囲の様子を図2-1に示した。実験に用いた野外放飼場は、千葉県茂原市の住宅地にある約400坪の敷地内に制作した。放飼場の右側面と後方は竹林で、左側面、前方は梅林であった。

3. 調査期間

1997年10月1日に実験を開始し、移動後1、2、3、8、15、22、29日目に行動観察を行った。

4. 飼育施設

野外放飼場は鉄製のフェンスで囲まれ、地面に雑草等が、また中央には梅の木が2本生えていた。広さは9400mm×4700mm×1600mmであった。放飼場の上方は建築用足場ネットで囲み、飛翔による脱走を防止した。それぞれの区画の一隅に、屋根（1200mm×1820mm）と止まり木を設置した。また、地面に飼槽（500mm×350mm×300mm）、給水器を設置した。放飼場の詳細を図2-2、図2-3に示した。

5. 管理方法

飼料は成鶏用配合飼料（日本農産工業株式会社製 Sセブン）を用いて、自由摂食・飲水とした。配合飼料の成分は表1-1に示した。管理作業は8:30に行い、実験者が放飼場内に入り、給餌、給水と集卵を行った。移動1日目は放飼前に飼料と水を与えた。

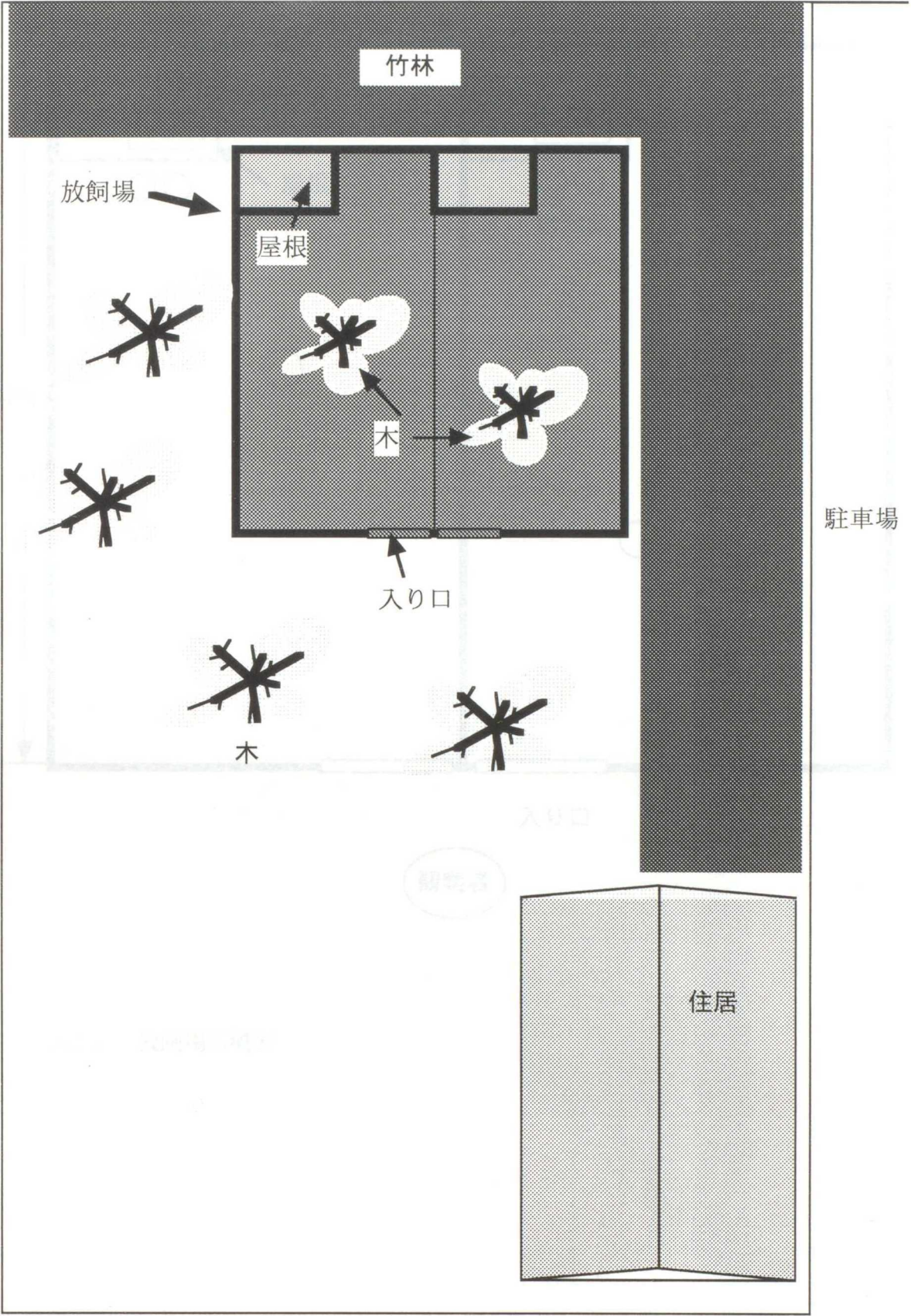


図2-1. 放飼場と周囲の概要

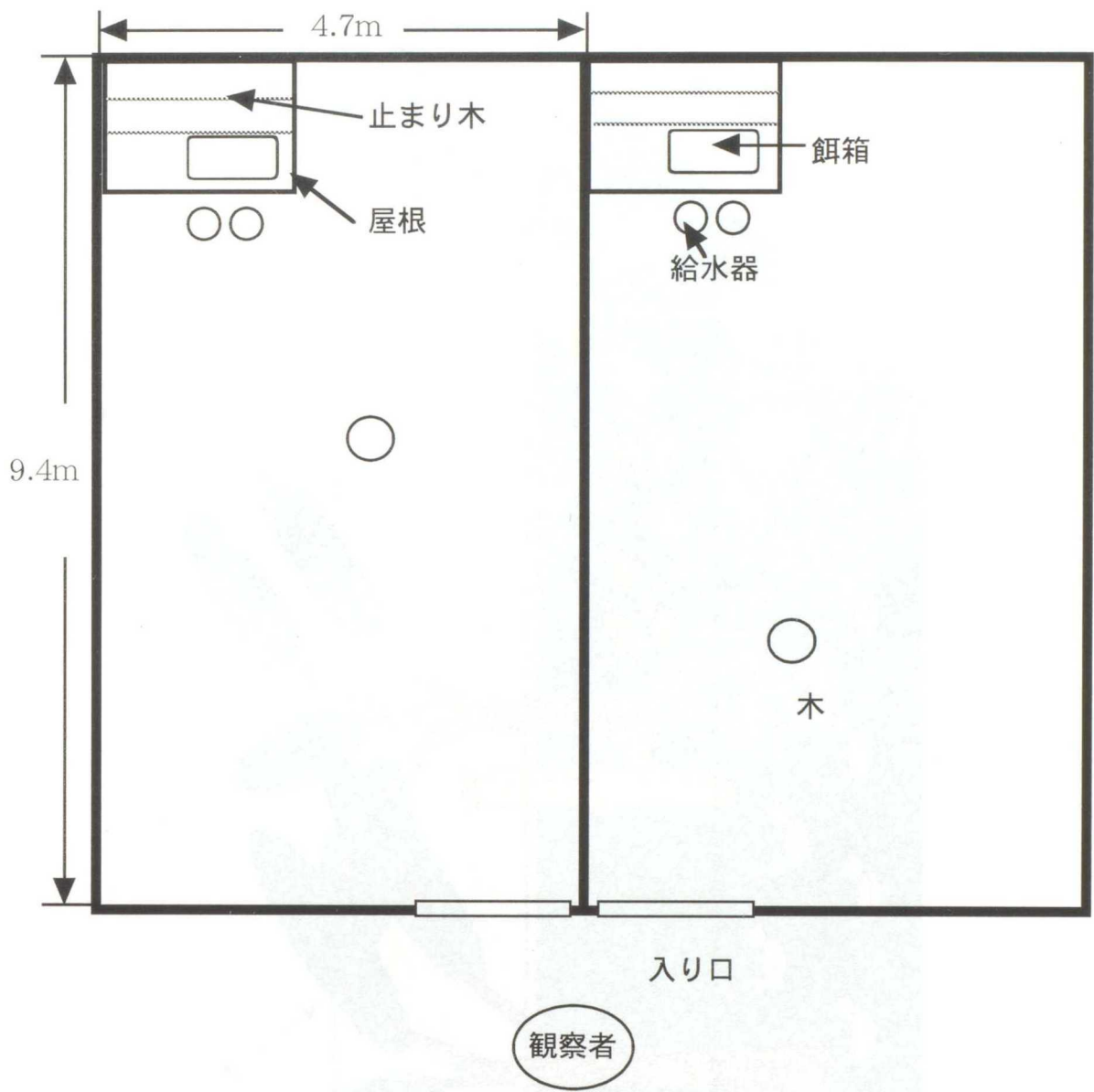


図2-2. 放飼場の概要

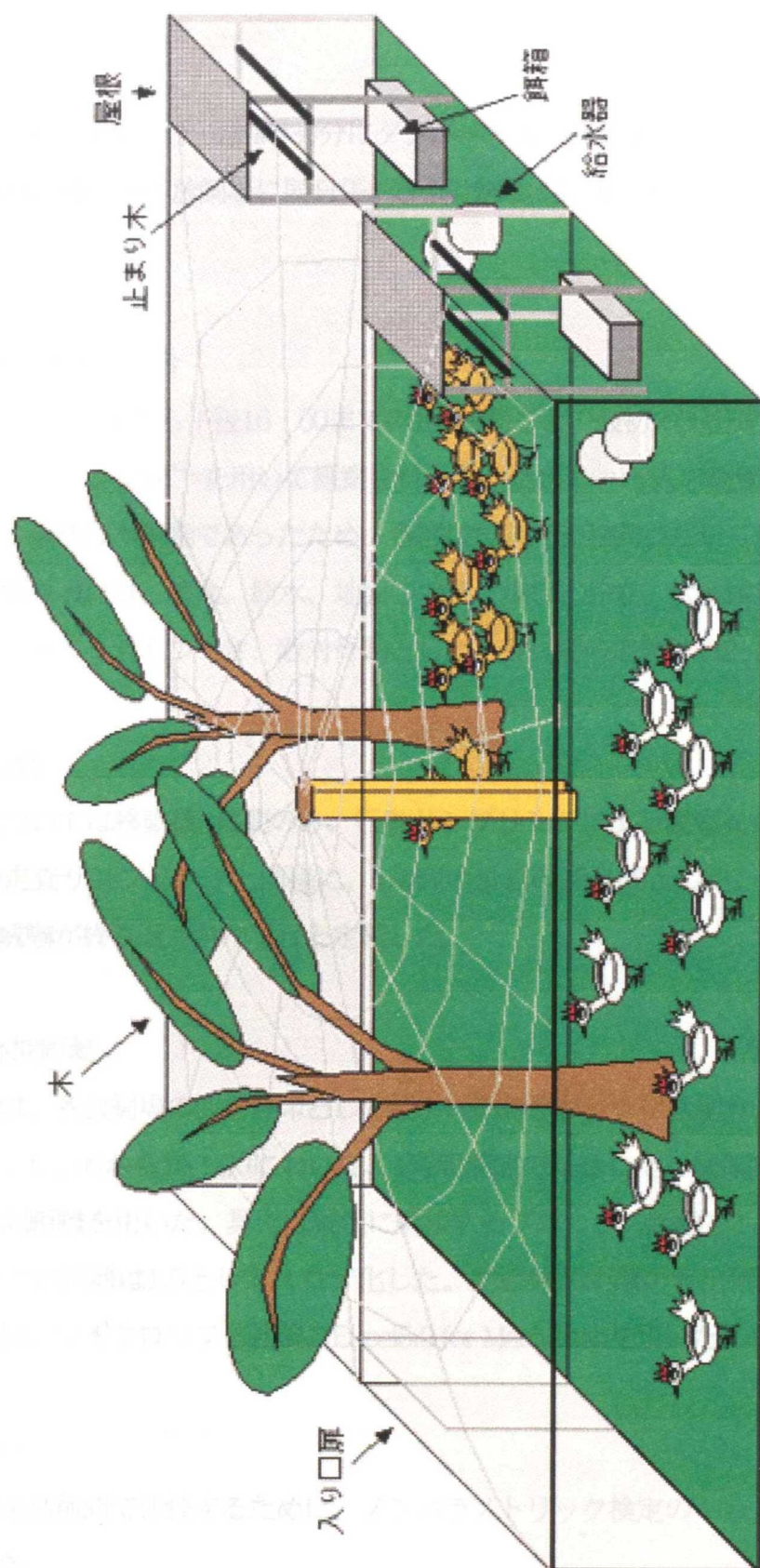


図2-3. 放飼場の立体図

6. 調査内容

供試動物は1997年10月1日午前4時30分にダンボール製の箱に入れ、本学から約2時間の車両による移動の後、野外放飼場に同日午前6時50分に、品種ごとにそれぞれの放飼場に解放した。

(1) 各行動が占める割合

行動観察は午前6:00から午後16:00までの各1時間ごとの最初の30分間について、1分間隔の走査サンプリング法⁴³⁾を用いて観察を行った。ただし、一人の観察者による2群同時の肉眼による観察は不可能であったため、各群について30秒間づらして走査サンプリングを行った。観察項目は、摂食、飲水、地面つつき、歩行、佇立、伏臥休息、羽繕い、砂浴び、他個体に対する羽毛つつき、敵対行動とした。各行動の定義は表2-1に示した。

(2) 闘争行動

闘争行動については移動後3日間のみ、行動サンプリングによる観察を行った。観察時間は各行動の走査サンプリングと同様に、1時間の最初の30分間とした。闘争行動は2個体間で攻撃、威嚇が繰り返された場合と定義した。

(3) 総個体間距離

個体間距離は、各放飼場の柱を目印として縦6×横3のブロックに区切り、各ブロックにいる個体数を、6:00から16:00において、1時間間隔で記録した。個体間距離の指標としては総個体間距離を用いた。算出は縦横に隣接するブロックの距離を1とし、斜めに位置するブロックの距離は1.5としてスコア化した。総個体間距離の算出例を図2-4に示した。計算は(株)マイクロソフト社製のExcel5.0 for Macintoshを用いた。

7. 統計解析

個体間距離を品種間で比較するために、ノンパラメトリック検定のWilcoxonの符号付順位検定を用いた。

表2-1. 行動カテゴリーの定義

行動項目	定義
摂食	飼槽に首を入れている状態
飲水	給水器からの飲水行動
地面つつき	地面をくちばしでつつく行動
地面掻き	地面を足で掻く行動
歩行	歩行行動
羽繕い	嘴を使った羽毛の手入れ行動
砂浴び	横臥して翼や足指を使い砂を全身にまぶす
佇立	佇立姿勢で大きな動きのない状態
伏臥	足を曲げ、両翼を下げ地面につけた状態
羽毛つつき	嘴を使った他個体に対するつつき
闘争	2個体間で攻撃、威嚇
止まり木	設置された止まり木に止まった状態

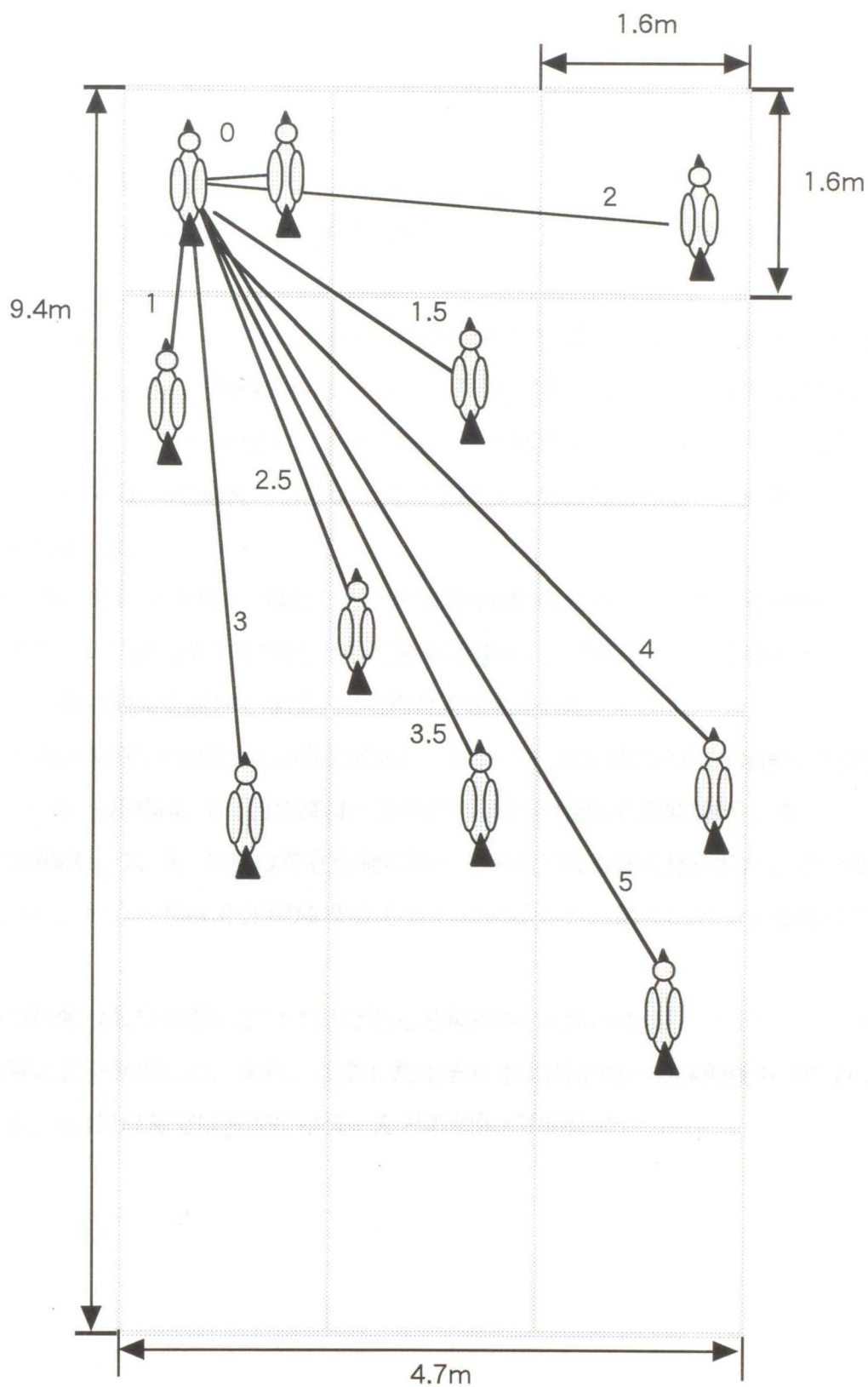


図2-4. 総個体間距離の算出例

例では1個体のみの個体間距離を示しているが、本実験では全ての個体の組み合わせについて計算を行った。本例の総個体間距離は107となっている。

結果

1. 各行動が1日に占める割合

岐阜地鶏における各行動の経日的変化を図2-5に、コマーシャル鶏の経日的変化を図2-6に示した。

岐阜地鶏は、1日目、2日目、3日目、8日目においては、設置した飼槽から配合飼料を摂食することはほとんど観察されなかった。15日目以降にようやく明確に観察されるようになり、22日目には10%を超え、29日目は13.1%と緩やかに増加した。一方、コマーシャル鶏は1日目から10%を超え、日によって多少ばらつきはあるものの、顕著な経日的変化は見られなかった。

岐阜地鶏の地面つつきは、移動1日目から25%の時間を割いていた。その後、地面つつきは餌箱からの摂食行動の増加とともに徐々に減少し、移動29日目は14.6%となった。コマーシャル鶏は期間を通してほぼ一定の割合で観察された。

岐阜地鶏の羽繕い行動は経日的に増加し、29日目には全体の34%が羽繕い行動であった。コマーシャル鶏は、8日目以降は一日の20%程度を羽繕い行動に費やした。

岐阜地鶏は1、2、3、日目は佇立行動に費やす時間が最も多く見られた。その後、日が経つにつれ、佇立行動は3日目の40%から29日目の25%へと徐々に減少する傾向が見られた。

砂浴び行動は岐阜地鶏においてはほとんど観察されなかったが、コマーシャル鶏では8日目以降に若干発現した。また、設置した止まり木は両品種とも移動後3日間には利用しなかったが、8日目以降では夜間にはほとんどの個体が利用した。

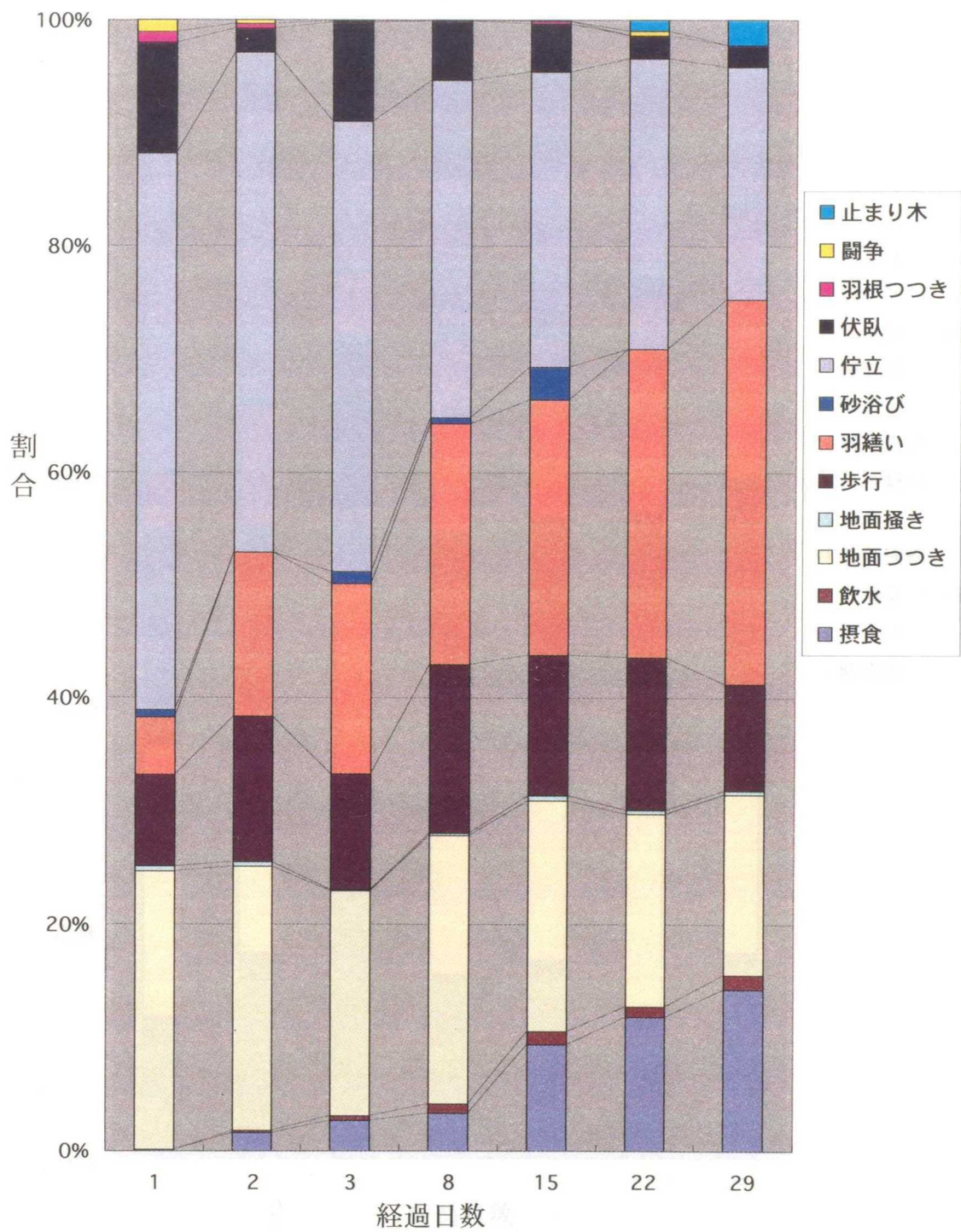


図2-5. 岐阜地鶏における各行動の経日的変化

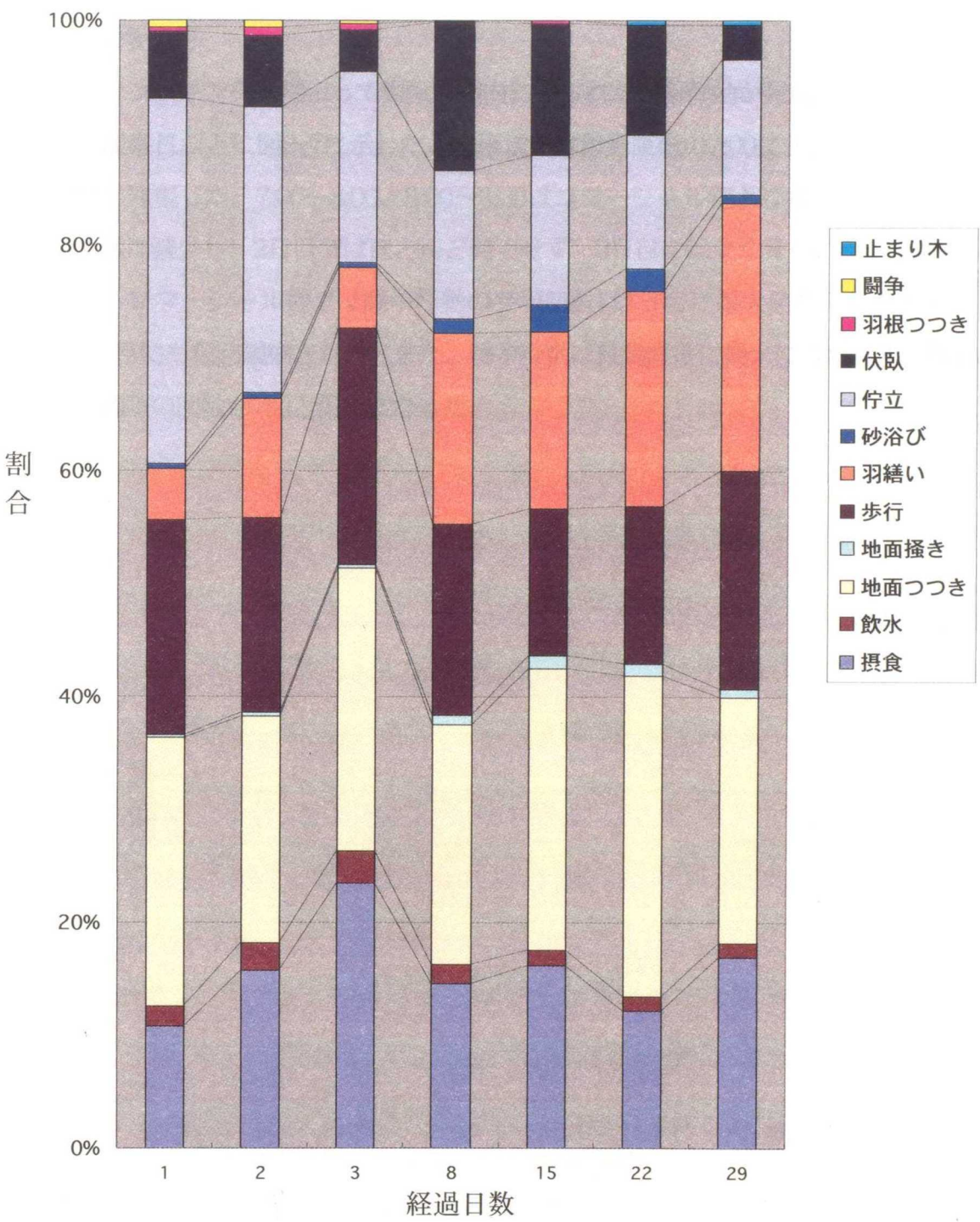


図2-6. コマーシャル鶏における各行動の経日的変化

2. 闘争行動

行動サンプリング法によって観察時間内に見られた闘争行動が発現した回数の経時的変化を各観察日ごとに図2-7に示した。岐阜地鶏は移動直後の7:00に10回と、最も多くの闘争行動が発現した。7:00～8:00と8:00～8:30はコマーシャル鶏より多い値であったが、その後急激に減少し、2日目ではほとんど発生せず、3日目には全く見られなかった。

一方、コマーシャル鶏では闘争行動の発現回数は1日目に最大値を示したものの、2日目、3日目にも数回観察された。また、闘争行動は移動直後に最大にはならず、移動の3時間後に闘争の回数が7回と最大になった。

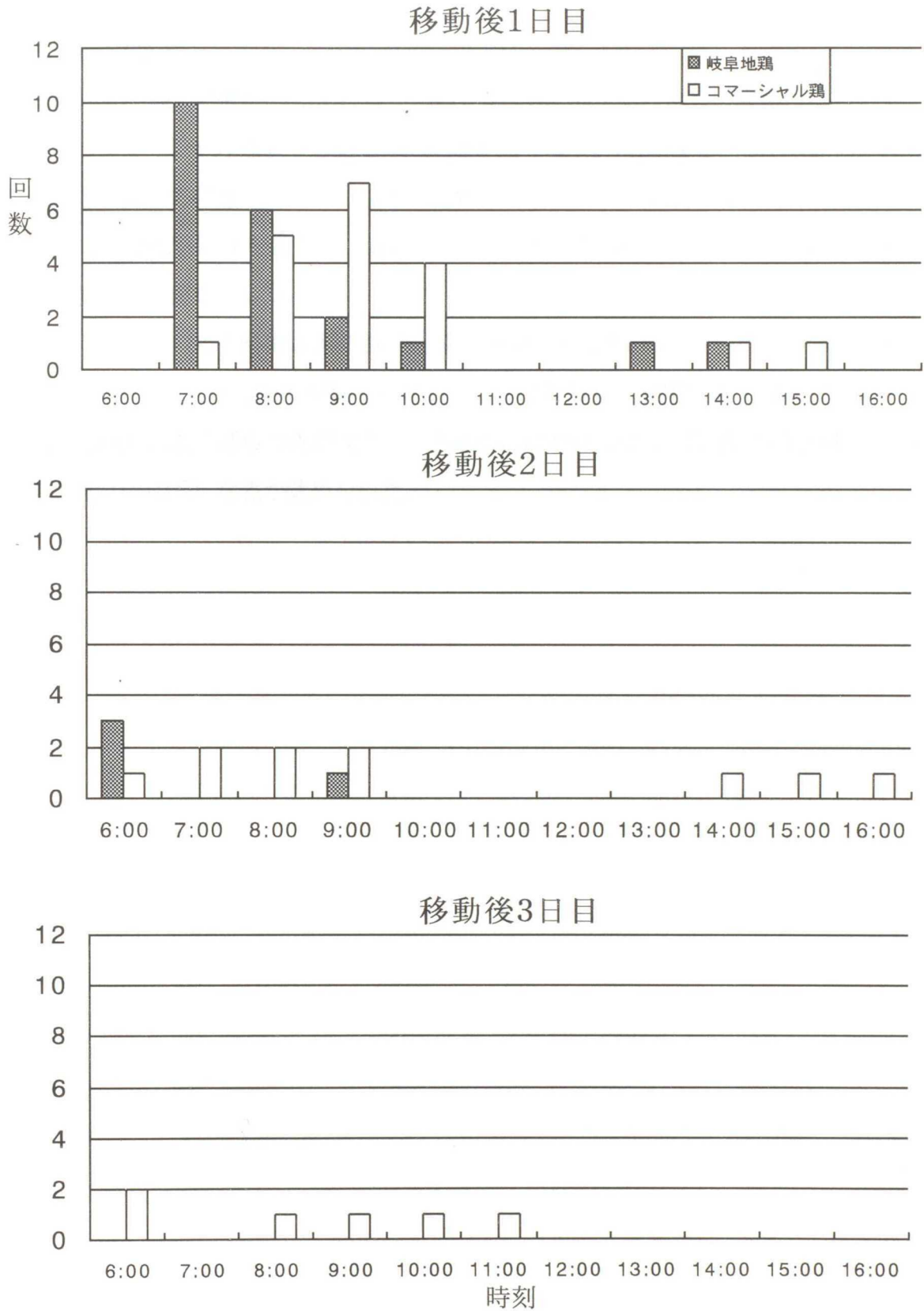


図2-7. 各品種の観察日における闘争行動の発現回数についての経時的変化

3. 個体間距離

総個体間距離の各観察日における平均値を図2-8に示した。全ての観察日において、岐阜地鶏はコマーシャル鶏よりも総個体間距離が短くなり、両品種間にはWilcoxonの符号付順位検定によって有意 ($P<0.05$) な差が認められた。コマーシャル鶏における総個体間距離のスコアは観察期間を通して、ほぼ100から120の間であったが、岐阜地鶏は放飼初日に50と最も低い値を示した。

品種ごとにおける個体間距離の経時的変化を図2-9、図2-10に示した。コマーシャル鶏では1日を通して大きな変化が見られなかったのに対して、岐阜地鶏ではコマーシャル鶏に比べて時間によるばらつきが大きく、各観察日における個体間距離の変動係数は両品種間で有意 ($P<0.05$) な差が認められた。



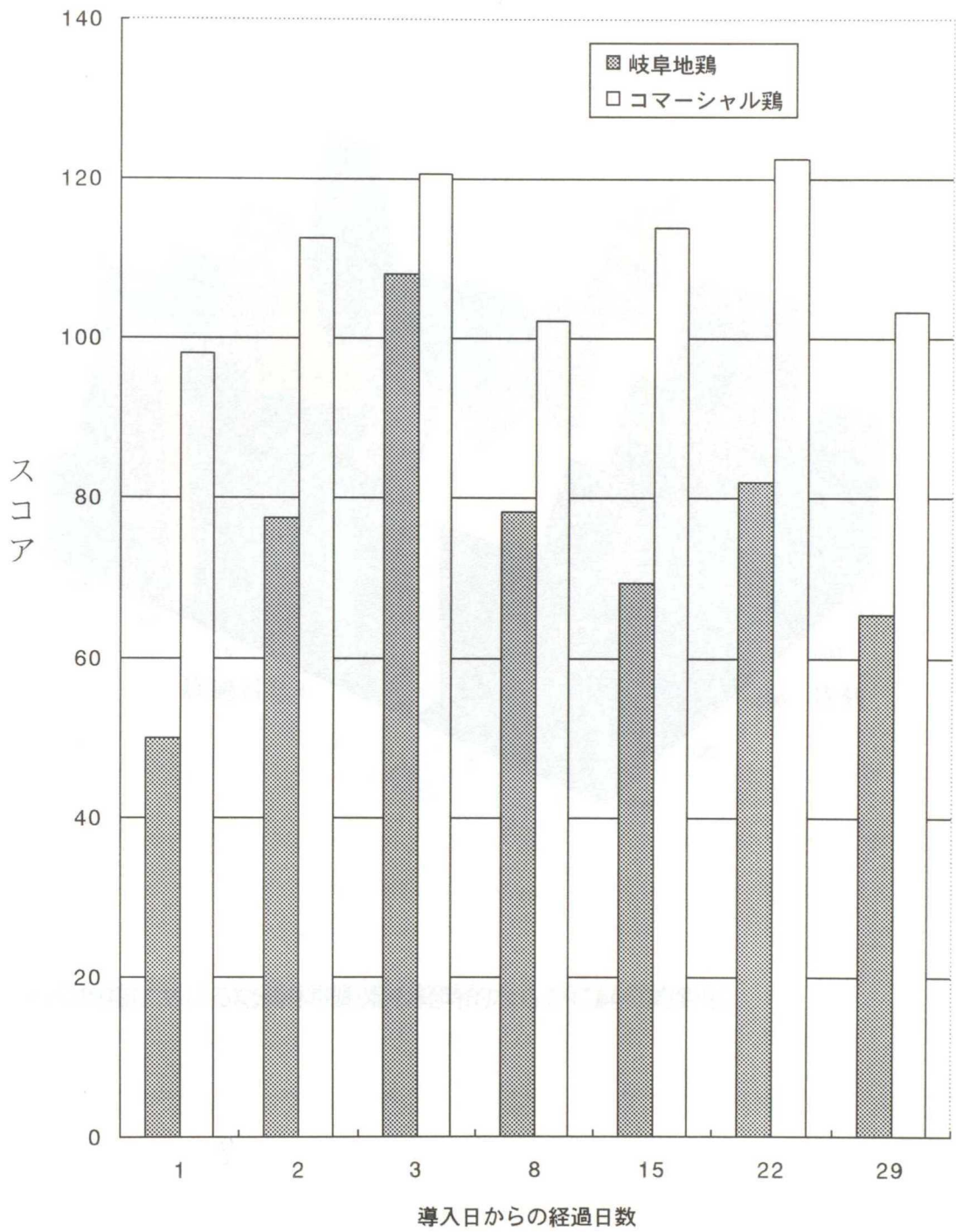


図2-8. 総個体間距離の放飼環境へ導入後の経日的変化

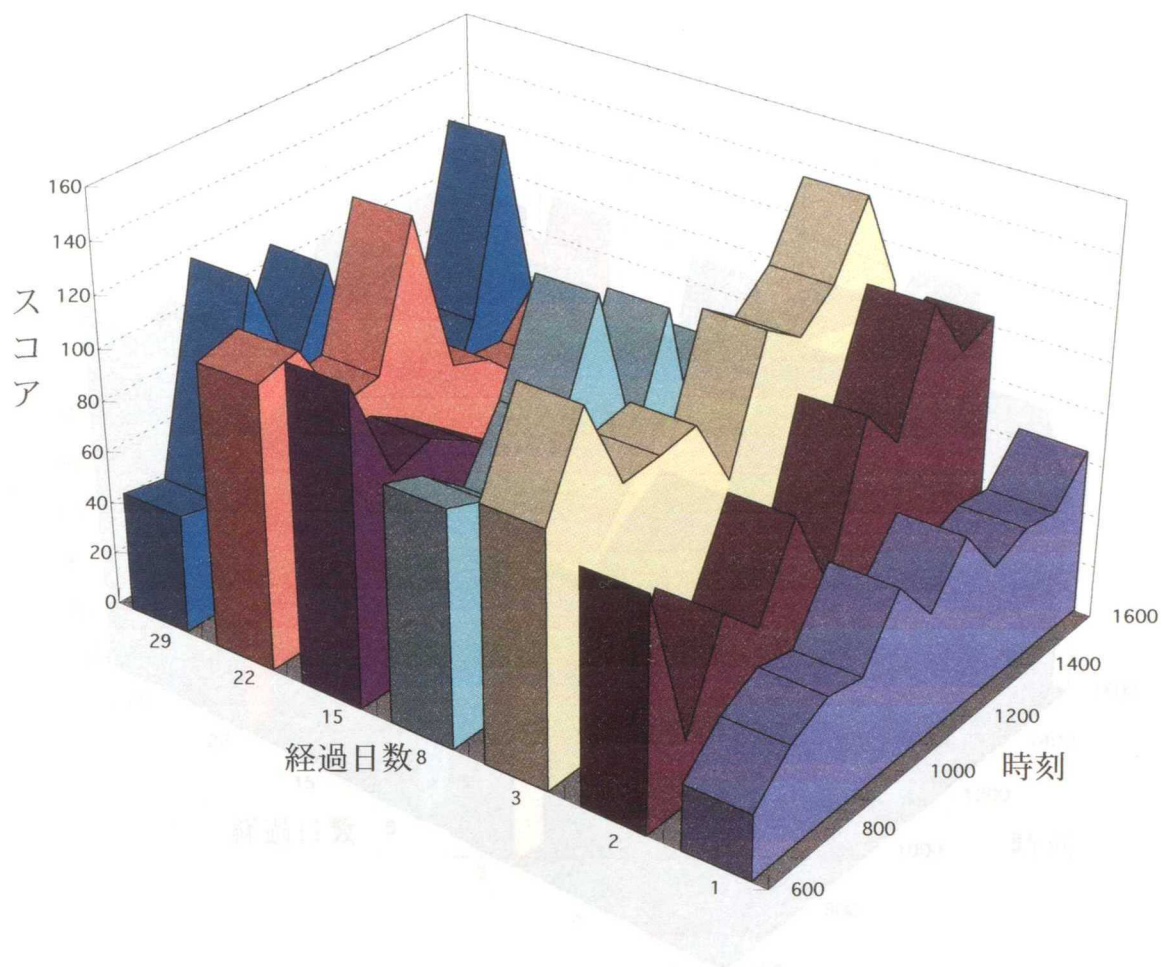


図2-9. 岐阜地鶏における総個体間距離の経時的ならびに経日的変化

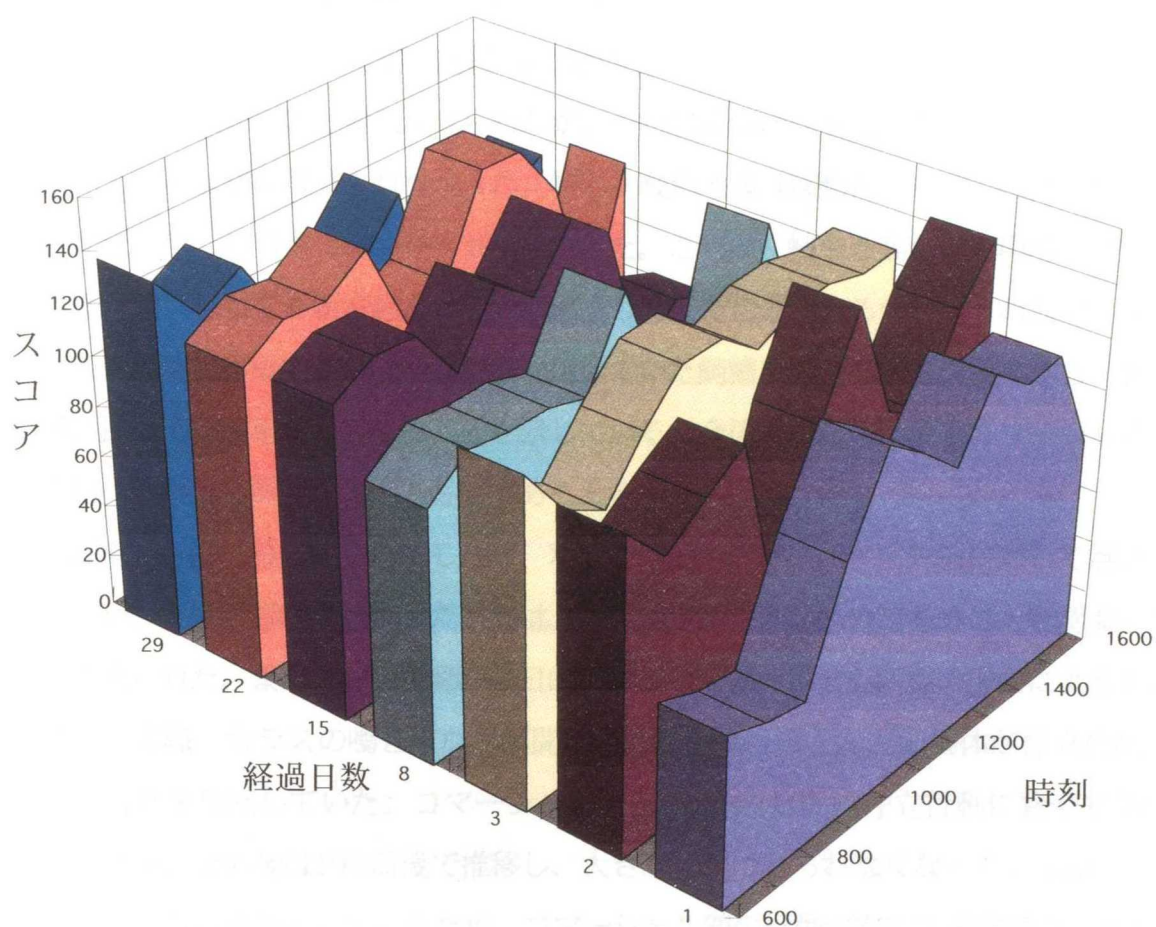


図2-10. コマーシャル鶏における総個体間距離の経時的ならびに経日的変化

考察

ケージから放飼環境へ移動後、岐阜地鶏では、摂食行動、地面つつき、羽繕い行動、佇立行動、伏臥行動の割合が、経日的に変化した。一方、コマーシャル鶏では、移動後3日間は各行動割合に若干変化が見られたが、それ以降はほぼ安定した値となり、岐阜地鶏に比べて顕著な変化は見られなかった。特に、岐阜地鶏は移動初日には、摂食行動をほとんど発現せず、15日目でようやく10%を越えた。これは、岐阜地鶏が飼育環境だけでなく、餌箱自体に対しても新奇物としての反応をしめしたことによるのかもしれない。Grigor⁵⁴⁾は新奇環境に移動する場合、移動前に用いていた飼槽を新奇環境に設置すると、新しい飼槽に比べて利用率が高くなることを示している。今後は、岐阜地鶏とコマーシャル鶏の新奇物への反応に関する調査も必要であると考えられた。

羽繕い行動も経日的に増加したが、羽繕いは他の行動に比べて外敵に対して無防備になるため、羽繕い行動が増加したことは、生息環境が安全なものであることを認識した結果と考えられた。また、佇立行動が経日的に減少していることも同様の理由によるものであろう。実際、カラスの鳴き声などが聞こえたときは、ほとんどの個体が佇立行動をとって、周りを見回していた。コマーシャル鶏も移動後2日間は佇立行動に費やす割合が高かったが、その後は10%前後で推移し、大きな変化は見られなくなった。羽繕い行動も8日目には高い値を示しているため、コマーシャル鶏の行動が安定する閾値は、移動後3日から8日の間にあることが考えられた。

闘争行動に関しては岐阜地鶏では移動直後が最大になり、その後減少したが、コマーシャル鶏では3日目まで散発的に発生が見られた。闘争は鶏の順位付けに重要な行動であり、順位が決まれば無駄な闘争が起きないことが知られている⁵³⁾。岐阜地鶏は群再編成の直後の短期間に互いの優劣を認識し、その後は無駄な闘争を避けるように進化してきたのではないかと考えられた。コマーシャル鶏が3日目まで闘争行動を行ったことは、家畜化に伴って岐阜地鶏とは他個体の認識力、記憶力が異なる可能性も示唆されたため、今後、両品種の認知能力の違いについても検討する必要があると考えられた。

総個体間距離は両品種ともに放飼直後は短くなった。コマーシャル鶏は放飼3時間後には距離が長くなったが、岐阜地鶏は1日を通して短いままであった。観察日全体を通して

も、岐阜地鶏の個体間距離は短かった。Keelingら⁹⁾がBantam type henとコマーシャル鶏の個体間距離を比較した報告でも、Bantam type henは個体間距離が短かったことを示した。また、Blokhuys⁸⁾は、止まり木上での距離が、赤色野鶏はコマーシャル鶏に比べて短いと報告している。群を形成することは、外敵から身を守る戦略の一つである⁵⁵⁾。Bantam type henや赤色野鶏と同様に、岐阜地鶏はコマーシャル鶏に比べて外敵に対する警戒心が強いことが示唆された。一方で個体間距離が短いことは資源の競争を生み出すことになる⁵⁵⁾。著者⁵⁶⁾が4羽のコマーシャル鶏を用い、資源量の多い環境と少ない環境において、個体間距離を比較した実験でも、資源量が多い環境では個体間距離が短く、少ない場合は個体間距離が長くなる結果となった。本調査では不断給餌であったため、餌資源は豊富であると言える。餌資源が変化した場合の個体間距離についても今後の調査における課題と考えられた。また、岐阜地鶏における総個体間距離の変動係数がコマーシャル鶏より高かったことは、他の鶏の鳴き声や、車の音などの外部からの刺激に敏感に反応したのかもしれない。

コマーシャル鶏が何かの理由で野生化し、世代を重ねて生存していることが報告されており^{57, 58)}、野外環境への適応力はある程度持っていると考えられる。本実験において、岐阜地鶏に比べて非常に早く行動が安定したことは、環境の変化を認識する能力が岐阜地鶏に比べて劣っているため、新奇環境からの刺激が強く働かないのではないかと考えられた。コマーシャル鶏は抗ストレス性を高めて、狭いケージ環境においても産卵率の低下や、羽毛つつき行動が起きにくいように改良されており、外部からの刺激に対して過敏に反応しないことが求められてきた。本調査の結果から岐阜地鶏を新しい環境に移動する場合、特に育雛期から平飼い環境などに移動する場合には、新しい環境でも育雛期に用いた飼槽を用いるなどの工夫が有効であると考えられた。

要約

現在の採卵養鶏は、集約的なケージ飼育が一般的な飼育方法となっている。しかし、近年の家畜福祉思想の高まりによって、より行動の制約の少ない平飼い方式が見直されている。本章ではコマーシャル鶏と岐阜地鶏を用い、バタリーケージから野外放飼環境下へ移動した場合における、新奇環境への適応過程について比較を行った。ケージに2羽飼いされていた10羽の岐阜地鶏とコマーシャル鶏を、それぞれ9.4×9.7mの野外放飼場に移し行動観察を行った。観察は導入直後から1、2、3、8、15、22、29日目に行い、6:00から16:00まで、1分間隔の走査サンプリング法を用いて行動の記録を行った。同時に、1時間ごとに総個体間距離を記録した。また、放飼直後3時間の闘争行動については行動サンプリングを行った。

コマーシャル鶏は、設置した飼槽からの摂食行動は1日目から10%を越えたが、岐阜地鶏は最初の3日間はほとんど飼料を摂取せず、15日目によりやく明確に観察されるようになった。一方、地面つつき行動には、岐阜地鶏は移動後1日目から25%の時間を費やし、徐々に減少した。コマーシャル鶏は経日的変化は見られなかった。岐阜地鶏の羽繕い行動は、経日的に増加したが、コマーシャル鶏は8日目以降は、ほぼ一定の割合であった。岐阜地鶏の1、2、3日目は佇立行動に費やす時間が一番長くなり、それ以降は徐々に減少した。また、岐阜地鶏は移動直後に闘争行動が集中し、それ以後はほとんど見られなかったが、コマーシャル鶏は移動の3時間後が最大になり、また、3日目まで闘争行動が見られた。また、総個体間距離は岐阜地鶏がコマーシャル鶏より短くなった。

岐阜地鶏が移動後3日間ほとんど配合飼料の摂食を行わなかったことは、飼育環境および餌箱に対する警戒行動であったと考えられた。一方コマーシャル鶏は配合飼料に対する動機付けが高く、移動初日から設置した餌箱からの摂食を行った。岐阜地鶏の羽繕い行動が経日的に増加したこと、佇立行動が減少したことは、新奇環境が安全であることを学習した結果であると考えられた。また、闘争行動のピークが両品種間で異なったことは、岐阜地鶏にとって順位付けを行うことの重要性を示している。総個体間距離がコマーシャル鶏に比べ岐阜地鶏は短く、経日的に距離が長くなったことは、岐阜地鶏が移動後数日間は外敵からの攻撃などに対する防御行動をとったものと考えられ、徐々に飼育環境が安全な

ものであると認識したためと考えられた。

第3章

野外放飼環境における岐阜地鶏とコマーシャル鶏の行動

目的

家畜福祉の観点や、付加価値卵の市場拡大に伴い、採卵鶏の平飼い方式による飼育が広がりつつある。近代の家畜福祉思想の先駆者である欧米諸国の研究では、カニバリズムや羽毛つつきなどの異常行動を防止するためには、単にケージ飼育を廃止するだけでは不十分なことも示されている。コマーシャル鶏の平飼い管理の研究については、数多くの報告がなされている。Hughesら⁵⁹⁾は小羽数の群より、大羽数の方が攻撃行動が少ないことを報告した。さらに、Hughesら⁵⁹⁾は過去の研究を総括し、白色レグホーン系やmedium hybridsはlight hybridsに比べて攻撃行動が少なく、特に近年のmodern hybridsは攻撃行動が少ないのではないかと述べている。Nicolら⁶⁰⁾は、4種類の飼育密度でコマーシャル鶏を飼育し、攻撃行動は低密度の群で最も多く、強い羽毛つつきは高密度の群で多く観察されたことを報告している。また、白色レグホーン系の鶏と比較して、ISA Brownは攻撃行動の発現が高いことが報告されている⁶¹⁾。肉用種として改良された地鶏は、コマーシャル鶏に比べて環境の影響が強く、平飼い環境に比べケージ環境では肉質が悪くなることが報告されている²⁸⁾。地鶏や地鶏とコマーシャル鶏の交雑種は平飼い環境で飼育されることがほとんどであるが、平飼い環境における地鶏の行動学的研究はなされておらず、コマーシャル鶏の管理法に準じているのが現状であり、適切な地鶏の管理法が検討されてきたとは言えない。

本章では、岐阜地鶏に適した管理法の基礎的知見を得ることを目的とし、岐阜地鶏とコマーシャル鶏の野外放飼環境における行動を比較した。

材料および方法

1. 供試動物

野外環境における観察では、岐阜地鶏とコマーシャル鶏をそれぞれ10羽用いた。供試鶏は、本調査のほぼ1年前に、ケージ環境から野外環境へ移動され、第2章の調査に供試されたあと、飼育されたものである。

2. 調査場所

第2章と同様に、千葉県茂原市に設置した野外放飼場を使用した。

3. 調査期間

行動観察は、1998年10月の雨が降らなかった5日間に、肉眼による直接観察によって行なった。

4. 飼育環境

野外放飼場は鉄製のフェンスで囲まれ、地面に雑草等が、また中央には梅の木が2本生えていた。広さは9.4m×4.7m×1.6cmであった。放飼場の上方は建築用足場ネットで囲み、飛翔による脱走を防止した。それぞれの区画の一隅に、屋根（120cm×182cm）と止まり木を設置した。また、地面に飼槽（500mm x 350mm x 300mm）、給水器を設置した（第2章の図2-2、図2-3参照）。

5. 管理方法

飼料は成鶏用配合飼料（日本農産工業株式会社製 Sセブン）を用いて、自由摂食・飲水とした。配合飼料の成分は表1-1に示した。管理作業は8:30に行い、実験者が放飼場内に入り、給餌、給水と集卵を行った。

6. 調査内容

観察時間は、午前6:00から午後4:00とし、各1時間ごとの最初の30分間について、1

分間隔の走査サンプリングを行った。ただし、2群同時に肉眼による観察は不可能であったため、各群について30秒間ずらして走査サンプリング⁴³⁾を行った。観察項目は、摂食、飲水、地面つつき、歩行、佇立、伏臥休息、羽繕い、砂浴び、他個体に対する羽毛つつき、敵対行動とした。行動のカテゴリーは表2-1に示した。

7. 統計解析

各行動が1日に占める割合と発現回数については、ノンパラメトリックテストのWilcoxonの符号化順位検定を用いた。また、各行動の経時的変化については、品種の影響と時間を主効果とする二元配置分散分析を行った。なお、解析にはstatview for Machintosh ver. 4.5⁴⁷⁾を用いた。

結果

1. 各行動が1日に占める割合

岐阜地鶏、コマーシャル鶏の、野外環境における、1日に占める各行動の割合を図3-1に示した。

与えられた配合飼料に対する摂食行動は、岐阜地鶏が平均17%であったのに対し、コマーシャル鶏は36%と2倍以上の値を示し、両品種間に有意 ($P<0.05$) な差が見られた。

また、給水器からの飲水行動も、岐阜地鶏の0.9%に対して、コマーシャル鶏は2.6%となり、有意 ($P<0.05$) な差が認められた。

地面をつつく行動は、岐阜地鶏が27.2%であったが、餌箱からの摂食行動とは逆に、コマーシャル鶏は17.4%と低い値であり、その差は有意 ($P<0.05$) であった。

地面掻き行動に関しては、両品種間で有意な差は認められなかった。

歩行行動は、岐阜地鶏が9.4%、コマーシャル鶏が6.3%と岐阜地鶏が若干高い値を示したが、品種間で有意な差は見られなかった。

また、羽繕い行動はコマーシャル鶏は16.5%であったのに対し、岐阜地鶏が20.6%と有意 ($P<0.05$) に高くなった。

砂浴び行動は岐阜地鶏の1.2%に比べ、コマーシャル鶏は2.2%に対して有意 ($P<0.05$) に高くなった。

佇立姿勢に関しては2群間で有意な差は見られなかったが、伏臥姿勢は岐阜地鶏の1.3%に対して、コマーシャル鶏は6.7%と高い値を示し、その差は有意 ($P<0.05$) であった。

他個体との闘争は発現が少なく、2群間に差は見られなかったが、他個体に対する羽毛つつき行動は、岐阜地鶏0.05%とコマーシャル鶏0.16%との間に、有意 ($P<0.05$) な差が見られた。

嘴を使う行動である、摂食、飲水、地面つつき、羽繕い、羽毛つつきの合計は、岐阜地鶏が66.4%であり、コマーシャル鶏が72.6%とほぼ同様であった。

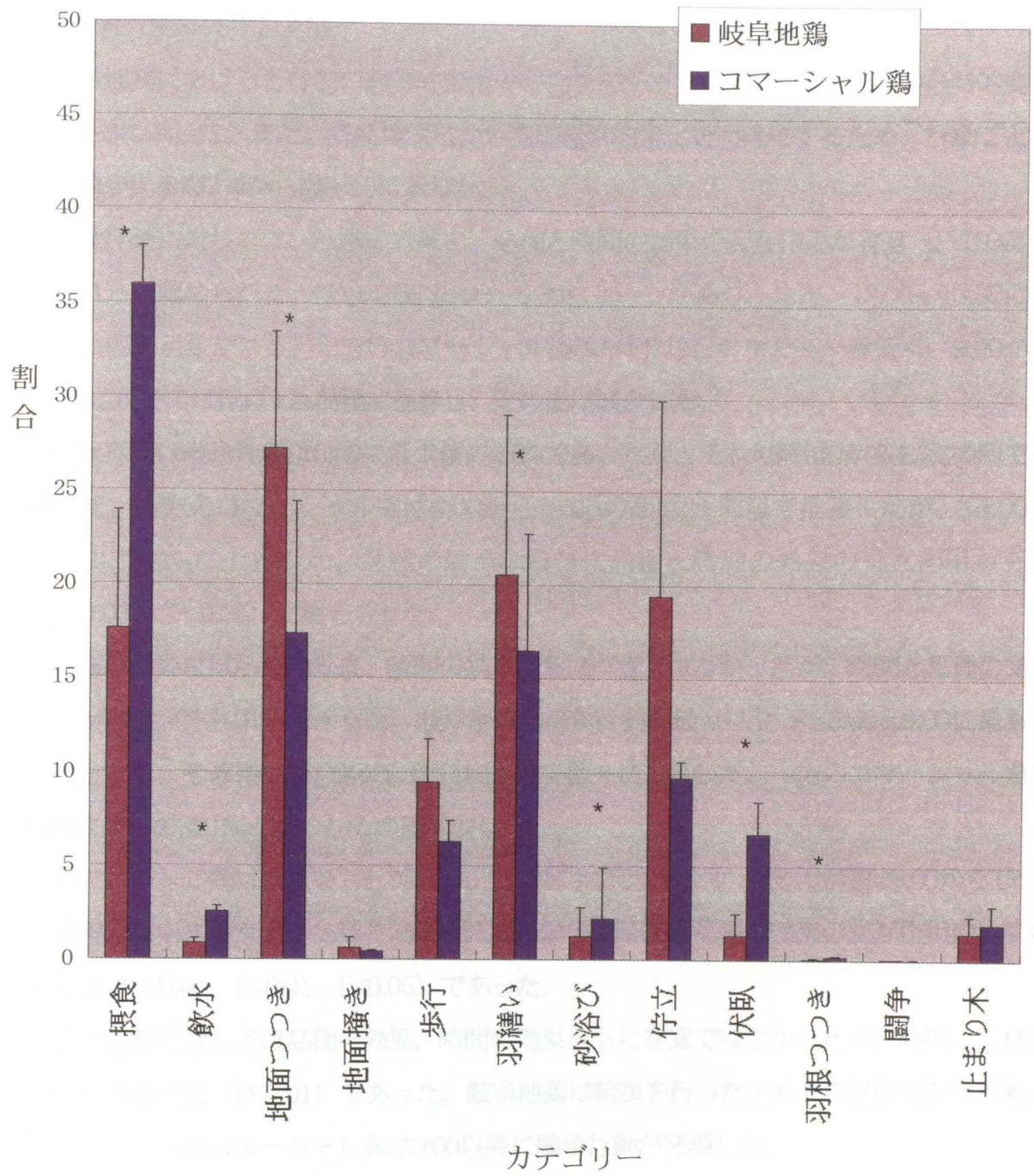


図3-1. 各行動が1日に占める割合 (+SD)

2. 各行動の経時的変化

岐阜地鶏における各行動の経時的変化の平均を図3-2に、コマーシャル鶏の経時的変化を図3-3に示した。また、各品種間についての経時的変化を明確にするため、行動ごとの経時的変化を図3-4から図3-15に示した。

摂食行動に対しては、品種の効果と、品種と時間の効果の交互作用が有意 ($P<0.001$, $P<0.01$) に認められた。岐阜地鶏は6:00～6:30にピークがあり、また、13:00～13:30に再び高い値を示している。一方のコマーシャル鶏は早朝は1日の中でも一番低く、9:00から14:00にかけてはほぼ40%前後で推移し、その後は減少した。

飲水行動は岐阜地鶏は6:00に最大値の2.5%であったが、それ以降は0から1.5%の間で推移した。一方のコマーシャル鶏は6:00から13:00の間は2%前後で推移したが、14:00と15:00に約4%に上昇した。品種の効果ならびに品種と時間の効果の交互作用が有意 ($P<0.001$, $P<0.05$) に認められた。

羽繕い行動には品種の効果、時間の効果ともに有意ではなかったが、時間と品種の交互作用が有意 ($P<0.01$) であった。岐阜地鶏は摂食行動が最大になった6:00と9:00に最も低い値となり、その後は15:00の30.1%に向かって徐々に上昇した。一方のコマーシャル鶏は6:00に最大の32.2%となり、その後減少した。

コマーシャル鶏は伏臥を1日のほとんどの時間に発現したが、岐阜地鶏は9:00から12:00に発現が集中するなど、品種の効果と時間の効果、時間と品種の効果の交互作用のいずれも有意 ($P<0.01$, $P<0.01$, $P<0.05$) であった。

闘争行動に対しては品種の効果、時間の効果ともに有意ではなかったが、時間と品種の交互作用が有意 ($P<0.01$) であった。岐阜地鶏は給餌を行った9:00より以前に闘争行動が見られ、一方のコマーシャル鶏は9:00以降に闘争行動が発現した。

地面つつき、地面搔き行動、歩行行動、羽毛つつき、砂浴び、佇立、止まり木利用については品種と時間の交互作用は見られなかった。

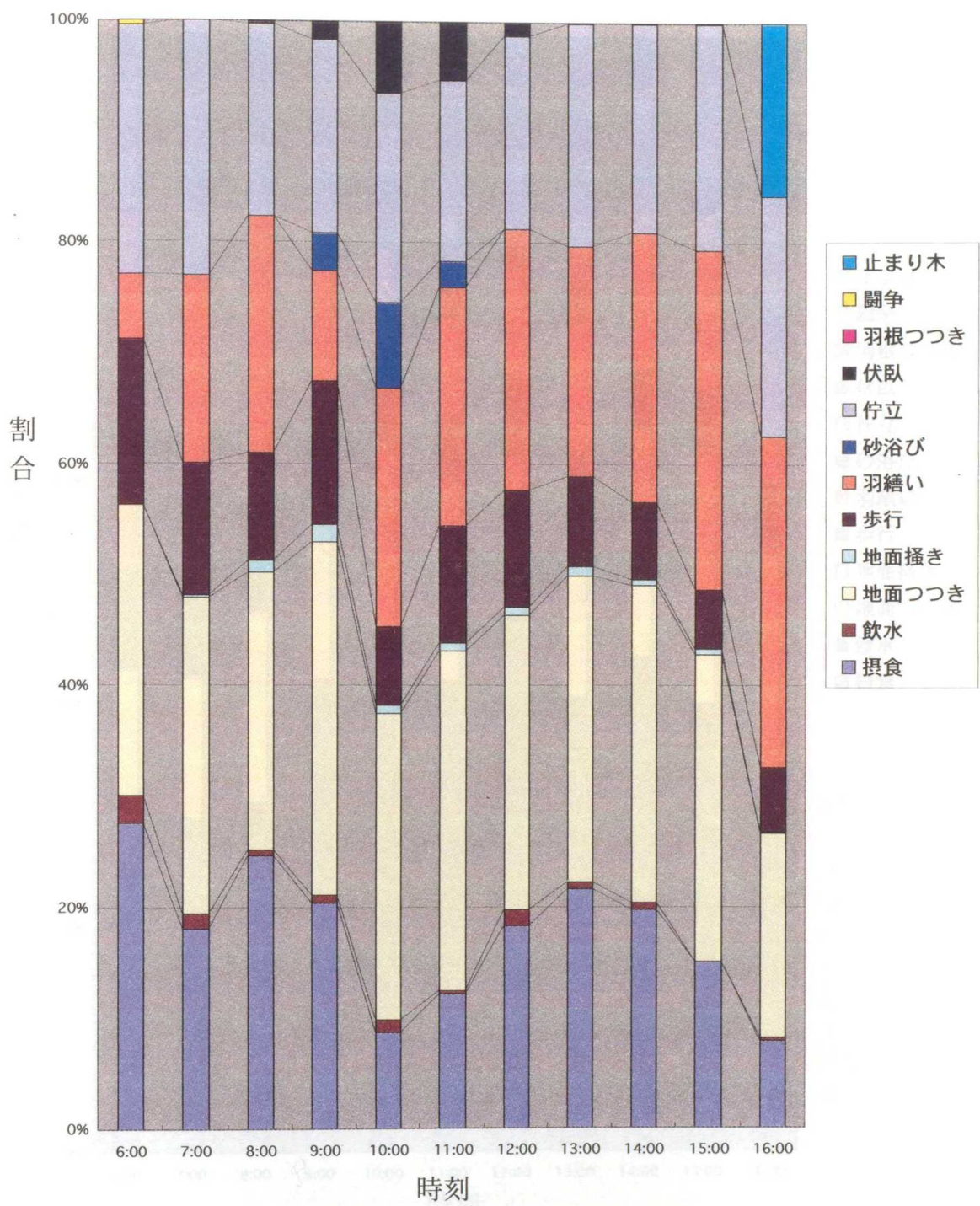


図3-2 岐阜地鶏における各行動の経時的変化

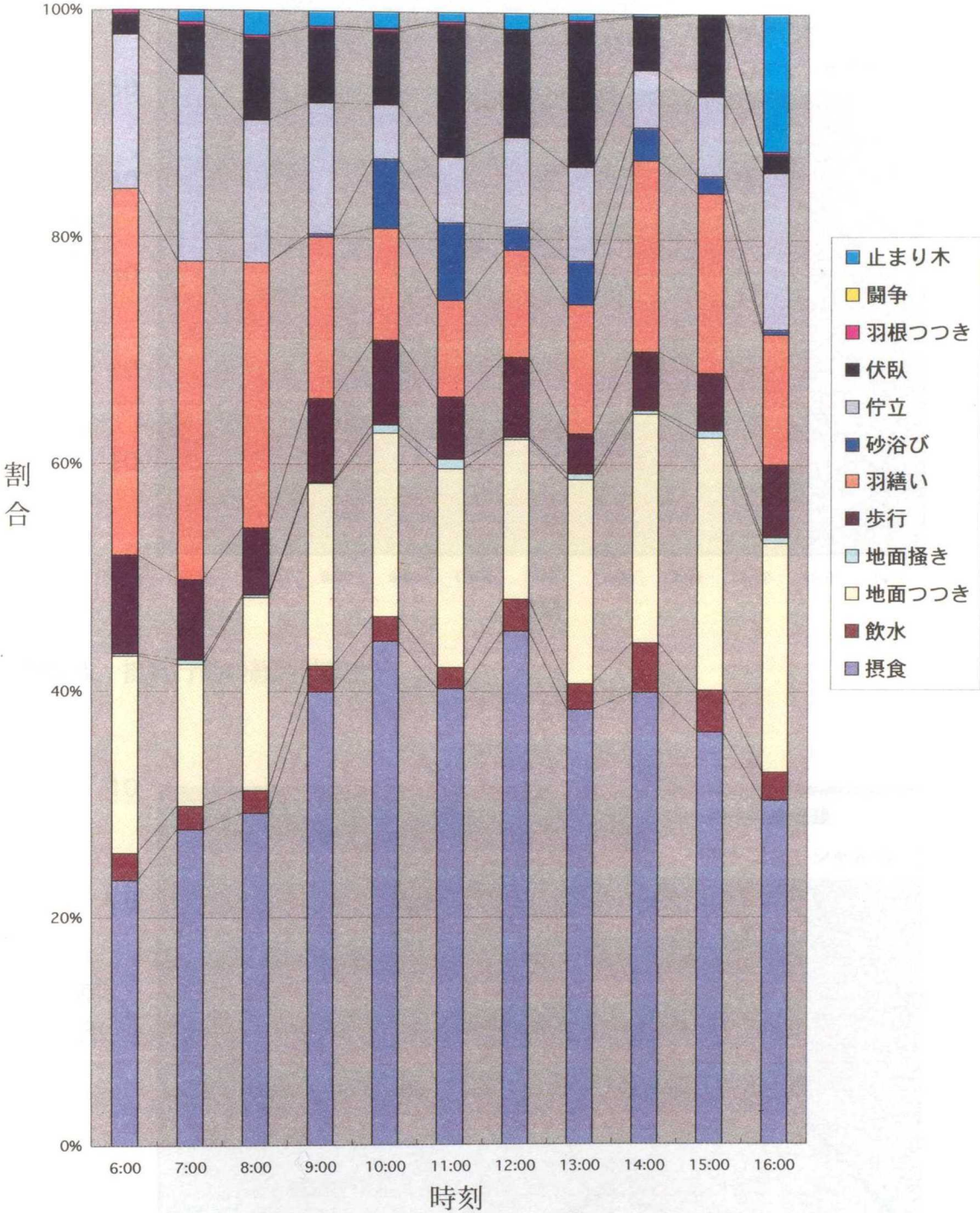


図3-3 コマーシャル鶏における各行動の経時的変化

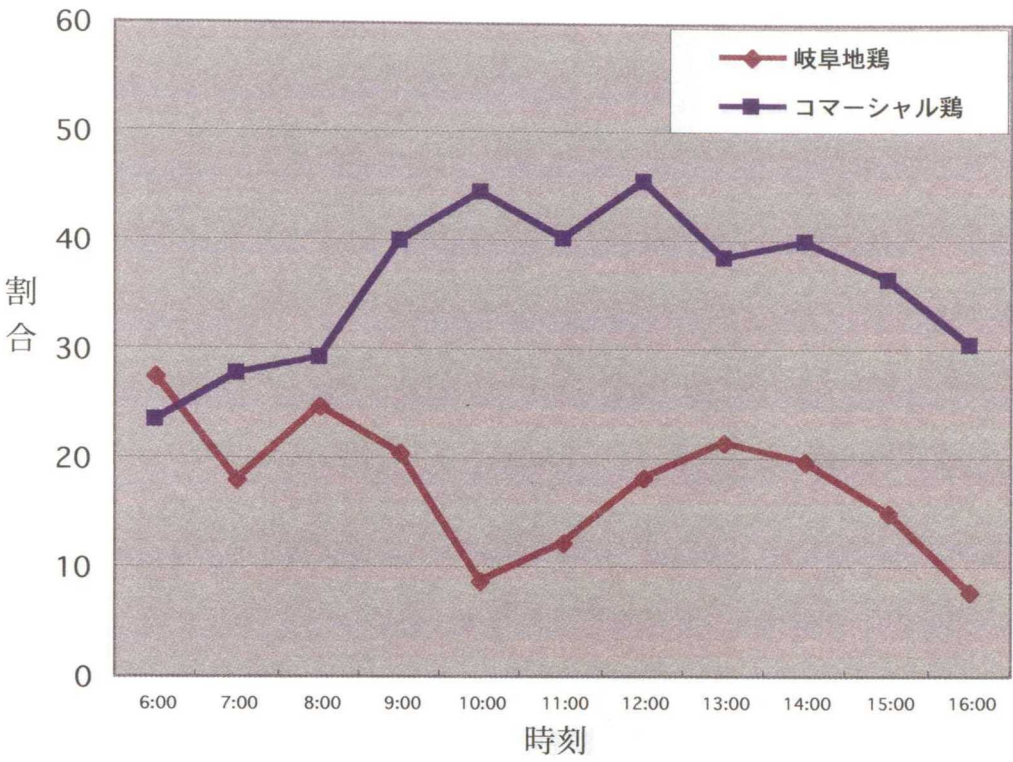


図3-4. 摂食行動の経時的変化

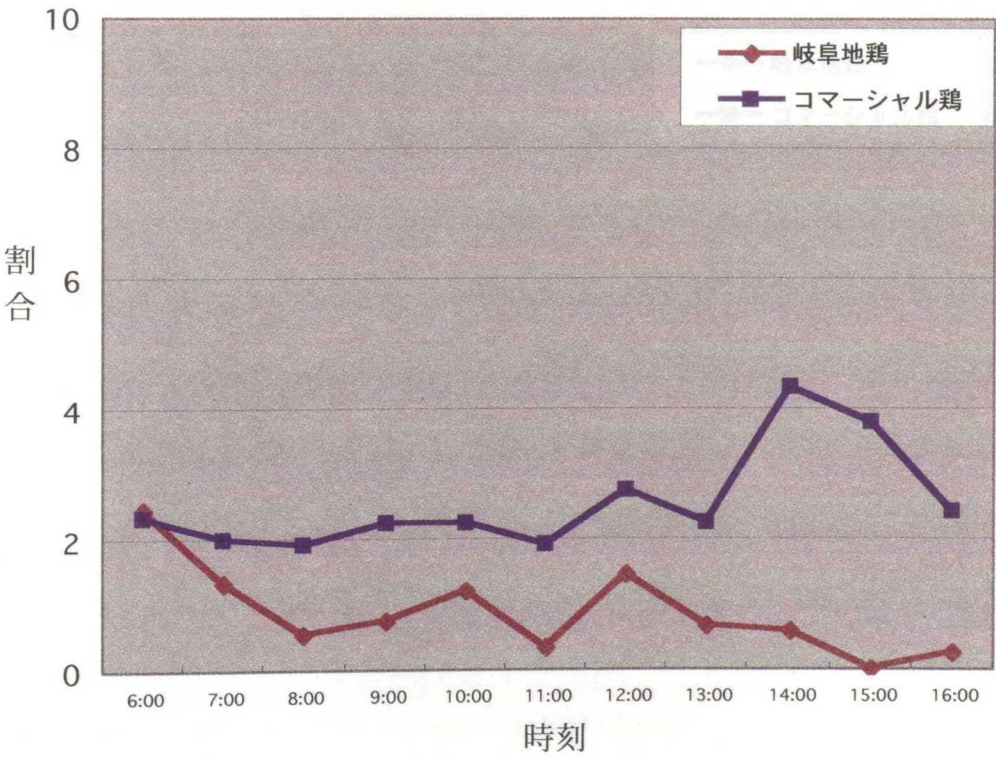


図3-5. 飲水行動の経時的変化

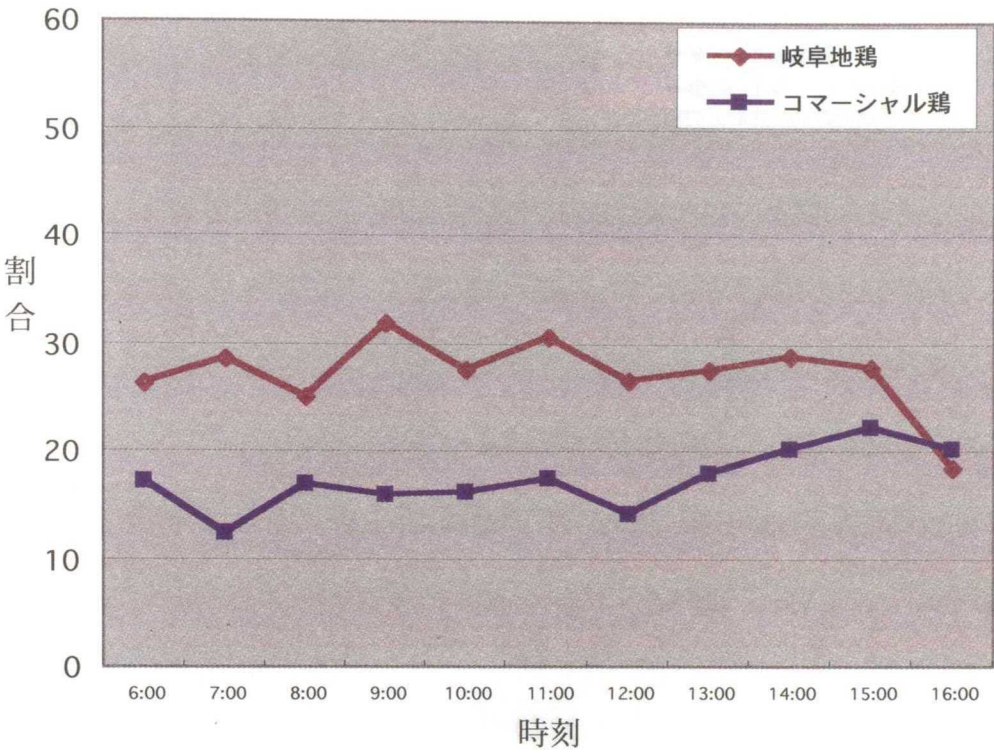


図3-6. 地面つつきの経時的変化

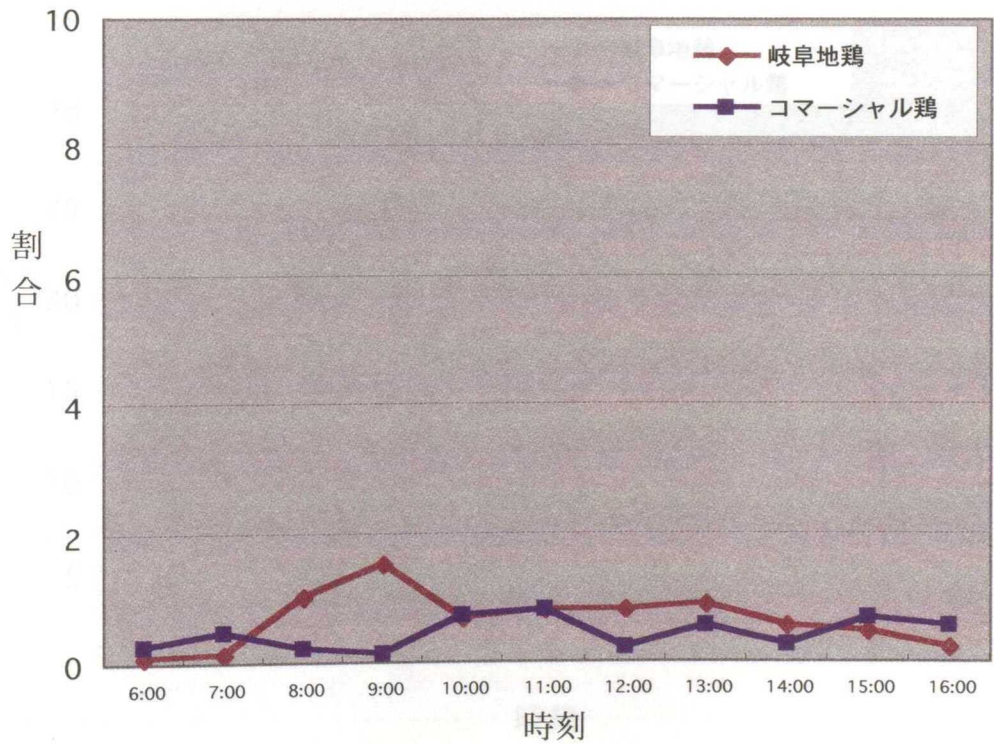


図3-7. 地面搔きの経時的変化

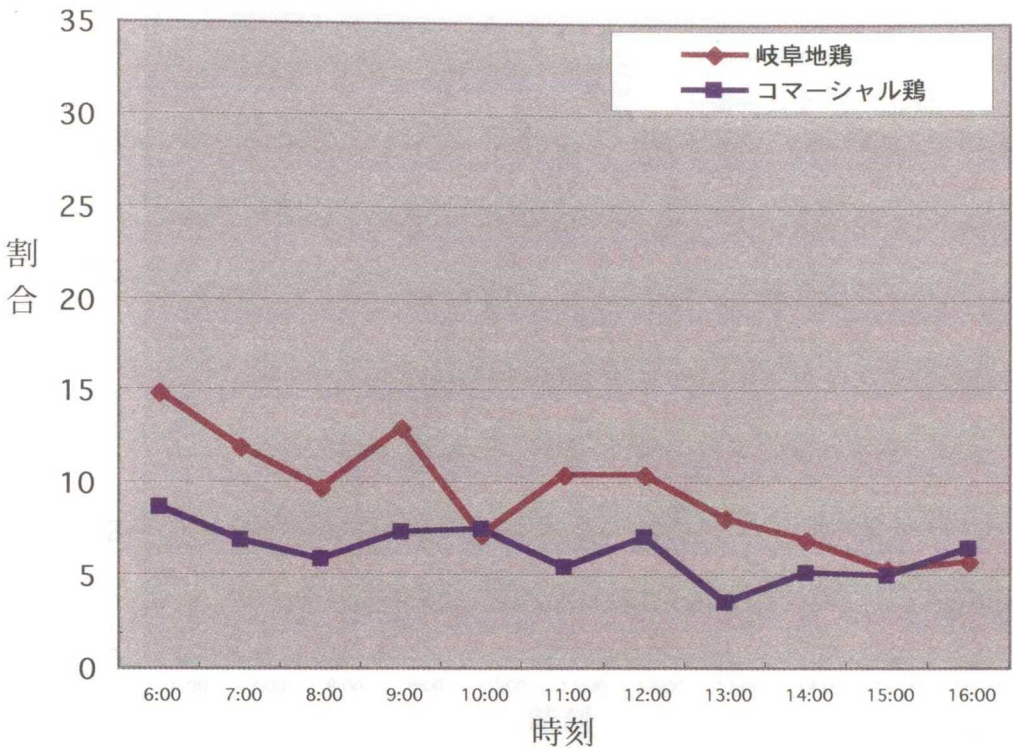


図3-8. 歩行行動の経時的変化

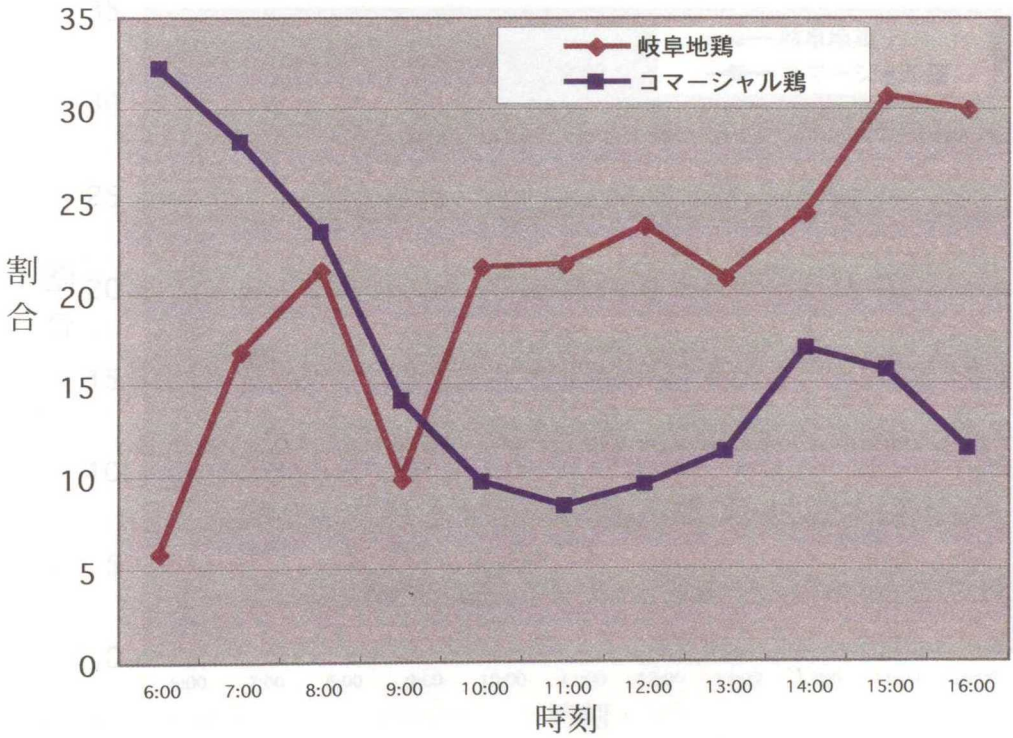


図3-9. 羽繕いの経時的変化

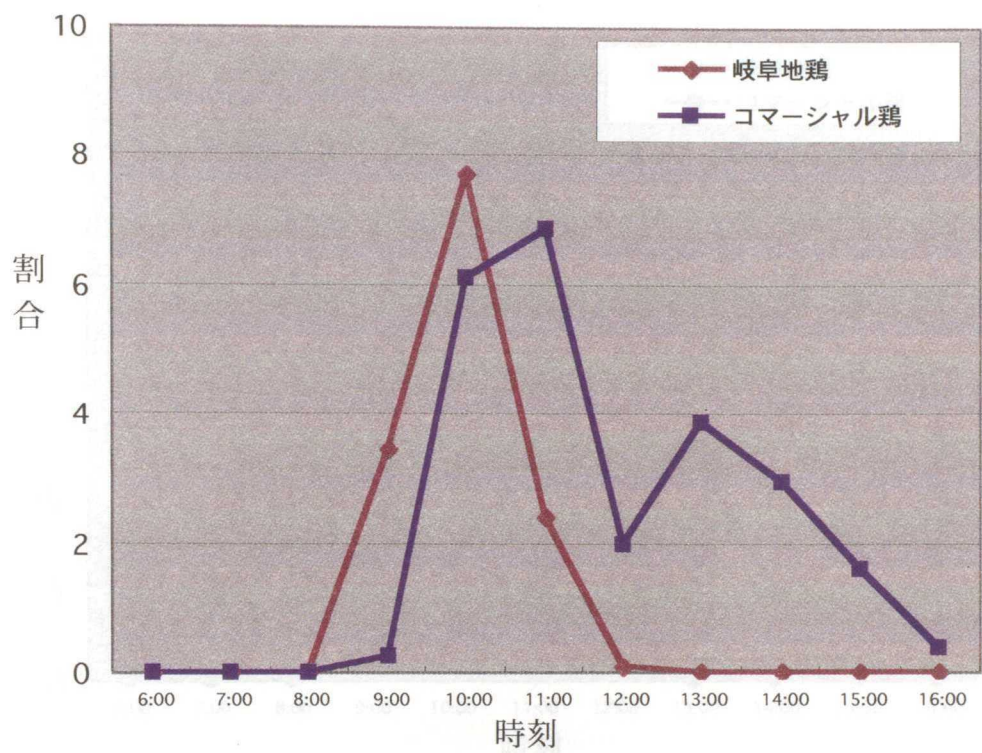


図3-10. 砂浴びの経時的変化

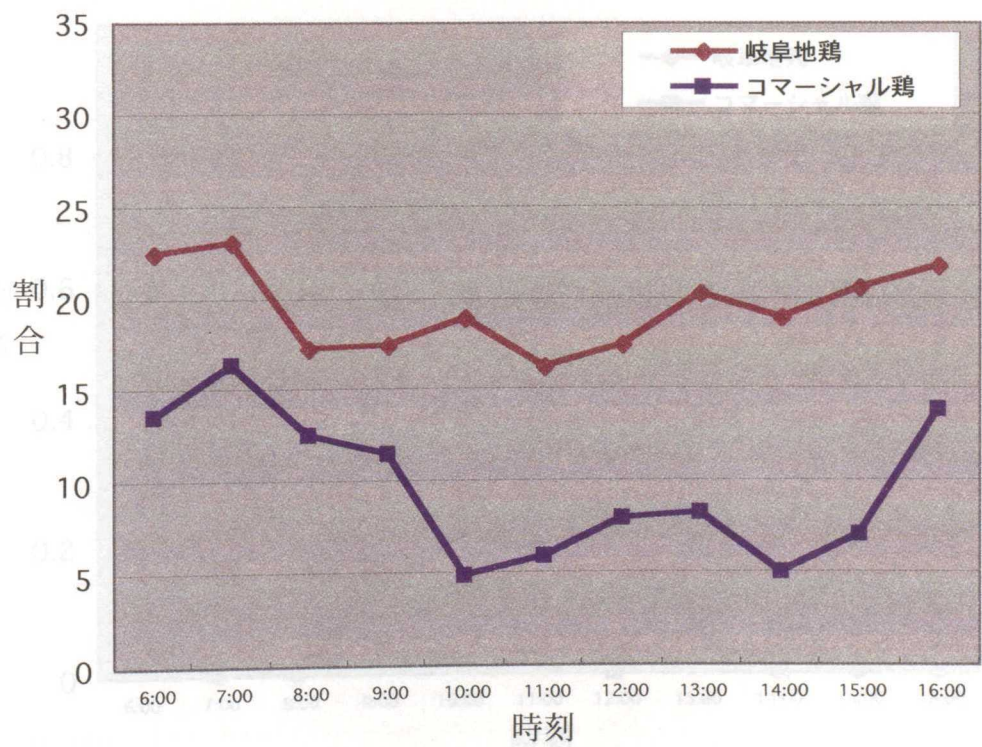


図3-11. 佇立の経時的変化

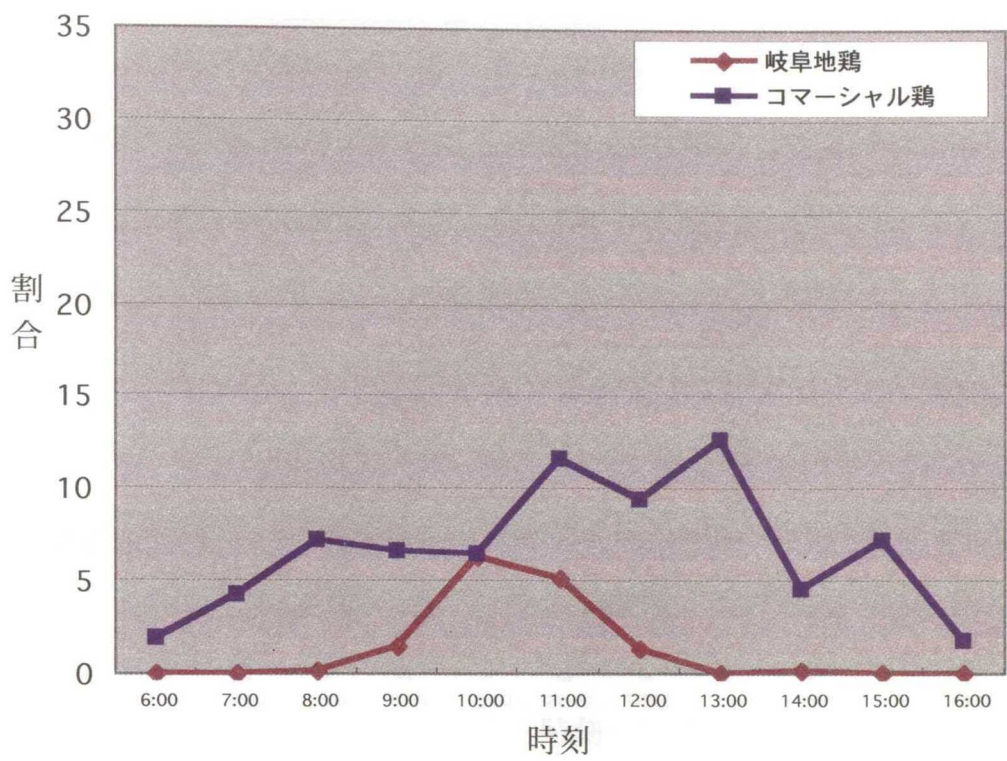


図3-12. 伏臥の経時的変化

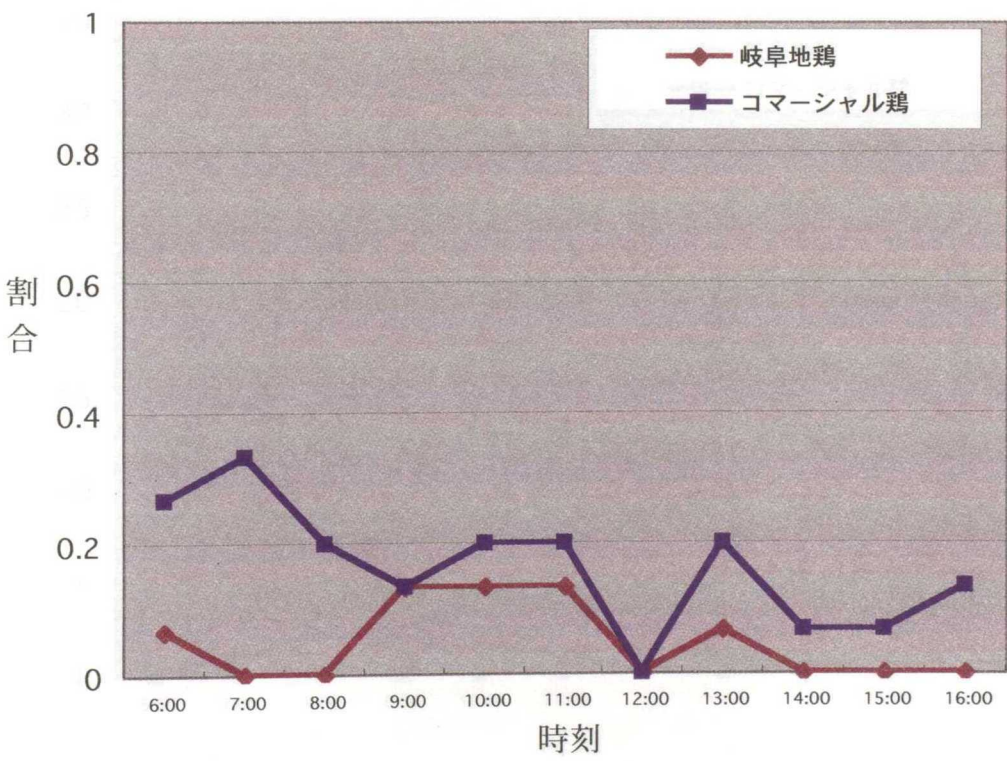


図3-13. 羽毛つつきの経時的変化

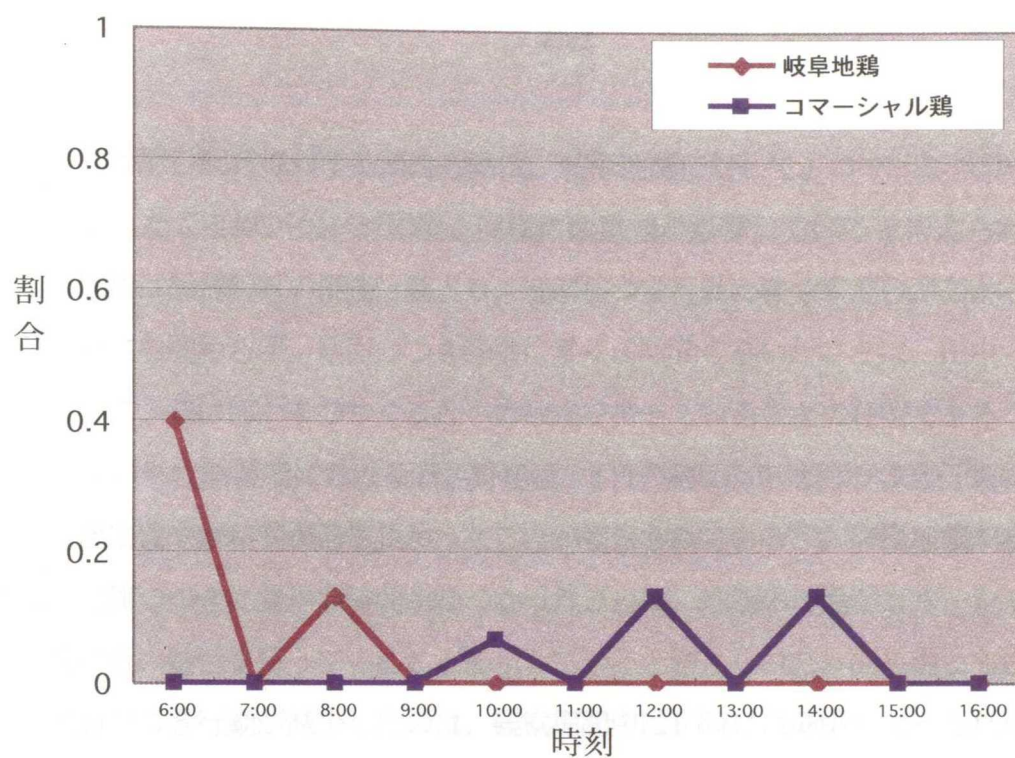


図3-14. 闘争の経時的変化

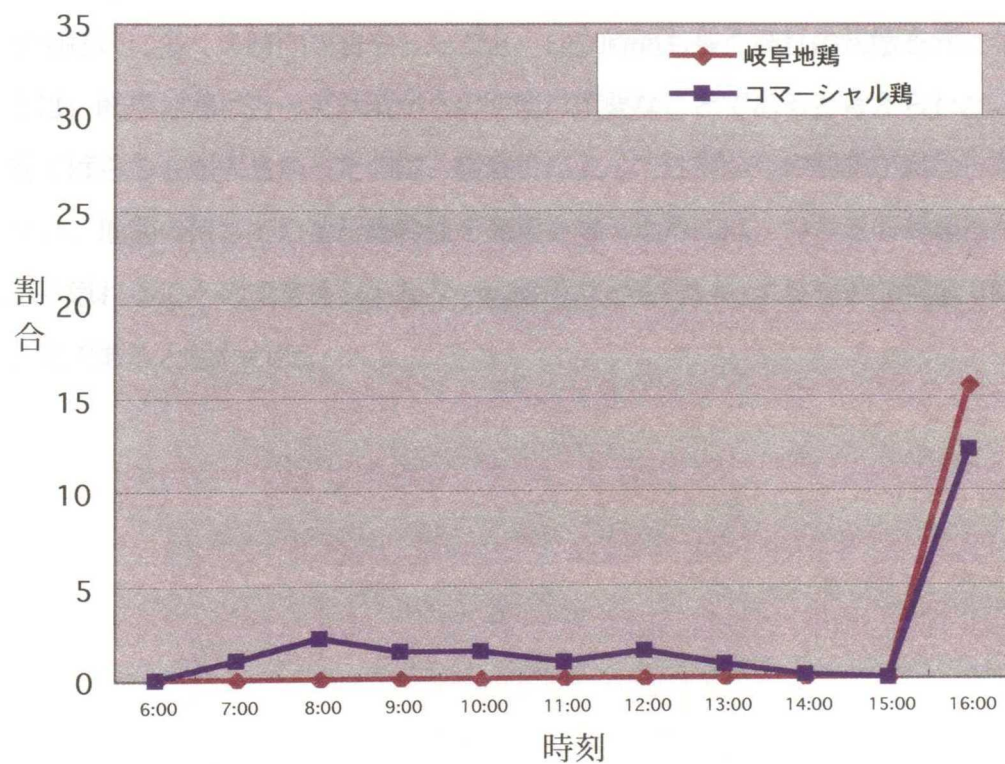


図3-15. 止まり木利用の経時的変化

考察

与えられた配合飼料に対する摂食行動は、岐阜地鶏に対して、コマーシャル鶏が2倍以上の値を示したことは、ケージ環境と同様に体重差が影響していると考えられた。一方で、岐阜地鶏は配合飼料の摂食行動より、地面つつき行動に費やす割合が高かった。配合飼料があるにも関わらず、地面つつき行動に多くの時間を割いたことは、田中ら⁴⁹⁾が述べているように、鶏は何かをつつくことへの欲求を持っていることの証明であろう。配合飼料を与えない半自然環境における赤色野鶏は、1日の約60%を地面つつき行動に費やし、地面つつきに費やす時間が最も長かったことが報告されている⁶²⁾。岐阜地鶏が赤色野鶏と同様に、地面つつきに費やす時間が長くなったことは、地鶏の特性がコマーシャル鶏よりも、野鶏に近い特性を持っていることを示していると考えられた。両品種ともに、夕方は摂食・地面つつき行動が減少したのは、観察期間中は16時には薄暗くなったためと思われた。歩行行動は、岐阜地鶏が9.4%、コマーシャル鶏が6.3%と岐阜地鶏が若干高い値を示したが、品種間で有意な差は見られなかった。しかし、地面つつき行動は歩行を伴うため、岐阜地鶏はコマーシャル鶏に比べてより長い距離を移動していると考えられた。岐阜地鶏が羽繕いに多くの時間を費やしたこと、佇立時間も長く周りの状態を常に気にしていることは、岐阜地鶏にとって外敵からの防衛は重要なことであると考えられた。また、佇立行動のばらつきが大きかったのは、観察日によって外部からの刺激が異なったためかもしれない。地鶏の持っている行動特性を発現させるためには、つつきの対象となる地面や外敵から隠れることのできるシェルターの設置などを行い、より複雑な環境で飼育することが必要であると思われた。

要約

家畜福祉思想に基づいた管理法の基礎的知見を得るために、コマーシャル鶏と岐阜地鶏の行動比較を、野外放飼環境において実施した。放飼環境は品種ごとに10羽を1群として、9.4m×4.7mの野外放飼場で飼育した。6:00から16:00まで、1分間隔の走査サンプリング法を用いて行動観察を行った。

配合飼料に対する摂食行動と飲水行動は、それぞれ岐阜地鶏が平均17%、0.9%となり、コマーシャル鶏は36%、2.6%と有意 ($P<0.05$, $P<0.05$) な差が見られた。また、嘴で地面をつつく行動は、岐阜地鶏が27.2%であったが、餌箱からの摂食行動とは逆に、コマーシャル鶏は17.4%と有意 ($P<0.05$) な差が見られた。羽繕い行動はコマーシャル鶏は16.5%であったのに対し、岐阜地鶏が20.6%と有意 ($P<0.05$) に高くなった。岐阜地鶏は砂浴びに1.2%費やしたが、コマーシャル鶏は2.2%であり、有意 ($P<0.05$) な差が認められた。伏臥姿勢は岐阜地鶏の1.3%に対して、コマーシャル鶏は6.7%と高い値を示し、その差は有意 ($P<0.05$) であった。他個体に対する羽毛つき行動は、岐阜地鶏0.05%とコマーシャル鶏0.16%であり、有意 ($P<0.05$) な差が見られた。

岐阜地鶏はコマーシャル鶏に比べて地面つつきに費やす時間が長くなったため、岐阜地鶏は原種である赤色野鶏に近い特性を持っていることが示され、コマーシャル鶏は家畜化に伴い野鶏の特性を失ったことが考えられた。また、歩行行動と地面つつきに費やす時間が長いことなどからも、地鶏を平飼い環境で飼育するには、十分な広さとつつく対象になるものが必要であると考えられた。

第4章

岐阜地鶏とコマーシャル産卵鶏のパッチ状の餌場における摂食行動

目的

われわれが産業動物として用いている家畜が、野生動物から改良される過程で、その形態や繁殖能力などが大きく変えられてきた。このような家畜化に伴う様々な影響を知ることとは、彼らの管理をより良くするために必要なことである。一般的には、野生種と家畜種の行動を詳細に観察し、各行動に費やす割合などを比較する手法が用いられている。しかし、動物は自身の生存のために、最小のエネルギー消費で最大の利益を得る行動を採用している⁶³⁻⁶⁶⁾。その行動は最適戦略と呼ばれ、下等動物から高等動物まで多様な戦略が報告されている。家畜を含む草食動物も、エネルギー獲得効率が最大になるように、草地の状態に対応して摂食行動や反芻、および咀嚼の時間が調節されること、体重の低下に伴い高エネルギー飼料の選択摂食が行われることが計算上から予測され、実際そのように行動していることが知られている。しかし、家畜はその家畜化の過程において、外敵の脅威や飢餓の危機などの淘汰圧から解放され、何代もの世代を重ねてきた。Gustafssonら⁶⁷⁾は猪×豚の交雑種と純粋種の豚のパッチ状の餌場における採食戦略を比較し、変化する餌環境に対して、両品種とも自らの行動に対応させることができるが、猪×豚の方が、より最適な行動を採用したことを報告している。また、Hosoiら⁶⁸⁾は、家畜化された反芻動物は、前回摂食をした場所を好むwin-stay戦略を持っているか、前回摂食した場所を避けるwin-shift戦略を持っているか調査し、その結果、牛はwin-stay戦略であり、家畜である牛も環境の変化に摂食行動を柔軟に適応することができると述べている。野生種に近いとされる岐阜地鶏と、コマーシャル鶏の、時間あたりに占める各行動の割合について比較を行った前章では、ケージ環境と平飼い環境ともに、両品種間で行動特性に違いがあることが示唆され、その違いは特に嘴を使う行動に関して顕著に見られた。そこで本章では、岐阜地鶏とコマーシャル鶏の行動特性の違いをさらに明確にするために、両品種間のパッチ状の餌場における採食戦略を比較した。

材料および方法

1. 供試動物

供試動物として岐阜地鶏（1997年3月孵化）とコマーシャル産卵鶏（ハイライン、1998年2月孵化）をそれぞれ4羽ずつ使用した。供試鶏は足輪による個体識別を行い、実験を行った順に1番から4番の個体番号をつけ、岐阜地鶏はG1からG4とし、コマーシャル鶏はC1からC4とした。供試鶏の平均体重は岐阜地鶏が1050g、コマーシャル鶏が1640gであった。供試鶏は、麻布大学付属鶏舎で飼養している鶏の中から無作為に選抜した。

2. 調査場所

実験は麻布大学獣医学部付属鶏舎内で行った。飼育ケージと実験ケージの配置を図4-1に示した。

3. 調査期間

実験期間は1999年5月25日から同年12月2日までとし、各個体の実験日と当日の平均気温については表4-1に示した。

4. 飼育設備

本実験期間以外は、床面積が424cm²のケージに1羽ずつ収容した。実験期間は後述の実験用ケージにおいて飼育を行った。

5. 管理方法

除糞等の管理作業は8:00から9:00の間に行い、給水は8:00から9:00の間と16:00から17:00の間に行った。なお、飲水は自由飲水とした。また、本実験で30分間の制限給餌とするため、本実験の前に不断給餌から30分の制限給餌に給餌時間を変化させた。飼料は両品種ともに成鶏用配合飼料（日本農産工業株式会社製 つぶえ）を用いた。餌の成分は表4-2に示した。

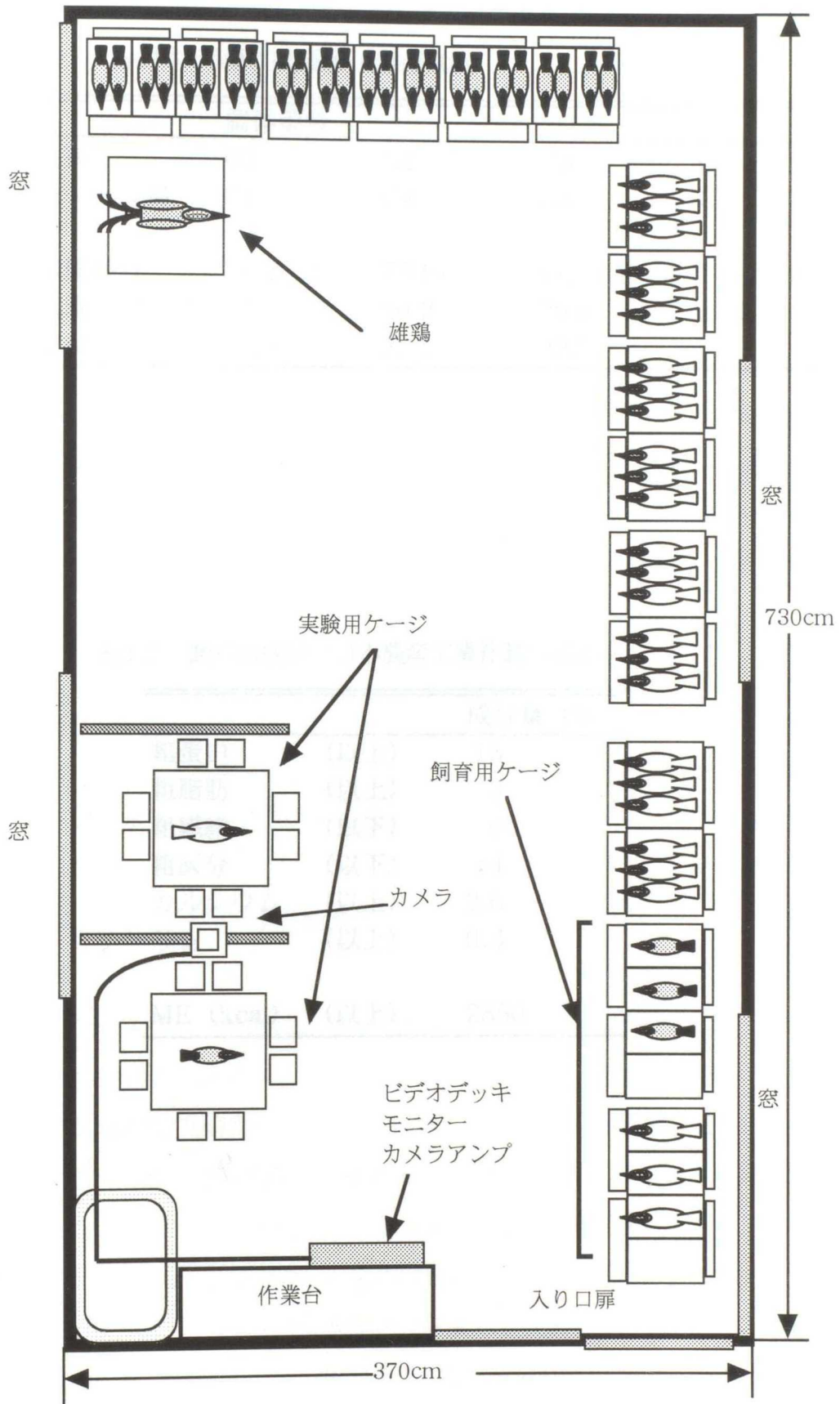


図4-1. 鶏舎内の配置図

表4-1. 各個体の実験日と最高・最低気温

個体番号				
岐阜地鶏	G1	G2	G3	G4
コマーシャル鶏	C1	C2	C3	C4
本実験開始日	5月25日	7月9日	9月11日	11月15日
最高気温平均 (℃)	27.4	30.2	29.9	18.9
最低気温平均 (℃)	17.9	23.1	22.7	7.5

表4-2. 飼料の成分（日本農産工業社製つぶえ）

		成分量 (%)
粗蛋白	(以上)	15
粗脂肪	(以上)	3
粗繊維	(以下)	6
粗灰分	(以下)	14
カルシウム	(以上)	2.6
リン	(以上)	0.3
ME (kcal)	(以上)	2850

6. 調査内容

実験用ケージは、 3600cm^2 ($60\text{cm}\times 60\text{cm}$) の種鶏用ケージを用いた。ケージの周囲には、パッチとしてプラスチック製の飼槽を、各面あたり2個、計8個取り付け付けた。また、給水器はケージ前面に取り付けた。パッチ間の移動に負荷をかけるため、パッチの正面に止まり木を設置し、止まり木に登らなければパッチ内の餌を摂取できないようにした。したがって、鶏はパッチを移動する場合には、一度止まり木を降り、再び登らなければならなかった。実験装置の概要を図4-2に示した。岐阜地鶏とコマーシャル鶏のケージは隣り合わせて設置したが、ケージの間にベニヤ板製の間仕切りを入れて、視覚的に遮断するようにした。また、パッチとして設置した飼槽には、飼料とともに小石を一定量入れ、飼料の摂取に従って、パッチ内の(餌量) / (非餌量) が減少し、パッチの質が低下するようにした。小石の量を300g入れた場合をRich Patch とし、500gの場合をPoor Patch とした。それぞれのパッチの写真を図4-3に示した。飼料は日本農産飼料社製の成鶏用配合飼料「つぶえ」をふるいにかけて粉状の成分を除いて用いた。

本実験の前に、パッチに入れる餌の量を定めるために、予備調査として両品種の摂食量を調査した。まず、7日間の不断給餌を行い、摂食量を測定した。その後、1時間の制限給餌を7日間行い、1時間の摂食時間でも必要量の摂食が可能であったことを確認したため、より短い30分間の制限給餌を行った。なお、本実験では飼槽に小石と餌を混ぜて入れるため、新奇物への馴致として摂食の邪魔にならない程度に小石を混ぜた。岐阜地鶏は平均で33.6g、コマーシャル鶏は80.7gと、コマーシャル鶏が岐阜地鶏の約2倍量を摂取したため、岐阜地鶏にとっての餌の価値はコマーシャル鶏の約2倍であると判断し、1つのパッチに岐阜地鶏は10gの飼料を、コマーシャル鶏には20gの餌を入れることとした。

本実験開始直前に、飼育用ケージから実験用ケージに岐阜地鶏とコマーシャル鶏をそれぞれ1羽ずつ移動した。まず最初に、止まり木に登りパッチ内の餌を摂食することを覚えさせるために、小石の入っていないパッチを設置する馴致期間を設けた。その後、止まり木に登ることができることを判断した後に本実験を開始した。全てのパッチがRich Patch である環境をRich環境、全てのパッチがPoor Patch であることをPoor環境とした。本実験はRich環境を連続して8日間行い、その後Poor環境を7日間行った。なお、Rich環境の初日は馴致日(1日間)とした。

実験は毎日15:00に開始し、餌と小石の入ったパッチを実験用ケージの周囲に設置した。供試鶏を30分間自由に行動させた後、飼槽をケージから取り除いて実験を終了させた。また、実験終了後に全てのパッチの残餌量を記録した。なお個体番号2の実験6日目は、雷の影響により岐阜地鶏がほとんど動かなかったため、データから除外した。

観察では各パッチの滞在時間を明確にするため、鶏舎の天井にビデオカメラを設置した(図4-1)。カメラは、タイムラプスビデオに接続し、6時間モードによる録画を行った。実験用ケージは隣り合わせて設置したため、一つのカメラで岐阜地鶏とコマーシャル鶏を同時に録画した。観察に使用した機材は表4-3に示した。

録画したビデオテープから、鶏がパッチに入った時間と、パッチから出た時間を記録した。鶏がパッチに嘴を入れた時をパッチの利用開始とし、パッチから嘴を出した時点でパッチ利用終了とした。解析したデータを元にパッチ滞在時間とパッチ移動回数を算出した。なお、本実験ではパッチ間の距離が短かったために、パッチ移動時間に関しては無視できるものとした。

実験終了時に各パッチの残餌を測定し、各個体の摂食量の記録を行った。岐阜地鶏の餌の価値はコマーシャル鶏の半分としたため、岐阜地鶏の摂食量を2倍した値を摂食餌量とした。

また、実験における1日のパッチ移動回数を、摂食した総餌量で割った値を、餌獲得コストとして算出した。餌獲得コストは、その値が高いほど、餌を獲得するのにエネルギーコストが大きくなることを意味する。

7. 統計解析

パッチ移動回数、パッチ利用時間と総採食量については個体ごとにMann-WhitneyのU検定を行い、4羽の平均値はWilcoxonの符号化順位検定を行った。また、餌獲得コストの4羽の平均値について、Wilcoxonの符号化順位検定を行った。統計解析にはstatview for Machintosh ver. 4.5⁴⁷⁾を用いた。

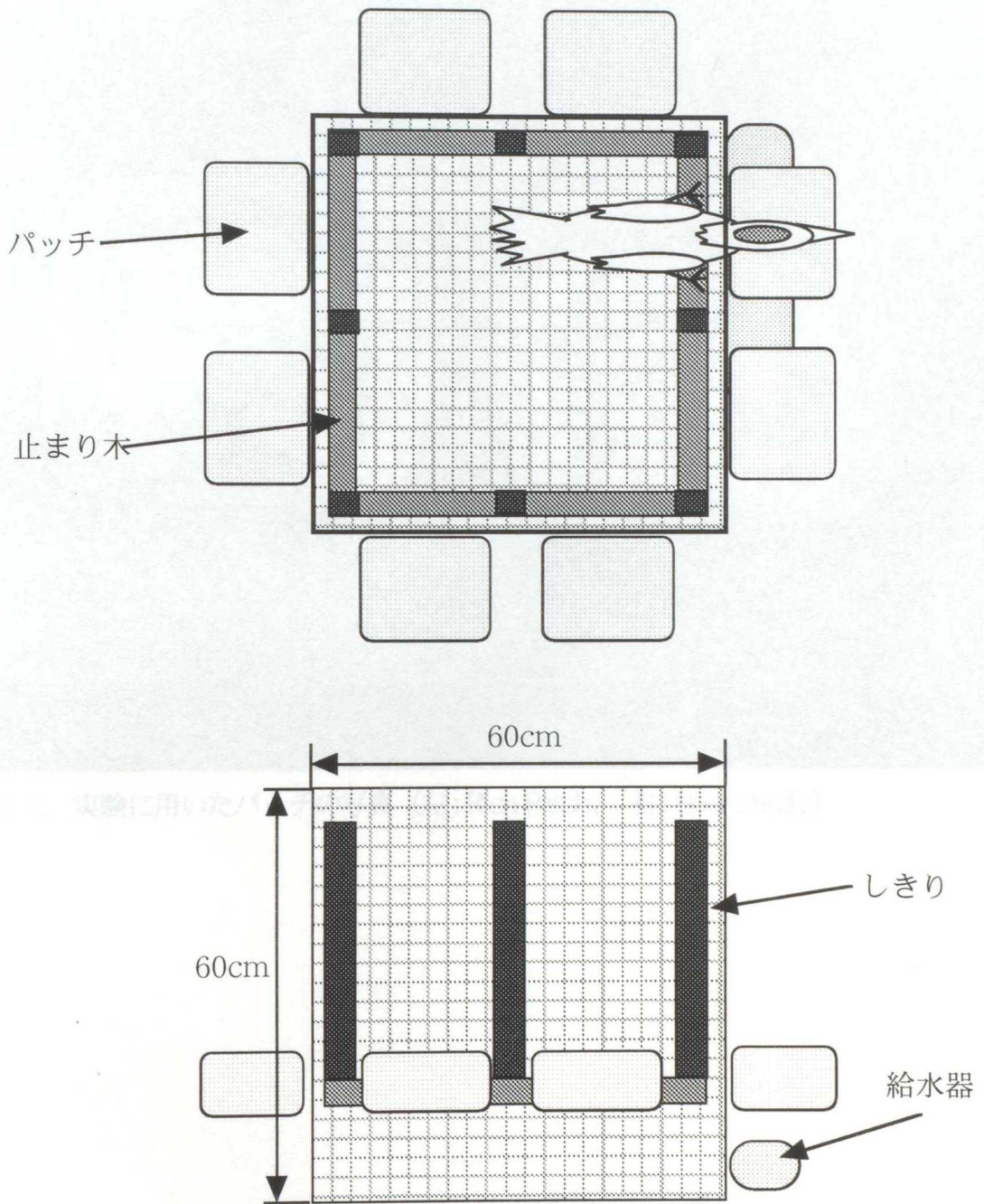


図4-2. 実験装置の概要

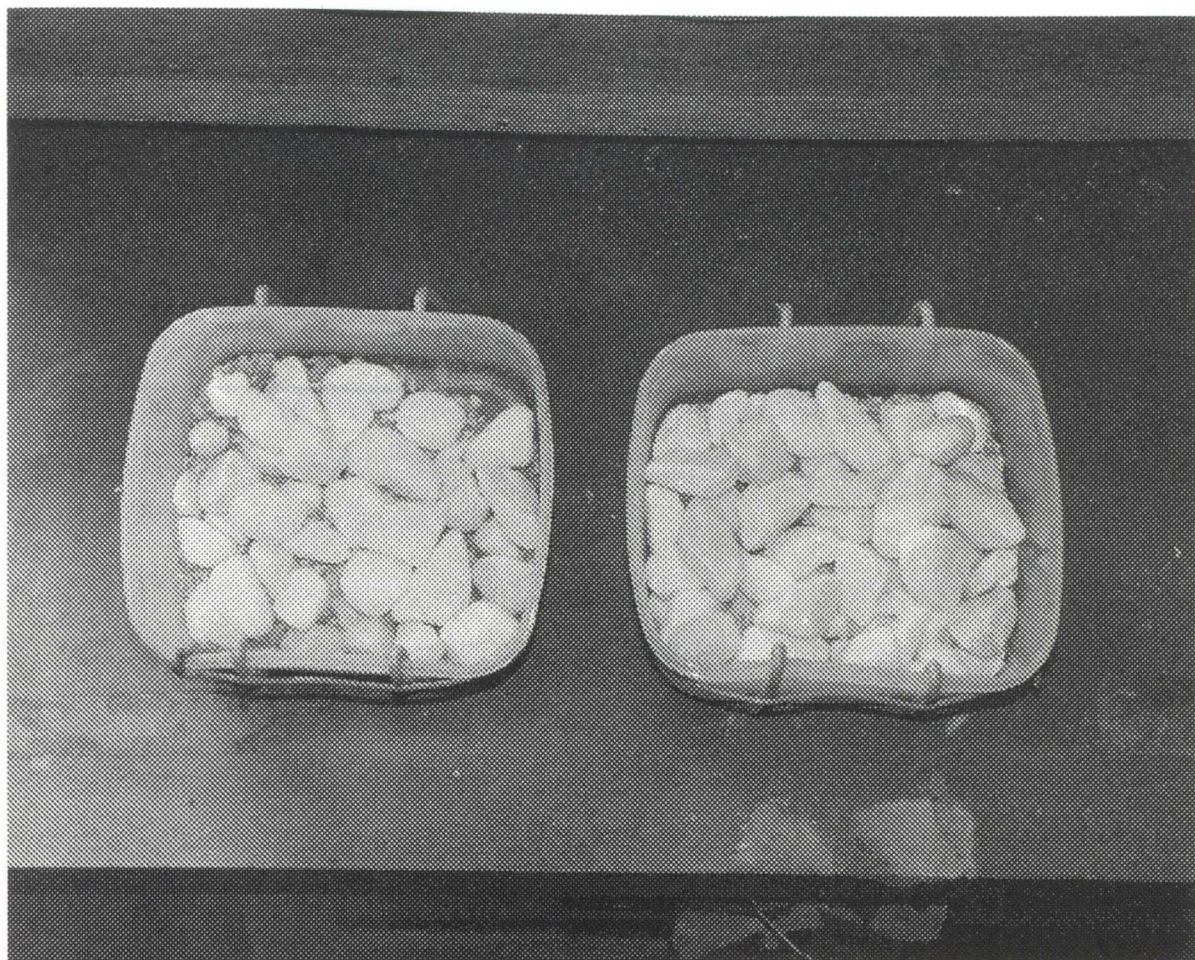


図4-3. 実験に用いたパッチの写真（左:Rich Patch、 右:Poor Patch）

表4-3. 観察に用いた機材

	メーカー	型番	台数
タイムラプスビデオ	Panasonic	AG-6730	1
カメラアンプ	Panasonic	WV-PS11B	1
テレビカメラ	Panasonic	WV-CP110	1
レンズ	Panasonic	WV-LA210C3	1

結果

1. パッチ移動回数

岐阜地鶏のパッチ移動回数の4羽平均はRich環境では1日目に8.5回、2日目に7.5回と若干低い値を示したが、以降は10回前後となり、大きな変化は見られなかった（図4-3）。Poor環境では、1日目の8.8回から7日目の14.3回へと経日的に変化した。しかし、個体別に見ると、G1,2,3は同様の傾向を示したが、G4はRich環境とPoor環境の両環境において、変動が大きい傾向が見られるた。

同様にコマーシャル鶏のパッチ利用回数の4羽平均は、Rich環境では1日目の8.8回から7日目の11.3回へと緩やかに上昇した。一方、Poor環境では12.2回から15回の間で不規則に推移した。個体別では、Rich環境においてはC1,2とC3,4が同様の傾向を示しており、Poor環境では全ての個体が不規則に推移した（図4-4）。

それぞれの環境における各個体の平均パッチ移動回数を図4-5、図4-6に示した。岐阜地鶏は全ての個体の移動回数が環境間で有意な差は見られなかった。

一方のコマーシャル鶏はC1,3,4がRich環境の方が、Poor環境より移動回数が少なく、4羽のパッチ移動回数の平均はRich環境では9.6回、Poor環境では10.5回となり、両環境間で有意（ $P<0.05$ ）な差が見られた。特に、C1はRich環境での移動回数が12.1回、Poor環境環境では18.6回みられ、また、C3はRich環境で7.9回、Poor環境で12.9回となり、両環境間で有意（ $P<0.05$ ）な差が認められた。

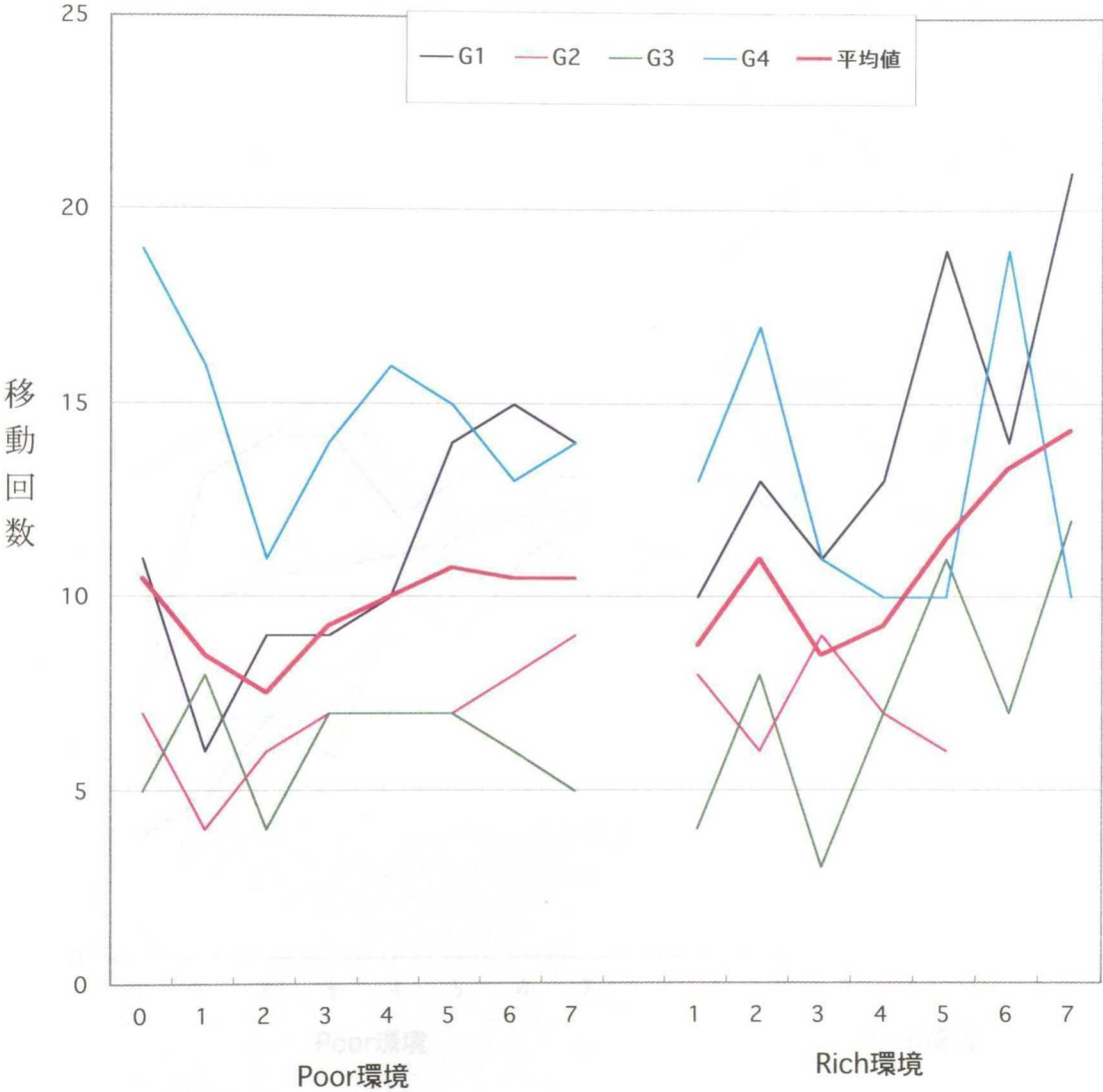


図4-3. 岐阜地鶏におけるパッチ移動回数の経日的変化

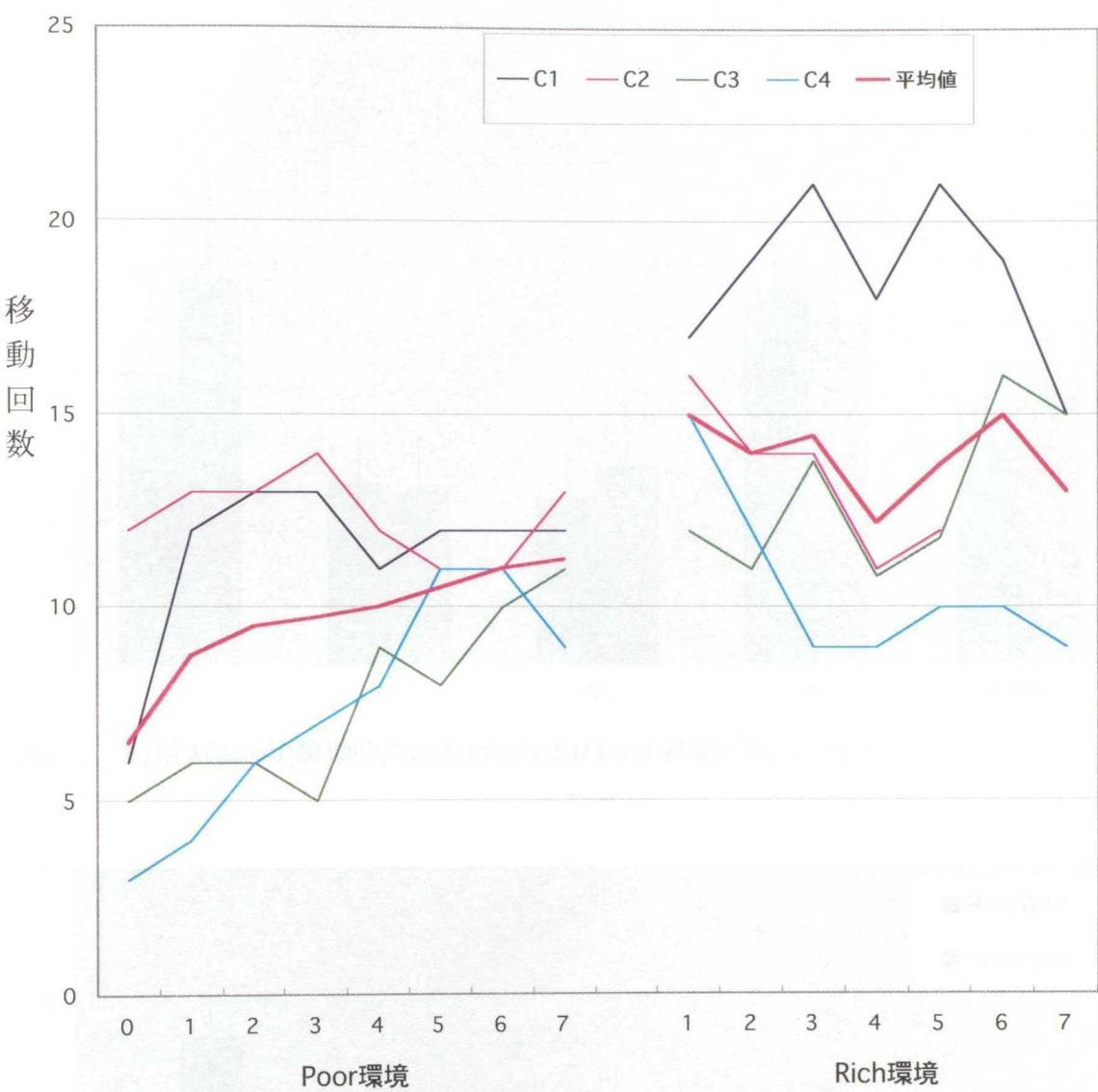


図4-4. コマーシャル鶏におけるパッチ移動回数の経日的変化

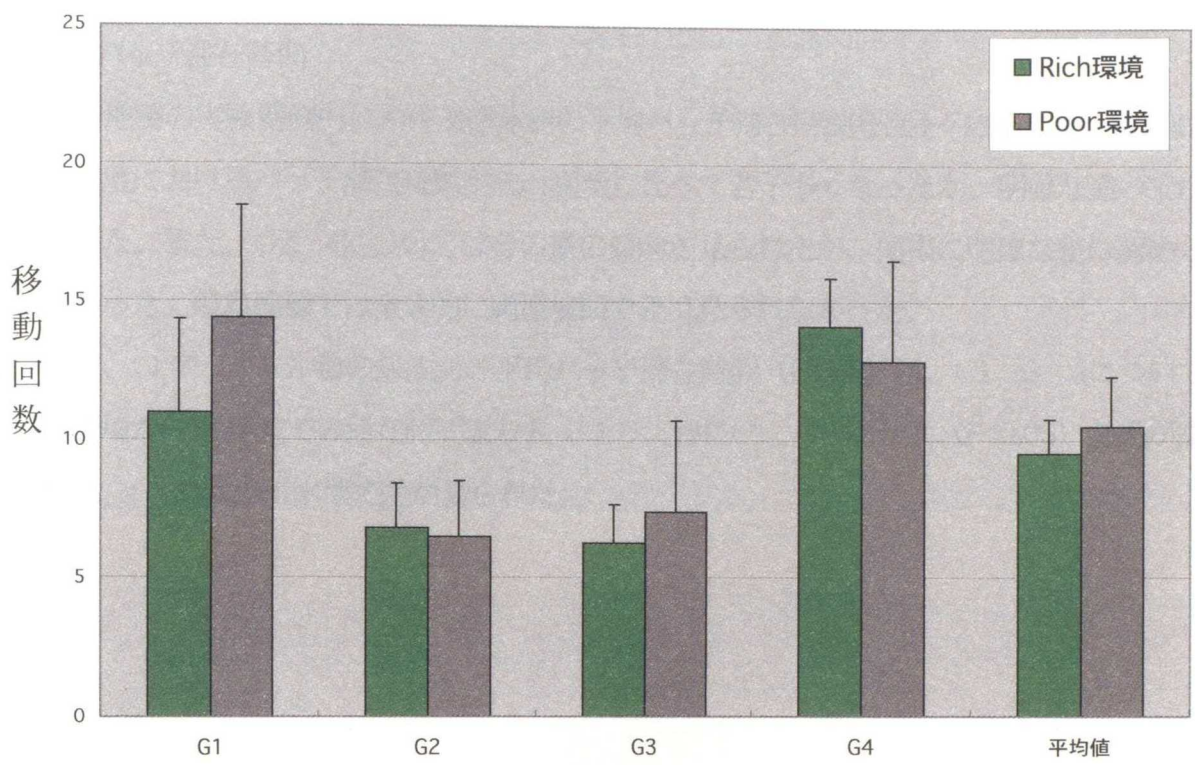


図4-5. 岐阜地鶏の実験期間内における平均パッチ移動回数 (+SD)

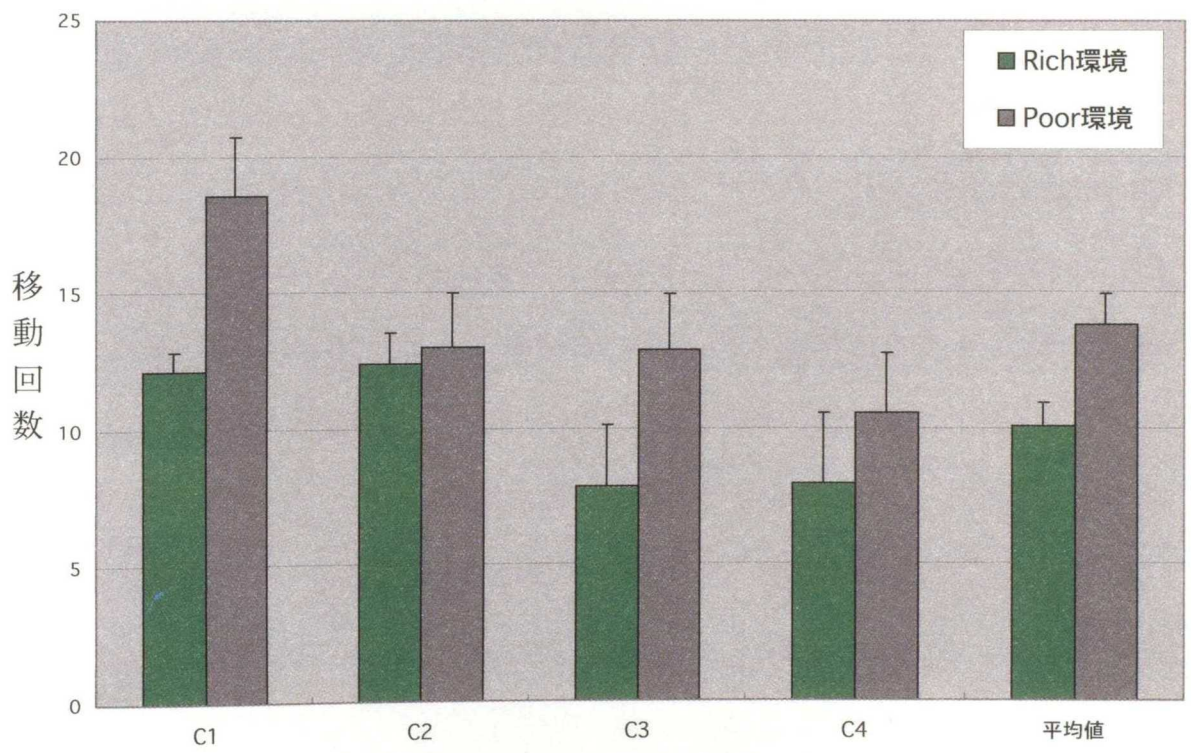


図4-6. コマーシャル鶏の実験期間内における平均パッチ移動回数 (+SD)

2. パッチ滞在時間

岐阜地鶏の実験期間内における個体別の平均パッチ滞在時間を図4-7に示した。G1,3はRich環境におけるパッチ滞在時間がPoor環境に比べて若干多くなったが、明確な違いではなかった。また、G2、4についてはその逆の傾向が見られたが、同様に明確な差は認められなかった。岐阜地鶏では全体的に両環境間で差は見られなかった。

一方、コマーシャル鶏の個体別の平均パッチ滞在時間（図4-8）は、C1、3、4についてRich環境がPoor環境での滞在時間より長くなり、特にC1、3では有意（ $P<0.05$ ）な差が認められ、C4では10%水準で差が見られた。

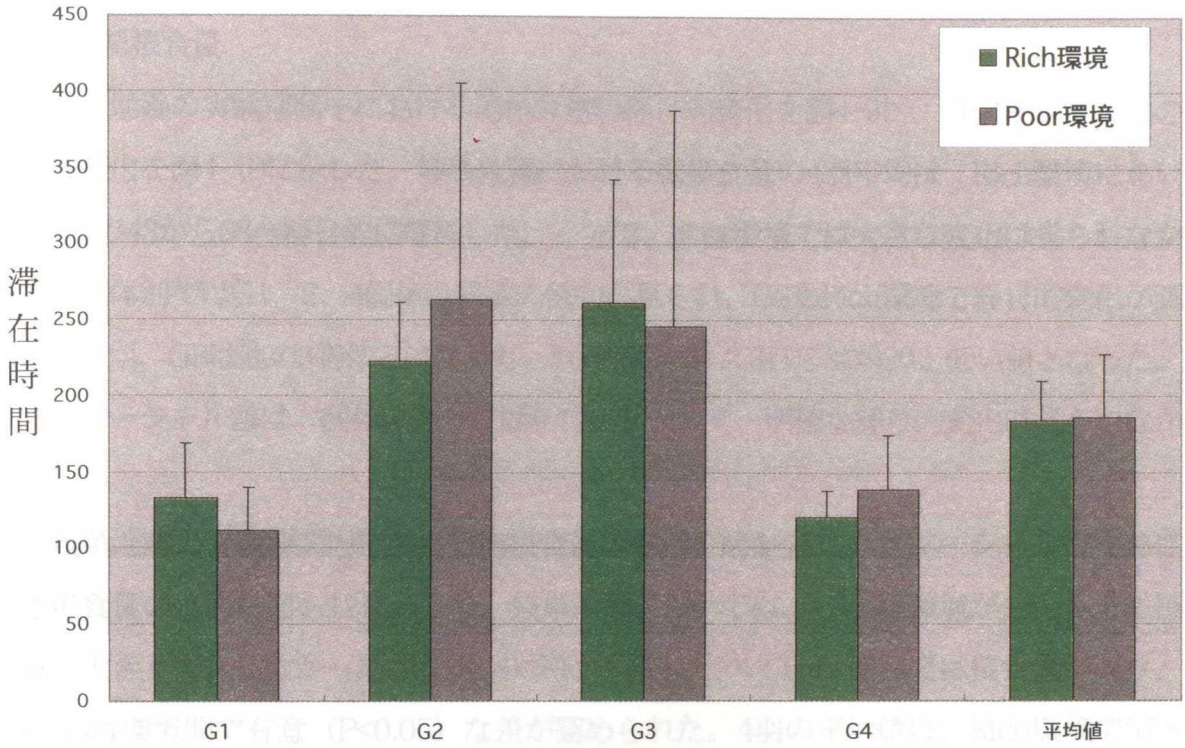


図4-7. 岐阜地鶏の実験期間内における平均パッチ滞在時間 (+SD)

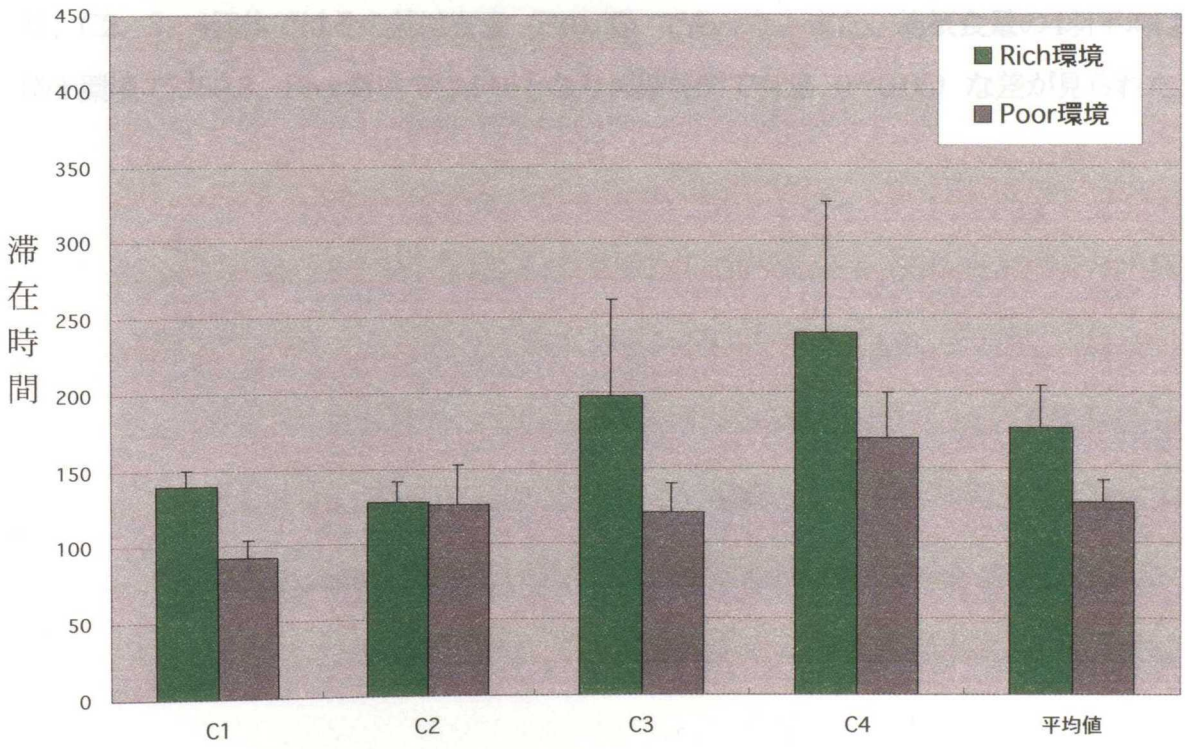


図4-8. コマーシャル鶏の実験期間内における平均パッチ滞在時間 (+SD)

3. 総摂食量

岐阜地鶏の実験期間中における総摂食量の経日的変化を図4-9に、コマーシャル鶏の経日的変化を図4-10に示した。岐阜地鶏における総摂食量の4羽平均は、Rich環境において1日目の43から68へ経日的に増加した。一方で、Poor環境では大きな変化は見られなかった。個体別ではG1、2、4個体は同様の傾向が見られ、G3もRich環境で経日的変化が認められたが、G3は他の3個体とは異なり、Poor環境の1.2.3日目は約20と低い値となった。

コマーシャル鶏は、個体によってばらつきが大きく、明確な経日的変化は見られなかった。

岐阜地鶏の実験期間内における総摂食量の平均を図4-11に、コマーシャル鶏における総摂食量の平均を図4-12に示した。岐阜地鶏については、G1,3は環境が変化しても摂食量は大きく変化しなかったが、G2,4はRich環境に比べてPoor環境では摂食量が減り、特にG4は環境間で有意 ($P<0.05$) な差が認められた。4羽の平均値は、Rich環境で57.8、Poor環境では50.4となり両環境間に有意な差は認められなかった。

一方のコマーシャル鶏は、全ての個体がRich環境よりPoor環境では総摂食量が少なくなり、C2、3、4個体ではその差は有意 ($P<0.05$) であった。また、総摂食量の4羽平均は、Rich環境では59.3、Poor環境では44.6となり両環境間で有意 ($P<0.05$) な差が見られた。

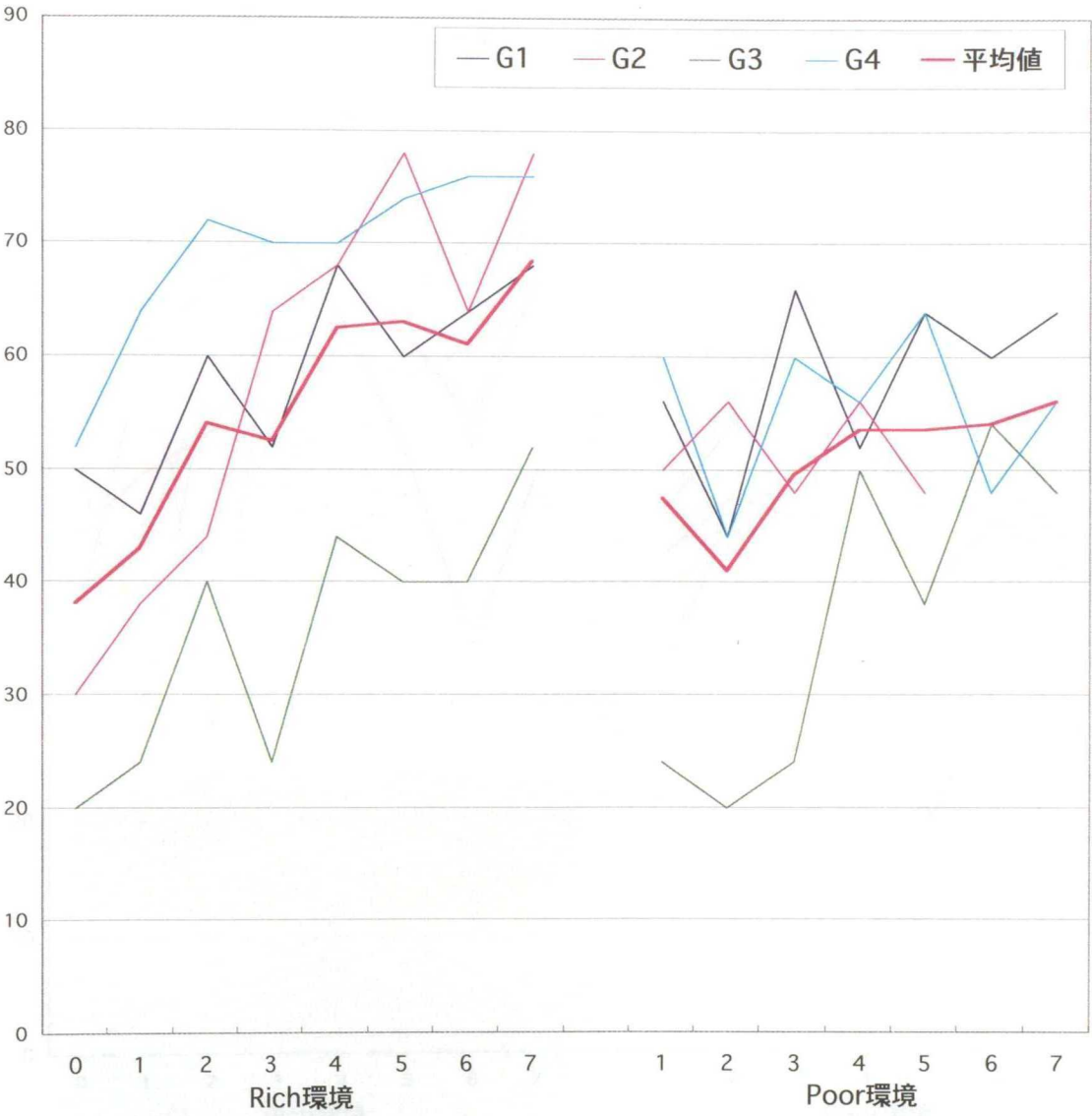


図4-9. 岐阜地鶏における総摂食量の経日的変化

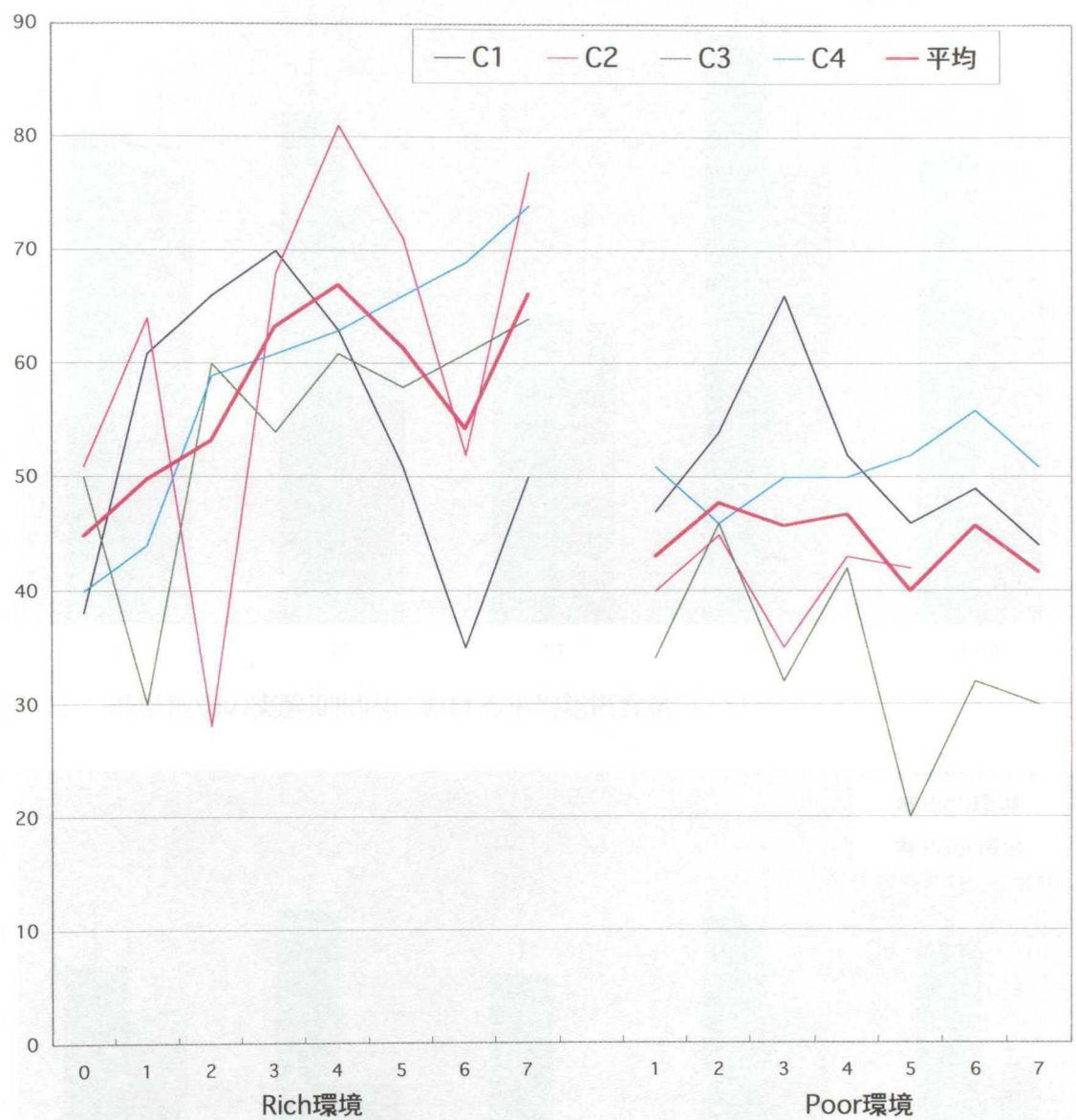


図4-10. コマーシャル鶏における総摂食量の経日的変化

図4-11. コマーシャル鶏の大量飼育時に1羽1日の平均乾草食量

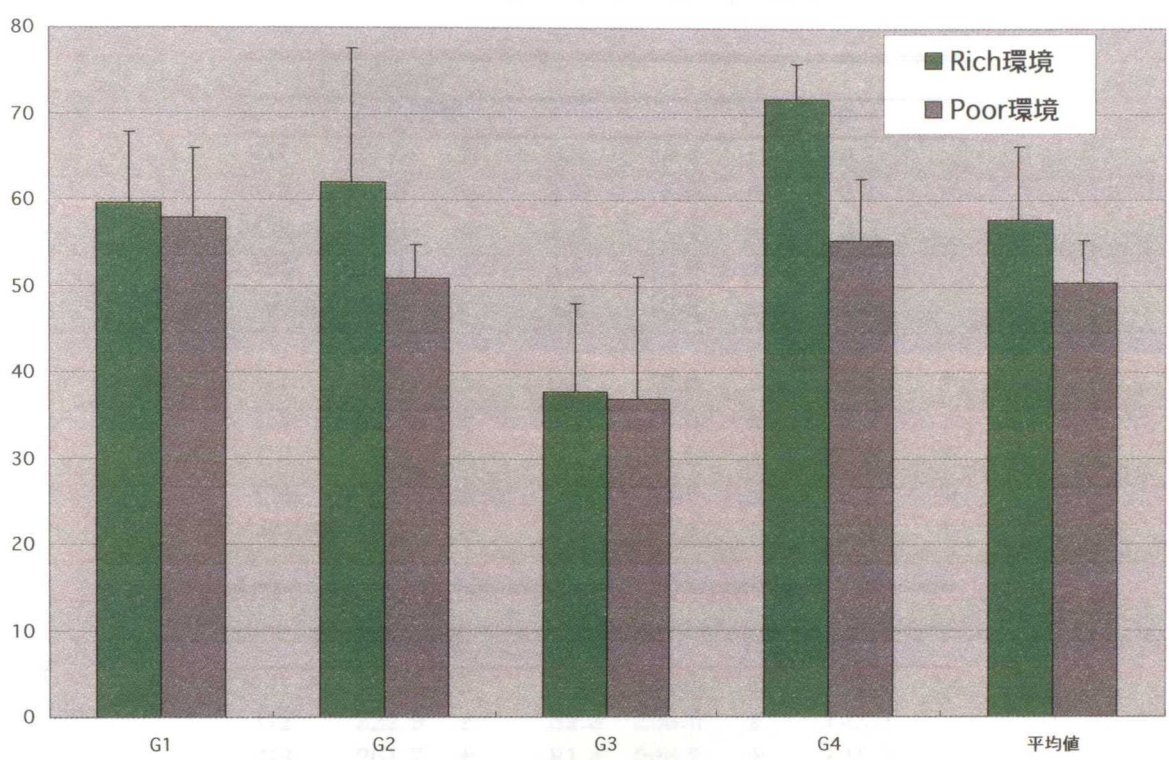


図4-11. 岐阜地鶏の実験期間内における平均総摂食量 (+SD)

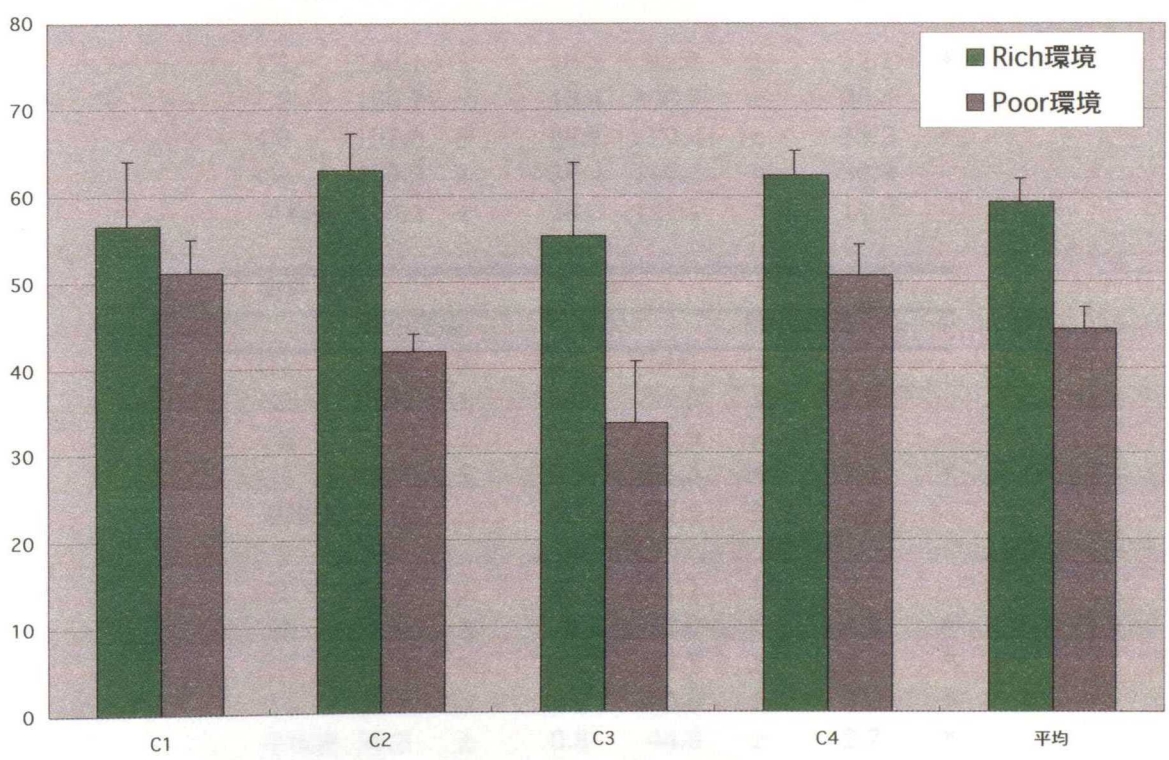


図4-12. コマーシャル鶏の実験期間内における平均総摂食量 (+SD)

表4-4. 各個体ごとのパッチ移動回数、滞在時間と総摂食量

パッチ移動回数						
	Rich環境			Poor環境		
G1	11.0	±	3.4	14.4	±	4.1
G2	6.9	±	1.6	6.5	±	2.1
G3	6.3	±	1.4	7.4	±	3.3
G4	14.1	±	1.8	12.9	±	3.7
平均値	9.6	±	1.2	10.5	±	1.8
C1	12.1	±	0.7	18.6	±	2.1 *
C2	12.4	±	1.1	13.0	±	2.0
C3	7.9	±	2.3	12.9	±	2.0 *
C4	8.0	±	2.6	10.6	±	2.2 +
平均値	10.1	±	0.9	13.8	±	1.1 *
パッチ滞在時間						
	Rich環境			Poor環境		
G1	133.3	±	36.0	111.9	±	28.3
G2	222.9	±	39.3	263.5	±	142.3
G3	261.7	±	81.4	246.7	±	141.5
G4	120.7	±	17.7	139.1	±	35.5
平均値	184.6	±	25.4	186.0	±	41.9
C1	140.1	±	10.3	92.6	±	12.1 *
C2	128.7	±	13.4	126.5	±	26.4
C3	197.6	±	64.2	120.4	±	19.2 *
C4	239.3	±	87.4	169.6	±	30.3
平均値	176.4	±	28.3	127.1	±	14.9
総摂食量						
	Rich環境			Poor環境		
G1	59.7	±	8.2	58.0	±	7.9
G2	62.0	±	15.6	51.0	±	3.9
G3	37.7	±	10.3	36.9	±	14.2
G4	71.7	±	4.2	55.4	±	7.1 *
平均値	57.8	±	8.5	50.4	±	7.9
C1	56.6	±	12.0	51.1	±	7.4
C2	63.0	±	18.1	42.0	±	4.2 *
C3	55.4	±	11.6	33.7	±	8.4 *
C4	62.3	±	9.5	50.9	±	3.0 *
平均値	59.3	±	6.8	44.6	±	2.7 *

*P<0.05, +P<0.10

4. 餌獲得コスト

両環境における各品種の餌獲得コストを図4-13に示した。岐阜地鶏の餌獲得コストは Rich環境において0.17、Poor環境において0.21であった。一方のコマーシャル鶏は、Rich環境では0.18と岐阜地鶏と同じであったが、Poor環境では0.32と高い値を示した。両品種ともに環境間において10%水準で差が見られた。

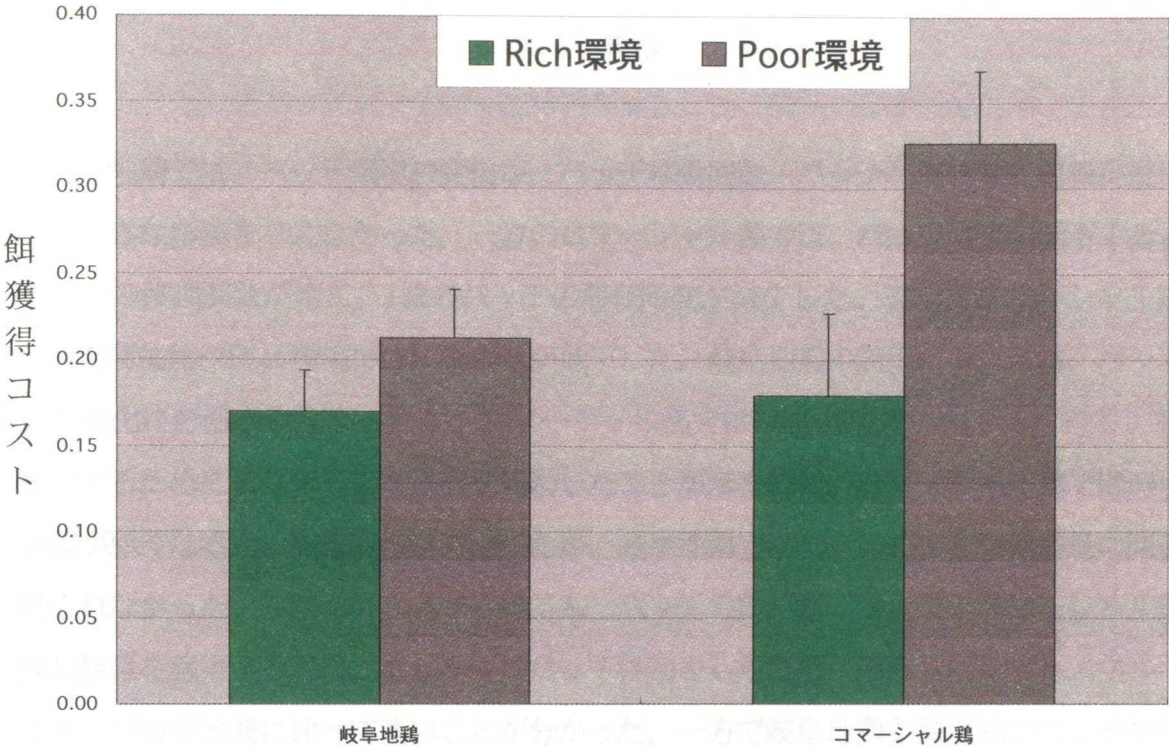


図4-13. 両品種の各環境における餌獲得コスト (+SD)

考察

岐阜地鶏では、パッチ環境の変化が、パッチ移動回数、パッチ利用時間と餌獲得量に対して大きな影響を与えなかった。一方のコマーシャル鶏では、パッチの質が低下すると、パッチの移動回数が増え、1個のパッチの滞在時間が減少した。また、コマーシャル鶏はRich環境に比べPoor環境では餌獲得量が低下した。岐阜地鶏の餌獲得コストは、パッチ環境の変化に影響されなかったが、コマーシャル鶏ではPoor環境での値が高くなり、餌を獲得するためにより多くのパッチを移動したことが示された。コマーシャル鶏ではパッチの質が悪くなると、餌獲得量が減少したが、岐阜地鶏ではパッチの質と餌獲得量に関連は見られなかった。餌獲得コストから見ても、パッチの質が悪い場合は、コマーシャル鶏は同じ餌量を獲得するのに、より多くのパッチ移動をしたため、摂食量に対するエネルギーコストが岐阜地鶏に比べて高いことが分かった。一方で岐阜地鶏が環境間でパッチ移動回数と摂食量に違いがなかったことは、パッチ環境の変化が岐阜地鶏にとってはあまり大きなものではなかったのかもしれない。本調査では、仮説としてCharnov⁶⁹⁾の最適パッチ利用理論を用い、「パッチの質が良い場合に比べ、パッチの質が悪い場合はより早くそのパッチをあきらめ、次のパッチへ移動することがより戦略的である」と考え、Rich環境に比べ、Poor環境では頻繁にパッチ移動することを予測したが、岐阜地鶏の行動は仮説と逆であった。その理由として、RichPatchとPoorPatchが明確に設定できていなかったのかもしれない。本調査では、1個のパッチの餌量は同じにして、非餌物質である小石の量を増やしてPoorPatchを作ったが、PoorPatchにもRichPatchと同じ量の餌があることから、岐阜地鶏は探せば探しただけ餌を得られることを学習した可能性が考えられた。実際、岐阜地鶏は獲得餌量が両環境間でほとんど変化しなかったため、なるべくパッチ移動を行わない方が戦略的な行動となった。したがって、行動本調査の環境では、少ない移動コストによって多くの餌を獲得できたので、Poor環境で餌獲得コストが上昇したコマーシャル鶏に比べて、より戦略的に行動できるとも考えられた。Gustafssonら¹⁰⁾が行ったコマーシャル鶏と赤色野鶏×コマーシャル鶏をのパッチ状の餌場における採食戦略の比較においても、移動コストを高くするとパッチの移動が起きにくくなること、それは赤色野鶏×コマーシャル鶏がコマーシャル鶏より顕著に見られることを報告しており、コマーシャル鶏

は家畜化の過程において、戦略的な行動を若干失っていることが示唆された。

また、両品種ともに、1回の実験時間内に同じパッチに何度も入ることが観察された。鶏は空間認知が可能であることが報告されている⁷⁰⁾が、同じパッチで何度も摂食を行ったことは、前回摂食した餌場を好む、win-stay戦略を採用している可能性も考えられた。ラットのようにいつも同じ場所に餌があることが期待できない動物はwin-shiftが、ハトなどは資源の枯渇が起こりにくい動物はwin-stay戦略が適していると考えられている。鶏の家畜化の影響を、採食戦略を比較することによって調査する場合、本調査で用いた最適パッチ理論を用いるより、win-shift、stay戦略を比較する方法が適しているのかもしれない。

本調査では明確な差は見られなかったが、品種の特徴を採食戦略で知することは、家畜の管理を行う上で有益な手段と考えられるため、適切な戦略モデルの設定や、実験手法の再考を行うことが、今後進めて行くべき課題であると考えられた。

要約

改良の進んでいない岐阜地鶏と、高度に育種されたコマーシャル産卵鶏の、変化する餌場における採食戦略の比較を行った。パッチとして飼槽を周囲に8個とりつけたケージに供試鶏を1羽入れ、1日あたり30分間、パッチ滞在時間、パッチ移動回数と総摂食量を測定した。コマーシャル鶏には、各飼槽に20gの成鶏用飼料と小石300g (Rich Patch)、または500g (Poor Patch) を、岐阜地鶏には、10gの飼料と小石300g (Rich Patch)、または500g (Poor Patch) を入れて、それぞれの条件で7日間ずつ実験を行った。パッチ間の移動に際してエネルギー負荷をかけるために、各パッチごとに止まり木を設置し、鶏は隣のパッチに移動するためには、一度止まり木を降りて、再び登らなければならないようにした。

パッチ移動回数は岐阜地鶏 (G) のG1はRich環境よりPoor環境では有意 ($P<0.05$) に回数が増え、G2、3、4は有意な増加は見られなかった。一方のコマーシャル鶏 (C) はC1、3、4でRich環境の方がPoor環境より移動回数が少なくなり、C1、3は有意 ($P<0.05$) に減少した。1個のパッチをどの程度利用したかを示すパッチ滞在時間は、岐阜地鶏は両環境間で明確な差は見られなかったが、コマーシャル鶏は、C1、3、4についてRich環境がPoor環境での滞在時間より長くなり、C1、3では有意 ($P<0.05$) な差であった。各環境における総採食量は、岐阜地鶏はG4がPoor環境では有意 ($P<0.05$) に減少したが、コマーシャル産卵鶏はC2、3、4の3個体が有意 ($P<0.05$) に減少した。また、パッチ移動回数を、摂食した総餌量で割った値である餌獲得コストは、岐阜地鶏は環境が変化してもほぼ変わらなかったが、コマーシャル鶏はRich環境よりPoor環境が高い値を示し、餌環境が悪化すると採食効率が落ちることが示された。

総合考察

現在の採卵養鶏における鶏の管理法は、改良の進んだコマーシャル鶏について進歩してきた技術であり、地鶏についての飼育法は確立していない。本研究は飼育法が未検討である地鶏の行動特性を調査することによって、地鶏の適切な管理法の確立に役立てることを目的として行った。そこで、岐阜地鶏の行動特性について、ケージ環境、平飼い環境において調査し（第1章、3章）、地鶏の新しい環境への適応仮定について調査した（第2章）。特に摂食行動について差が見られたため、変化する餌環境における採食戦略について調査を行った（第4章）。

ケージ環境、平飼い環境において、岐阜地鶏はコマーシャル鶏と異なる行動パターンを発現することが示された。ケージ環境では、1羽飼いをを行ったため、激しいつつき行動やカニバリズムなどは見られなかったが、常同的な羽繕い行動や、歩行行動などがコマーシャル鶏に比べ多く発現した。本調査の結果や、嶋澤ら²⁸⁾の報告からも、地鶏はケージ飼育には適していないことが示唆された。したがって、JAS規格で平飼いが義務づけられている肉用鶏だけではなく、明確な決まりのない卵用種に関しても、平飼い管理を行うべきであると考えられた。一方、放飼環境下では、岐阜地鶏はコマーシャル鶏に対して、歩行行動の発現に有意な差はなく、羽繕い行動もケージ環境ほどの差は見られなかった。ケージの床をつつく行動は岐阜地鶏、コマーシャル鶏ともにほとんど見られなかったが、放飼環境では両品種ともに、地面つつき行動は高い割合で見られ、特に、岐阜地鶏はコマーシャル鶏に比べて有意に高く、Dawkins⁶²⁾の半自然環境下における赤色野鶏の行動についての報告と同様であった。コマーシャル鶏で報告されているように、鶏はつつきの欲求を持っている⁴⁹⁾と言われているが、本調査で示されたように、岐阜地鶏はコマーシャル鶏以上につつきの欲求が高いと考えられたため、管理法を検討する場合につつきの欲求をいかに満たせるかが重要である。地鶏の肉用雑種は、体重や試料効率などの生産性の観点から、ブロイラーより飼育密度を低くすることが有効であること⁷¹⁾が報告されており、卵用種に関しても飼育密度の変化が行動に与える影響についても調査が必要と考えられた。新規環境に移動した第2章においては、岐阜地鶏は行動が安定するまでに長期間を要し、警戒行動に費やす時間が長くなるなど、コマーシャル鶏に比べて環境からの刺激に対して過

敏に反応することが示された。同様に、個体間距離の経日的変化を見ても、岐阜地鶏はコマーシャル鶏に比べて警戒心が強く、新しい環境に慣れにくいことが示唆された。肉用地鶏の飼育現場では、肉に適度なしまりを持たせるために、育成期の後期に野外放飼場へ移動しても、あまり運動しないことが問題となっているが、第3章で報告したように、環境に慣れてしまえば地鶏はコマーシャル鶏に比べて活動的なので、移動時に恐怖を与えないことや、移動後の環境に新奇な物を置かないなどの方法によって、移動直後から運動量を増加させることが可能かもしれない。また、Schmidら⁷²⁾によれば、日本鶉の管理を行う場合、木陰などのシェルターが必要であることが報告されているが、警戒心が強い地鶏についても有効な手段であると考えられた。一方で、一度順位付けを済ませてしまえば、不必要な闘争行動をとらないなど、群飼育に適している面も示された。なお、本調査では人に対しての警戒などが行動や生産性に及ぼす影響は考慮していなかったが、今後は管理法を検討していくにあたって、調査が必要であると考えられた。第4章において、岐阜地鶏がより少ない移動によって、餌を得る能力を持っていることが示唆された。動物が本来持っている能力を発揮させることによって、異常行動の発現が減ることが知られている³⁹⁾ので、餌を給餌する場合に単調な給餌を行わず、地鶏の持っている採食戦略を発揮させることのできるオペラントフィーダーなどを設置することによって、福祉的な管理が可能かもしれない。

本調査で得られた地鶏の行動特性を考慮すると、地鶏管理を行う場合は、コマーシャル鶏の管理法をそのまま用いるのではなく、平飼い管理を基本にして、つつきの対象物となる床材、外敵から隠れるシェルターやオペラントフィーダーの設置などを検討することが、福祉的にも産業的にも必要であると考えられた。

また、西洋の鶏関連の書籍では、ヨコハマや矮鶏等、外見的に特徴のある日本在来種は記載されているが、地鶏に関してはほとんど知られていない。本研究で用いた岐阜地鶏は赤色野鶏の特徴を残しており、遺伝資源的に非常に価値のある品種である。本調査では岐阜地鶏の管理法について調査する立場から考察したが、コマーシャル鶏の管理法を研究する立場からも、数が減少している赤色野鶏に代わって用いることができると考えられる。

要約

近年、従来のケージ飼育によるコマーシャル鶏の卵だけではなく、付加価値のついた卵の需要が高まっており、日本固有の在来鶏や、在来鶏とコマーシャル鶏の交雑種を用いた地鶏産業が発展しつつある。しかし、産卵鶏の飼育管理技術は、家畜化が進んだコマーシャル鶏についてはマニュアル化が進んできているものの、地鶏などの原種に近いとされる鶏についての管理法は確立していない。そこで本研究は、岐阜地鶏の行動特性をコマーシャル鶏と比較することにより、地鶏の適切な管理法確立の一助とすることを目的とした。

第1章では、岐阜地鶏とコマーシャル鶏各10羽を供試し、 948cm^2 の一般的な産卵鶏用のケージに1羽ずつ収容した。給餌と給水は8:30から9:00の間に行い、自由摂食、飲水とした。タイムラプスビデオによる録画により、各供試鶏の行動を1分間隔の瞬間サンプリング法で記録した。各行動が1日に占める割合については、摂食行動は岐阜地鶏が23.1%、コマーシャル鶏が38.1%と有意 ($P<0.01$) な差が見られた。岐阜地鶏が摂食行動に費やす時間が短いことは、コマーシャル鶏との体格差に原因の一つがあると考えられた。一方、岐阜地鶏は歩行行動に6.1%を費やし、コマーシャル鶏の1.7%と比較して有意 ($P<0.01$) な差があった。羽繕い行動も岐阜地鶏が26.2%と高い割合であり、コマーシャル鶏の14.0%との間に有意 ($P<0.001$) な差がみられた。羽繕い行動は個体維持行動の一つであるが、常同的な羽繕い行動である可能性も考えられ、狭いケージ内を往復する常同的な歩行行動の割合が高いことを考慮すると、岐阜地鶏がケージ飼育に適していないことが考えられた。また、真空行動である砂浴びはコマーシャル鶏では0.2%見られたが、岐阜地鶏では全く発現せず、両者の間に有意 ($P<0.05$) な差が認められた。伏臥はコマーシャル鶏が9.6%、岐阜地鶏は3.7%となり、その差は有意 ($P<0.05$) であった。岐阜地鶏の摂食行動は給餌直後の9時に高い値を示し、摂食行動の経時的変化には両鶏間で有意 ($P<0.05$) な差が見られた。また、飲水行動、歩行行動、羽繕い行動、佇立行動、伏臥、闘争行動の経時的変化にも両者の間に有意 (それぞれ $P<0.01$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ 、 $P<0.01$ 、 $P<0.01$ 、 $P<0.01$) な差が見られた。岐阜地鶏は給餌刺激に反応して、給餌後に摂食行動の割合が高くなった。コマーシャル鶏では、これまでの研究でもこのような現象は認められておら

ず、給餌刺激に反応することは岐阜地鶏の特徴であると考えられた。本研究によって、ケージ環境における岐阜地鶏の行動は、一般的なコマーシャル鶏の行動特性と異なることが示された。

第2章では、ケージ飼育（2羽/ケージ）されていた各10羽のコマーシャル鶏と岐阜地鶏を、それぞれ9.4×4.7mの野外放飼場に移動し、行動観察を行った。観察は導入直後から1、2、3、8、15、22、29日目に行い、6:00から16:00まで、1分間隔の走査サンプリング法を用いて行動の記録を行った。同時に、1時間ごとに総個体間距離を記録した。また、放飼直後3時間の闘争行動については行動サンプリングを行った。コマーシャル鶏は、設置した給餌器からの摂食行動は、1日目から10%を越えたが、岐阜地鶏は最初の3日間はほとんど飼料を摂取せず、15日目によりやく明確に観察されるようになった。一方、岐阜地鶏は地面つつき行動に、移動後1日目から25%の時間を費やし、徐々に減少した。岐阜地鶏が移動後3日間、ほとんど配合飼料の摂食を行わなかったことは、飼育環境および給餌器に対する警戒反応であったと考えられた。岐阜地鶏の羽繕い行動は、経日的に増加したが、コマーシャル鶏においては8日目以降、ほぼ一定の割合であった。岐阜地鶏の1、2、3日目は佇立行動に費やす時間が最も長くなり、それ以降は徐々に減少した。岐阜地鶏の羽繕い行動が経日的に増加したこと、佇立行動が減少したことは、新奇環境が安全であることを学習した結果であると考えられた。また、岐阜地鶏は移動直後に闘争行動が集中し、それ以後はほとんど見られなかったが、コマーシャル鶏は移動の3時間後が最大になり、また、3日目においても闘争行動が見られた。闘争行動のピークが両鶏間で異なったことは、岐阜地鶏にとって順位付けを行うことの重要性を示している。総個体間距離は岐阜地鶏がコマーシャル鶏より短くなった。岐阜地鶏がコマーシャル鶏に比べて総個体間距離が短くなり、経日的にその距離が長くなったことは、岐阜地鶏が移動後数日間は外敵からの攻撃などに対する防御行動をとり、その後、徐々に飼育環境が安全なものであると認識したためと考えられた。岐阜地鶏はコマーシャル鶏よりも新奇な環境に対する警戒心が強いことが示された結果から、飼育環境を変化させる場合は慣れた給餌器を配置するなど、新奇性を軽減する必要があると考えられた。

第3章では、第2章で用いた鶏群に対し野外放飼場へ移動1年後に観察を行い、両鶏の平飼環境における行動を比較した。6:00から16:00まで、1分間隔の走査サンプリング法を用いて行動観察を行った。配合飼料に対する摂食行動と飲水行動は、それぞれ岐阜地鶏が

平均17.0%、0.9%となり、コマーシャル鶏の36.0%、2.6%に対して有意 ($P<0.05$ 、 $P<0.05$) な差が見られた。また、嘴で地面をつつく行動は、岐阜地鶏が27.2%であったが、餌箱からの摂食行動とは逆に、コマーシャル鶏の17.4%に対して有意 ($P<0.05$) に高くなった。羽繕い行動はコマーシャル鶏は16.5%であったのに対し、岐阜地鶏が20.6%と有意 ($P<0.05$) に高くなった。岐阜地鶏は砂浴びに1.2%を費やしたが、コマーシャル鶏は2.2%であり有意 ($P<0.05$) な差が認められた。伏臥姿勢は岐阜地鶏の1.3%に対して、コマーシャル鶏は6.7%と高い値を示し、その差は有意 ($P<0.05$) であった。他個体に対する羽毛つつき行動は、岐阜地鶏0.05%とコマーシャル鶏0.16%であり、有意 ($P<0.05$) な差が見られた。岐阜地鶏はコマーシャル鶏に比べて地面つつきに費やす時間が長く、また伏臥時間が短く警戒に長時間を費やしていたことから、岐阜地鶏は原種である赤色野鶏に近い特性を持っていることが示され、コマーシャル鶏は家畜化に伴い野鶏の特性が減少していることが考えられた。

第4章で、岐阜地鶏とコマーシャル鶏を4羽ずつ供試し、パッチ状の餌場における採食戦略の比較を行った。パッチとして飼槽を周囲に8個とりつけたケージに供試鶏を1羽入れ、1日あたり30分間、パッチ滞在時間、パッチ移動回数と総摂食量を測定した。コマーシャル鶏 (C1、C2、C3、C4) には、各飼槽に20gの成鶏用飼料と小石300g (Rich Patch)、または500g (Poor Patch) を、岐阜地鶏 (G1、G2、G3、G4) には、10gの飼料と小石300g (Rich Patch)、または500g (Poor Patch) を入れて、それぞれの条件で7日間ずつ実験を行った。パッチ間の移動に際してエネルギー負荷をかけるために、各パッチごとに止まり木を設置し、鶏は隣のパッチに移動するためには、一度止まり木を降りて、再び登らなければならないようにした。パッチ移動回数について、岐阜地鶏は全ての個体について両環境間で有意な差は見られなかった。一方、コマーシャル鶏ではC1、C3、C4でRich環境の方がPoor環境より移動回数が少なくなり、C1、C3は有意 ($P<0.05$) に減少した。パッチ滞在時間についても、岐阜地鶏は両環境間で明確な差は見られなかったが、コマーシャル鶏は、C1、C3、C4についてRich環境においてPoor環境での滞在時間より長くなり、C1、C3では、両環境間で有意 ($P<0.05$) な差が認められた。各環境における総採食量は、岐阜地鶏はG4がPoor環境では有意 ($P<0.05$) に減少し、コマーシャル鶏はC2、C3、C4の3個体がPoor環境で有意 ($P<0.05$) に減少した。また、パッチ移動回数を、総摂食量で割った値である餌獲得コストは、岐阜地鶏は環境の違いによる大きな変化は見ら

れなかったが、コマーシャル鶏はRich環境よりPoor環境において高い値を示し、餌環境が悪化すると採食効率が落ちることが示された。

本研究の結果から、岐阜地鶏は、ケージ環境、野外放飼環境のいずれにおいてもコマーシャル鶏と行動特性が異なることが示され、新奇な環境への適応過程も異なることが明らかとなった。また、コマーシャル鶏に比べてより最適な戦略を保持していることが示唆された。したがって、岐阜地鶏の管理は飼育密度が低く、刺激の多い放飼環境で行うことが適しており、また、新奇な環境へ移動する場合は既知な給餌器を同時に移動するなどの配慮が必要ではないかと考えられた。

謝辞

本研究の実施に際し、岐阜地鶏の提供および管理法の助言を賜りました、岐阜養鶏試験場の傍島英雄氏に感謝の意を表します。また、野外放飼場を提供してくださり、3年間にわたって供試鶏の飼育をしてくださいました、伊藤秀世、伊藤美沙子の両氏と番犬リッキーに心から厚くお礼申し上げます。

本実験を遂行するにあたって、終始御指導を下された、麻布大学大学院獣医学研究科動物行動管理学研究室の田中智夫教授、植竹勝治講師に心から感謝の意を表します。

また、論文作成にあたり、同大学院比較毒性学研究室の政岡俊夫教授、食品科学研究室の坂田亮一教授には大変お世話になり、ここに感謝の意を表します。

実験に際し、協力をいただいた本研究室の学生諸氏に対し感謝いたします。

文献

1. West, B. and B-X Zhou, Did chickens go north? New evidence for domestication. *J. Archaeo. Sci.*, 15: 515-533. 1988.
2. Okada, I., Y. Yamamoto, T. Hashicuchi and S. Ito, Phylogenetic studies on the Japanese breeds of chickens. *Jpn. Poult. Sci.*, 21(6): 318-329. 1984.
3. Appleby, M. C., B. O. Hughes and H. A. Elson, Poultry production systems -behaviour, management and welfare. CAB International. UK. 1992.
4. ブルーム, D.M. 編, 正田陽一監修, 動物大百科-家畜-. 107-123. 平凡社. 東京. 1987.
5. 黒田長久・山田健児監修, 天然記念物日本の鶏. 初版. 20-28. 教育社. 東京. 1987.
6. 田先威和夫・山田行雄・森田琢磨・田中克英編著, 新編養鶏ハンドブック. 第4版. 2-3. 養賢堂. 1992. 東京.
7. Roberts, V. ed., British Poultry Standards. 5th ed. Blachkwell Science. UK. 1997.
8. Blokhuis, H. J., Rest in poultry. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 12: 289-303. 1984.
9. Keeling, L. J. and I. J. H. Duncan, Social spacing in domestic fowl under semi natural condition : the effect of behavioural activity and activity transitions. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 32: 205-217. 1991.
10. Gustafsson, M., E. Nordin and P. Jensen, Foraging behaviour in domestic fowl and crossings between domestic and jungle fowl. *Proc. 33rd Int. Cong. ISAE*, 163. 1999.
11. 吉本 正監修, 畜産. 初版. 143-145. 全国農業改良普及協会. 東京. 1996.
12. 山口健児, ものとなりの文化史49 鶏 (にわとり). 法政大学出版局. 初版. 80-83. 東京. 1983.

13. 三井高遂監修, 日本鶏大鑑. 初版. 948. ペットライフ社. 東京. 1979.
14. Nishida, T., Y. Hayashi, T. Fujioka and I. Tsugiyama, Osteometrical studies on the phylogenetic relationships of Japanese native fowls. *Jpn. J. Vet. Sci.*, 47: 25-37. 1985.
15. 林 良博, 鶏アニマ. 19-25. 平凡社. 東京. 1980.
16. 加藤陸奥雄編集, 日本の天然記念物1-動物 I -. 154-159. 講談社. 東京. 1984.
17. Nishida, T., Y. Hayashi and T. Hashiguchi, Somatometrical studies on the morphological relationships of Japanese native fowls. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 56: 645-657. 1985.
18. 田名部雄一・飯田 隆・吉野比呂美, 日本鶏の蛋白質多型による品種の相互関係と系統に関する研究. *日本家禽学会誌*. 28: 266-277. 1991.
19. 金子国雄・岡野香・藤原昇, 岐阜地鶏の成長について. *家禽学会誌*, 34: 195-199. 1997.
20. 金子国雄・岡野香・藤原昇, 岐阜地鶏の産卵能力について, *家禽学会誌*, 34: 200-204. 1997.
21. Kuwayama, T., T. Kono, H. Itoh and K. Ichinoe, Pattern of nesting behaviour and changes in the plasma concentrations of sex steroid hormones in Gifujidori Hens during the period between hatching their incubated eggs and the onset of laying. *Jpn. Poult. Sci.*, 25: 128-135. 1988.
22. Kuwayama, T., K. Namba and K. Ichinoe, Effect of pregnant mare serum gonadotropin on incubating and brooding behavior, ovarian and oviduct weight, and plasma concentration of estradiol-17 β and progesterone in broody Gifujidori hens. *Jpn. Poult. Sci.*, 31: 103-108. 1994.
23. 自然卵養鶏の手引き, 自然と農業, 1(1): 11-18. 1996.
24. 中島 正, 自然卵養鶏法. 初版. 9-24. 農山漁村文化協会. 東京. 1980.

25. 目加田博行, 総説: 鶏卵鶏肉における高品質化・差別化戦略. 東海畜産学会報. 5: 1-12. 1994.
26. 地鶏生産拡大傾向の中での取り組み. 鶏の研究, 74: 8.44-45. 1999.
27. 太田耕造・志津野史子・早川 博・目加田博行・生田徳雄, 地域特産鶏 (美濃地鶏) の飼養管理技術の確立 (第一報) : 肉質向上に必要な飼育期間の検討. 岐阜県養鶏試験場研究報告. 39:27-33.1992.
28. 嶋澤光一・荒木 勉, 飼育形態が特産肉用鶏の肉色と筋繊維特性に及ぼす影響, 家禽会誌. 36: 371-376, 1999.
29. Appleby, M. C. and B. O. Hughes, Welfare of laying hens in cages and alternative systems : environmental, physical and behavioural aspect. Worl. Poult. Sci., 47: 109-128. 1991.
30. Tanaka, T. and J. F. Hurnik, Comparison of behavior and performance of laying hens housed in battery cages and an aviary. Poult. Sci., 71: 235-243. 1992.
31. Taylor, A. A. and J. F. Hurnik, The effect of long - term housing in an aviary and battery cages on the physical condition of laying hens: body weight, feather condition, claw length, floor lesions, and tibia strength. Poult. Sci., 73: 268-273. 1994.
32. Hansen, I., B. O. Braasted, J. Storbraten and M. Tofastrud, Differences in fearfulness indicated by tonic immobility between laying hens in aviaries and in cages. Anim. Welfare, 2: 105-112. 1993.
33. Barnett, J. L. and E. A. Newman, Review of welfare research in the laying hen and the research and management implications for the Australian egg industry. Aust. J. Agric. Res., 48: 385-402. 1997.
34. Tauson, R., Effects of a perch in conventional cages for laying hens. Acta. Agric. Scand., 34: 193-209. 1984.

35. Duncan, E. T., M. C. Appleby and B. O. Hughes, Effect of perches in laying cages on welfare and production of hens. *Br. Poult. Sci.*, 33: 25-35. 1992.
36. Tanaka, T., T. Ozaki, T. Watanabe, H. Tanida and T. Yoshimoto, Effect of perches on behavior and performance of caged hens. *Jpn. Poult. Sci.*, 30: 183-189. 1993.
37. Sherwin, C. M. and C. J. Nicol, Behaviour and production of laying hens in three prototypes of cages incorporating nest. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 35: 41-54. 1992.
38. Ito, S., T. Tanaka and T. Yoshimoto, An enrichment feeder for caged laying hens. *Proc. 31rd Int. Cong. ISAE*, 166. 1997.
39. Sherwin, C. M., Environmental enrichment for laying hens-spherical objects in the feed trough. *Anim. Welfare*, 4: 41-51. 1995.
40. Appleby, M. C. and B. O. Hughes, The Edinburgh Modified Cage for laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 36: 707-718. 1995.
41. 佐藤衆介・岡本直木, 家畜福祉に関する意識調査. *家畜管理会誌*, 32 (2): 14-52. 1996.
42. Nicol, C. J., Effect of cage height and area on the behavior of hens housed in battery cages. *Br. Poult. Sci.*, 28: 327-335. 1987.
43. Lehner, P. N., *Handbook of Ethological Methods*, 2nd ed., 205. Cambridge University Press. U. K. 1996.
44. Webster, A. B. and J. F. Hurnik, An ethogram of white leghorn-type hens in battery cages. *Can. J. Anim. Sci.*, 70: 751-760. 1990.
45. 佐藤衆介・近藤誠司・田中智夫・楠瀬 良編著, 家畜行動図説. 初版. 1-97. 朝倉書店. 東京. 1995.
46. 竹内啓監修, SASによる実験データの解析. 東京大学出版. 第5版. 1997. 東京.

47. 佐藤敏彦・小西宏明, Macintosh for Expert StatView 4.0. 初版. 134-153. BNN出版. 東京. 1994.
48. 農林水産省農林水産技術会議事務局編, 日本飼料標準・家禽. 中央畜産会. 1997年度版. 東京.
49. 田中智夫・吉本 正・三村 耕, 給餌時間の制限に伴う産卵鶏の摂食行動の変化について. 日畜会報. 54(12):798-804. 1983.
50. Savory, C. J., E. Seawright and A. Watson, Stereotyped behavior in broiler breeders in relation to husbandry and opiod receptor blockade. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 32: 349-360. 1992.
51. Tanaka, T. and T. Yoshimoto, Effect of feeding frequency on the feeding behavior of laying hens. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 57: 925-930. 1986.
52. Barnett, J. L., P. H. Hemsworth, D. P. Hennessy, T. H. McCallum and E. A. Newman, The effect of modifying the amount of human contact on behavioural, Physiological and production responses of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 41: 87-100. 1994.
53. O'keefe, T. R., H. B. Graves and H. S. Siegel, Social organization in caged layers : The peck order revisited. *Poult. Sci.*, 67: 1008-1014. 1988.
54. Grigor, P. N., B. O. Hughes and M. C. Appleby, Emergence and dispersal behaviour in domestic hens : effects of social rank and novelty of an outdoor area. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 45: 97-108. 1995.
55. ブライト, M., (丸 武志訳) , 鳥の生活. 初版. 87-93. 平凡社. 東京. 1997.
56. 伊藤秀一, 鶏の採食習性に基づく福祉的給餌法の検討, 麻布大学大学院修士論文. 4-20. 1997.
57. Duncan, I. J. H., C. J. Savory and D. G. M. Wood-Gush, Observations on the reproductive

gehiour of domestic fowl in the wild. *Appl. Anim. Ethol.*, 4: 29-42. 1978.

58. Savory, C. J., D. G. M. Wood-Gush and I. J. H. Duncan, Feeding behaviour in a population of domestic fowls in the wild. *Appl. Anim. Ethol.*, 4: 13-27. 1978.
59. Hughes, B. O., N. L. Carmichael, A. W. Walker and P. N. Grigor, Low incidence of aggression in large flocks of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 54: 215-234. 1997.
60. Nicol, C. J., N. G. Grotory, T. G. Knowles, I. D. Parkman and L. J. Wilkins, Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size on feather pecking and aggression in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 65: 137-152. 1999.
61. Kjaer, J. B., Diurnal rhythm of feather pecking behaviour and condition integument in four strains of loose housed laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 65: 331-347. 2000.
62. Dawkins, M. S., Time budgets in Red Jungle fowl as a baseline for the assessment of welfare in domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 24: 77-80. 1989.
63. クレブス, J. R. ・ N. B. デイビス, (山岸 哲・巖佐 庸共訳), 進化から見た行動生態学, 原書第3版. 69-96. 蒼樹書房. 東京. 1991.
64. 粕谷英一, 行動生態学入門. 初版. 104-120. 東海大学出版会. 東京. 1990.
65. 酒井聡樹・高田壮則・近 雅博, 生き物の進化ゲーム. 初版. 13-23. 共立出版. 東京. 1999.
66. 巖佐 庸, 数理生物学入門. 初版. 144-155. HBJ出版局. 東京. 1990.
67. Gustafsson, M., P. Jensen, F. H. Jonge and T. Schuurman, Domestication effects on foraging strategies in pigs (*Sus scrofa*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 62: 305-317. 1999.
68. Hosoi, E., L. R. Rittenhouse, D. M. Swift and R. W. Richards, Foraging strategies of cattle in a Y-maze: influence of food availability. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 43: 37-45. 1995.

69. Charnov, E. L., Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theo. Popul. Biol.*, 9: 129-136. 1976.
70. Villortigara, G., M. Zanforlin and G. Pasti, Geometric modules in animals' spatial representations: A test with chicks (*Gallus gallus domesticus*). *Comp. Psy.*, 104: 248-254. 1990.
71. 渡辺 理・藤中邦則・内山健太郎, 開放鶏舎平飼いにおける飼育密度が「ひょうご味どり」の生産性に及ぼす影響. *兵庫農技研報*. 30 : 29-32. 1994.
72. Schmid, Imelda and B. Wechsler, Behaviour of Japanese quail (*Coturnix japonica*) kept in semi-natural aviaries. *Appli. Anim. Behav. Sci.*, 55: 103-112. 1997.