

鹿児島大学農学部

農場研究報告

第39号

Bulletin of the Experimental Farm
Faculty of Agriculture, Kagoshima University
No. 39

鹿児島大学農学部附属農場
平成30年3月

Experimental Farm, Faculty of Agriculture
Kagoshima University, March 2018

鹿児島大学農学部農場研究報告

編集委員長

山 本 雅 史

編集委員

下田代 智 英

大久津 昌 治

赤 木 功

遠 城 道 雄

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、
著作権者である本誌編集委員会の許諾を
受けて下さい。

目 次

原著論文

- 鹿児島大学農学部附属農場で栽培されたオクラ11品種の果実中カドミウム濃度 赤木 功・原田竜海・鶴木直也 1

イノシシはオオカミ尿を忌避するのか？

-高山耕二・原 裕・石井大介・柳田大輝・富永 輝・飯盛 葵・
松元里志・片平清美・大島一郎・赤井克己・中西良孝 7

ガチョウ雛の水順応性および耐寒性

-高山耕二・本田祥嵩・大島一郎・中西良孝 11

付 錄

- 農場研究報告投稿規程および原稿作成要領 15

Contents

Original Articles

Cadmium Concentration in the Fruits of Eleven Okura Varieties Cultivated at the Experimental Farm,
Faculty of Agriculture, Kagoshima University. Isao Akagi, Tatsu-umi Harada and Naoya Chishaki 1

Does Wild Boar Avoid Wolf Urine ?
..... Koji Takayama, Hiroshi Hara, Daisuke Ishii, Daiki Yanagita, Akira Tominaga, Aoi Isakari,
Satoshi Matsumoto, Kiyomi Katahira, Ichiro Oshima, Katsumi Akai and Yoshitaka Nakanishi 7

Adaptation to Water and Cold Tolerance of Goslings
..... Koji Takayama, Yoshitaka Honda, Ichiro Oshima and Yoshitaka Nakanishi 11

Appendices

Preparation of Manuscripts 15

鹿児島大学農学部附属農場で栽培されたオクラ11品種の果実中カドミウム濃度

赤木 功*・原田竜海・橋木直也

鹿児島大学農学部植物栄養・肥料学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

Cadmium Concentration in the Fruits of Eleven Okura Varieties Cultivated at the Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University.

Isao Akagi*, Tatsu-umi Harada and Naoya Chishaki

Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizer, Faculty of Agriculture, Kagoshima University,
Korimoto, Kagoshima 890-0065

Summary

We cultivated eleven okura varieties at the experimental farm, faculty of agriculture, Kagoshima university, and analyzed cadmium concentration in the fruits of okura harvested there. The cadmium concentration ranged from 0.0218 to 0.0482 mg kg⁻¹FW. The concentration levels below the Codex guideline of 0.05 mg kg⁻¹. A significant difference in the cadmium concentrations among the okura varieties was recognized. There was 1.4 times difference between the concentration of highest variety, 'Youkihi', and the concentration of the lowest variety, 'Green Star'. Additionally, the cadmium concentration fluctuated with harvest date. There was not a significant correlation between cadmium concentration and each essential micro-elements, manganese, copper, zinc and molybdenum, concentration in okura fruits.

Key Words: Cadmium concentration, Codex guideline, Okura (*Abelmoschus esculentus*)

キーワード：Codex基準, カドミウム濃度, オクラ (*Abelmoschus esculentus*)

緒 言

カドミウムは食品を介して経口的に摂取される重金属の一つである。日本人のカドミウム摂取量は非汚染地域の住民であっても諸外国と比較して多いことが指摘されており（浅見ら, 1986; 浅見, 1998），例えば、ベルギー、フィンランド、スウェーデンおよびイギリスにおける食事由来のカドミウム一日摂取量は20 µg day⁻¹以下であるのに対し、日本では31~59 µg day⁻¹（非汚染地域）、136~245 µg day⁻¹（汚染地域）に達することが示されている（IPCS/WHO, 1992）。カドミウムはヒトに対して強い毒性を示し、標的器官である腎臓において尿細管機能障害を引き起こすことが広く知られている。特に、体内に吸収されたカドミウムの排出速度は遅いことから、低濃度であっても一定量以上を長期にわたって摂取することによって健康被害を生じる可能性が懸念されている。このような、食事由来のカドミウム摂取量を抑制するためには、農産物に含まれるカドミウムに対して注意を払う必要がある。

食品に含まれるカドミウムについては、近年、WHO/FAO合同食品規格委員会（Codex Alimentarius Commission :

以下、コーデックス委員会）において国際基準値の設定が検討され、2005年7月の第28回の総会において野菜類の国際基準値案が最終採択された。すなわち、カドミウムの基準（新鮮重当たり）として、葉菜類が0.2 mg kg⁻¹、塊根塊茎類、茎葉類およびマメ科野菜類が0.1 mg kg⁻¹、その他の野菜（アブラナ科野菜、鱗茎類、ウリ科果菜、トマトを除くその他果菜類）が0.05 mg kg⁻¹とそれぞれ定められた。しかしながら、農林水産省が平成9~14年（1997~2002年）に実施した実態調査によれば、ホウレンソウ、サトイモ、ゴボウ、ニンジン、ネギ、タマネギ、ナス、オクラなどの野菜は調査検体の1%以上がこの基準値を超過していることが示されている（農林水産省、2002）。特に、オクラは165検体のうち22.4%にあたる37検体がこの基準値（0.05 mg kg⁻¹）を超過していたことが報告されている。鹿児島県は国内第一位の出荷量を誇るオクラの産地であり、オクラの安全性を検証し、それを消費者に提示するためにも、当地域で収穫されるオクラのカドミウム濃度の実態把握が必要であるが、現時点では十分な調査は行われていない。本研究では、オクラ果実のカドミウム濃度に関するデータの集積を図るために、鹿児島大学農学部附属農場においてオクラ11品種を栽培し、2011年7月上旬から9月中旬にかけて収穫された果実のカドミウム濃度について調査を行った。

2017年10月23日 受付日

2017年12月7日 受理日

*Corresponding author. E-mail: akagi046@chem.agri.kagoshima-u.ac.jp

材料および方法

国内で入手可能なオクラ11品種、アーリーファイブ(多角形、濃緑色)、エメラルド(丸形、淡緑色)、グリーンスター(多角形、濃緑色)、グリーンソード(多角形、濃緑色)、島の唄(丸形、淡緑色)、ピークファイブ(多角形、濃緑色)、まるみちゃん(丸形、淡緑色)、みどり丸の助(丸形、淡緑色)、レッドサン(多角形、紫色)、レッドソード(多角形、紫色)および楊貴妃(多角形、白色)を試験に供した(括弧内は果実横断面形状および果実色を示す)。なお、鹿児島県内で広く栽培されている品種として、ブルースカイおよびブルースカイZがあるが、栽培開始時までにこれらの種子を入手することができなかったことから本研究では供試していない。栽培は2011年に鹿児島大学農学部附属農場の露地圃場で実施した。圃場の土壤は灰色低地土で、栽培前の土壤pH(ガラス電極法)は5.9、電気伝導率(1:5水抽出法)は0.140 dS m⁻¹であった。また、土壤中のカドミウム濃度(0.1 mol L⁻¹塩酸抽出法)は0.108 mg kg⁻¹であり、カドミウムの汚染レベルは低いと判断されるものであった。5月9日にポリポットで育苗した本葉3葉期の苗を畝間200 cm、株間50 cm、条間40 cm(2条)、1株3本立ての栽植密度で定植した。各供試品種の栽植株数は12株(36本)とし、6株ずつをそれぞれランダムに圃場へ配置した。施肥はN-P₂O₅-K₂Oの成分を、基肥として8-10-6 g m⁻²、追肥として8-4-8-6.4 g m⁻²を施用した。その他病害虫防除等の栽培管理は慣行に従い適宜行った。オクラの生育はいずれの品種も栽培期間を通してほぼ順調に経過した。

分析に供する果実は2011年7月7日、7月15日、7月29日、8月11日、8月19日、8月26日および9月15日に収穫した。収穫された果実の中から無作為に5~10個を採取し分析試料とした。果実は流水ですばやく洗い、蒸留水ですすいだ後、通風乾燥させた。これを振動式粉碎機で粉碎し、微粉末としたものを分析に供した。

カドミウム、亜鉛、マンガン、銅およびモリブデンの

測定は、湿式分解-誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS法)で行った。湿式分解は上記の微粉末試料0.5 gに硝酸(有害金属分析用、和光純薬工業製)5 mLを加え、マイクロ波加熱分解装置(ETHOS D、マイルストーンゼネラル社製)を用いて分解した。この分解液を、必要に応じて適宜希釈し、内部標準物質としてインジウムを最終濃度10 µg L⁻¹となるように添加した後、ICP-MS装置(ELAN DRC、パーキンエルマー社製)を用いて、質量数55(マンガン)、63(銅)、66(亜鉛)、95(モリブデン)、111(カドミウム)および115(インジウム)の強度を測定し、それぞれの元素の濃度を求めた。本法に従って、白米粉末の認証標準物質(NMIIJ CRM7501-a)のカドミウム濃度を測定した結果、0.0509 mg kg⁻¹の値が得られた(認証値: 0.0517 mg kg⁻¹)。なお、マンガン、銅、亜鉛およびモリブデンについては、2011年7月15日、8月19日および9月15日の3回分の試料のみを測定した。

結果および考察

供試したオクラの果実中カドミウム濃度は、新鮮重当たり0.0218~0.0482(中央値: 0.0319) mg kg⁻¹(以下、mg kg⁻¹ FW)の範囲にあった(第1表)。果実の重量および水分含有率と果実中カドミウム濃度との間には明らかな相関関係は認められなかった(データ省略)。

国内で生産されたオクラの果実中カドミウム濃度については農林水産省によって実態調査が実施されている。平成9~14年(1997~2002年)に行われた調査によれば、オクラ果実165点のカドミウム濃度は0.01 mg kg⁻¹ FW未満(定量限界)~0.22 mg kg⁻¹ FWの範囲にあり、最頻値は0.02~0.03 mg kg⁻¹ FWの範囲にあったことが報告されている(農林水産省、2002)。また、平成21~22年(2009~2010年)に行われた調査によれば、オクラ果実239点のカドミウム濃度は0.01 mg kg⁻¹ FW(定量限界)未満~0.11 mg kg⁻¹ FWの範囲にあり、中央値は0.03 mg kg⁻¹ FWであったことが報告されている(農林水産省、2016)。

第1表 オクラ果実中のカドミウム濃度(新鮮重当たり)

品種	Cd (mg kg ⁻¹)							各品種の中央値
	7/7	7/15	7/29	8/11	8/19	8/26	9/15	
アーリーファイブ	0.0313	0.0350	0.0394	0.0305	0.0300	0.0442	0.0423	0.0350
エメラルド	0.0305	0.0319	0.0318	0.0297	0.0291	0.0472	0.0482	0.0318
グリーンスター	0.0357	0.0396	0.0310	0.0269	0.0218	0.0273	0.0229	0.0273
グリーンソード	0.0332	0.0290	0.0347	0.0270	0.0319	0.0470	0.0412	0.0332
島の唄	0.0283	0.0308	0.0315	0.0309	0.0249	0.0339	0.0309	0.0309
ピークファイブ	0.0310	0.0360	0.0376	0.0244	0.0251	0.0347	0.0281	0.0310
まるみちゃん	0.0305	0.0348	0.0396	0.0363	0.0364	0.0435	0.0365	0.0364
みどり丸の助	0.0285	0.0370	0.0452	0.0325	0.0298	0.0440	0.0318	0.0325
レッドサン	0.0307	0.0382	0.0310	0.0236	0.0232	0.0372	0.0311	0.0310
レッドソード	0.0286	0.0319	0.0384	0.0228	0.0224	0.0327	0.0296	0.0296
楊貴妃	0.0363	0.0472	0.0407	0.0369	0.0404	0.0424	0.0335	0.0404
各収穫日の中央値	0.0307	0.0350	0.0376	0.0297	0.0291	0.0424	0.0318	

今回、私たちが実施した調査で得られた濃度は、これら全国実態調査の結果の範囲内にあった。

コーデックス委員会は、オクラを含む「その他野菜(鱗茎類、アブラナ科野菜、ウリ科果菜、トマトを除くその他果菜)」について 0.05 mg kg^{-1} FWとする食品(農産物)中カドミウムの国際基準を設定し、農産物に由来するカドミウムの摂取量低減を勧告している。今回の調査結果によれば、7月上旬から9月中旬にかけてのすべての収穫日において、いずれの品種も 0.05 mg kg^{-1} FWを下回っており、このコーデックス基準をクリアするものであった。このことは、本学附属農場の実験圃場で生産されるオクラはカドミウム汚染に関して概ね安全性が保たれていることを示している。ただし、基準値を上回らなかつたもののこれに近い値を示した試料、例えば 0.045 mg kg^{-1} FWを上回る試料も5点ほど確認された。このことは、本学附属農場よりもカドミウム汚染レベルの高い圃場では、コーデックス基準値を上回るオクラが生産される可能性を予想させるものであり、この点については詳細な調査が必要であると考える。

各オクラ品種のカドミウム濃度は、中央値の低いものから順に、グリーンスター ($0.0273 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), レッドソード ($0.0296 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), 島の唄 ($0.0309 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), ピークファイブ ($0.0310 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), レッドサン ($0.0310 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), エメラルド ($0.0318 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), みどり丸の助 ($0.0325 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), グリーンソード ($0.0332 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), アーリーファイブ ($0.0350 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), まるみちゃん ($0.0364 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), 楊貴妃 ($0.0404 \text{ mg kg}^{-1}$ FW) であった。これら品種間のカドミウム濃度には、Friedman検定により5%水準で有意差があることが認められた。

作物の可食部におけるカドミウム濃度について、例えば、イネでは品種間で玄米中濃度に大きな差異があることが報告されている (Morishitaら, 1987; Arao・Ae, 2003)。Morishitaら (1987) によれば、国内28品種では $2.1\sim27 \mu\text{g kg}^{-1}$ 、インディカ23品種では $4.1\sim55.5 \mu\text{g kg}^{-1}$ の範囲にわたり、最も低い品種と高い品種の間では10倍以上も濃度に差があるとされている。一方、今回私たちが調査したオクラ果実では、カドミウム濃度に統計的な有意差は認められたものの、最も濃度が高かった品種(楊貴妃)と低かった品種(グリーンスター)の中央値間の濃度差は1.4倍程度であり、少なくとも供試したオクラ11品種においてはイネのそれと比較して小さかった。

各収穫日のカドミウム濃度の平均値は、中央値の低いものから順に、8月19日 ($0.0291 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), 8月11日 ($0.0297 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), 7月7日 ($0.0307 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), 9月15日 ($0.0318 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), 7月15日 ($0.0350 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), 7月29日 ($0.0376 \text{ mg kg}^{-1}$ FW), 8月26日 ($0.0424 \text{ mg kg}^{-1}$ FW) であった。なお、これら収穫日間のカドミウム濃度には、Friedman検定により5%水準で有意差があることが認められた。このように収穫日によって果実中のカドミウム濃度に変動が見られる原因については、オクラの草勢と着果果実数のバランス、気象条件、土壤水分状

態等の様々な要因が関与しているものと予想されるが、少なくとも本研究の結果から確かなことを判断することはできなかった。例えば、鹿児島市(鹿児島気象台)の気象データを基に気象条件との関連性を調べた結果によれば、果実中のカドミウム濃度と果実生育期間(収穫4日前から前日)の平均気温および降水量の積算値との間には明瞭な相関関係(それぞれ、 $r_s = -0.270$, $r_s = -0.321$:スピアマンの順位相関係数)は認められなかった。なお、ナスを対象に実施した調査・研究事例によれば、果実中カドミウム濃度は着果節位が高くなるほど、すなわち収穫日が遅くなるほど低下することが示されているが(竹田ら, 2007), 今回調査を行ったオクラ果実においてはそのような傾向は認められなかった。

カドミウムの吸収および地上部への転流は、亜鉛、マンガン、銅などの他の重金属のそれと相加的あるいは拮抗的な関係にあることが、いくつかの植物種について報告されている。例えば、Liuら (2003) はカドミウムで汚染された土壤で栽培されたイネ20品種において、葉ではカドミウム濃度と鉄、亜鉛および銅濃度、根ではカドミウム濃度と鉄、亜鉛、銅およびマンガン濃度との間に有意な正の相関が認められたことを報告している。Ishikawaら (2017) も同様に、イネ地上部におけるカドミウム濃度と亜鉛濃度およびマンガン濃度との間には有意な正の相関が認められたことを報告している。そこで、オクラの果実中におけるカドミウム濃度と他の重金属濃度との関連性を検証することを目的として、7月15日、8月19日および9月15日に収穫された果実のマンガン、銅、亜鉛およびモリブデン濃度を測定した(第2表)。果実中のマンガン濃度は $2.36\sim5.39 \text{ mg kg}^{-1}$ FW、銅濃度は $0.748\sim1.51 \text{ mg kg}^{-1}$ FW、亜鉛濃度は $3.73\sim6.21 \text{ mg kg}^{-1}$ FW、モリブデン濃度は $33.5\sim144 \mu\text{g kg}^{-1}$ FWの範囲にあった。これらの値は、日本食品標準成分表2015年(七訂)(文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会, 2015)に示されている「オクラ(果実、生)」の値(マンガン: 4.8 mg kg^{-1} FW、銅: 1.3 mg kg^{-1} FW、亜鉛: 6.0 mg kg^{-1} FW、モリブデン: 0.04 mg kg^{-1} FW)とほぼ一致するものであった。果実中のカドミウム濃度とこれら重金属濃度相互間の相関分析(スピアマンの順位相関)の結果を第3表に示した。銅と亜鉛の果実中濃度の間にはやや高い正の相関($r_s = 0.751$, $p < 0.01$)が認められたものの、カドミウムはいずれの重金属元素とも明瞭な相関関係は認められなかった。このことは、少なくともオクラにおけるカドミウムの吸収移行あるいはその分配の機構は、マンガン、銅、亜鉛およびモリブデンのそれとは異なることを予想させるものである。

以上のように、鹿児島大学農学部附属農場の露地圃場で栽培したオクラ11品種の果実中カドミウム濃度は、コーデックス委員会が設定した国際基準(0.05 mg kg^{-1} FW)を下回っていることが示された。ただし、本調査は、土壤中のカドミウム濃度が 0.1 mol L^{-1} 塩酸抽出法で 0.108 mg kg^{-1} のカドミウム汚染レベルが比較的低いとみなされる圃場で行った結果であることに留意する必要がある。野

第2表 オクラ果実中のマンガン、銅、亜鉛およびモリブデン濃度（新鮮重当たり）

品種	Mn (mg kg ⁻¹)			Cu (mg kg ⁻¹)			Zn (mg kg ⁻¹)			Mo (μg kg ⁻¹)		
	7/15	8/19	8/26	7/15	8/19	8/26	7/15	8/19	9/15	8/11	8/19	8/26
アーリーファイブ	3.52	3.75	3.32	1.00	1.21	1.14	4.48	4.35	4.75	63.6	118	43.0
エメラルド	3.00	4.40	2.98	1.13	1.29	1.23	4.55	5.30	5.64	71.1	88.7	54.0
グリーンスター	3.42	3.11	2.47	1.07	1.24	0.920	4.04	5.10	3.92	93.6	144	91.1
グリーンソード	2.61	3.36	2.53	0.935	1.22	1.09	4.01	4.98	5.69	60.9	96.5	75.4
島の唄	2.63	3.91	2.92	0.922	1.17	1.19	3.73	4.96	5.04	48.2	59.2	54.6
ピークファイブ	3.54	3.70	2.54	1.04	1.24	1.15	4.33	5.09	5.06	92.7	144	52.5
まるみちゃん	5.39	5.21	2.96	1.41	1.33	1.22	5.27	4.58	5.26	119	98.0	51.9
みどり丸の助	3.58	3.15	2.36	1.51	1.30	1.12	6.21	5.45	5.34	85.9	68.1	44.2
レッドサン	2.83	2.72	2.53	1.12	1.07	0.992	5.09	4.87	4.91	125	66.7	50.8
レッドソード	3.16	2.99	2.90	0.985	0.964	1.01	4.49	4.33	5.12	74.3	72.7	47.6
楊貴妃	4.08	4.39	2.50	0.830	0.877	0.748	3.81	3.92	3.95	63.0	51.4	33.5

第3表 オクラ果実中のマンガン、銅、亜鉛、モリブデンおよびカドミウム濃度間の相関係数

	Mn	Cu	Zn	Mo	Cd
Mn	—	0.421*	-0.019	0.455**	-0.069
Cu		—	0.751**	0.446**	-0.068
Zn			—	0.122	0.166
Mo				—	-0.389*
Cd					—

Spearmanの順位相関係数 (n=33).

*および**はそれぞれ危険率1%, 5%で有意な関係であることを示す.

菜類の摂取量は米をはじめとする他の食品と比較すると少なく、カドミウム摂取源としての野菜類の寄与は小さいとみなされるが、カドミウムの摂取量が高い傾向にある我が国においては、農産物のカドミウム濃度は可能な限り低減させることが求められている。食品に由来するカドミウムの摂取量低減のための方策を考える上でも、野菜類の可食部に含まれるカドミウム濃度に関するデータの蓄積が必要であると考える。

要 約

鹿児島大学農学部附属農場でオクラ11品種を栽培し、収穫された果実のカドミウム濃度を測定した。供試したオクラ果実のカドミウム濃度は新鮮重当たり0.0218~0.0482 (中央値: 0.0319) mg kg⁻¹ FWの範囲にあった。これらの値は、コーデックスの国際基準をクリアするものであった。果実中のカドミウム濃度は品種間で差が認められたが、最も高かった品種（楊貴妃）と低かった品種（グリーンスター）との差は1.4倍程度であった。また、カドミウム濃度は収穫日によって変動が認められた。果実中のカドミウム濃度はマンガン、銅、亜鉛およびモリブデンのいずれの微量元素濃度とも有意な相関関係は認められなかった。

引用文献

- Arao, T. and N. Ae. 2003. Genotypic variations in cadmium levels of rice grain. Soil Sci. Plant Nutr. 49: 473-479.
- 浅見輝男・平田 熙・能川浩二. 1986. 土壤・植物・人体におけるカドミウムの挙動. 土肥誌. 57: 521-531.
- 浅見輝男. 1998. 土壤の有害金属汚染に関する今後の問題点. p.113-135. 日本国土壤肥料学会編. 土壤の有害金属汚染－現状・対策と展望－. 博友社. 東京.
- IPCS/WHO. 1992. Environmental Health Criteria 134. Cadmium. WHO, Geneva.
- Ishikawa, S., N. Ae, M. Sugiyama, M. Murakami and T. Arao. 2005. Genotypic variation in shoot cadmium concentration in rice and soybean in soils with different levels of cadmium concentration. Soil Sci. Plant Nutr. 51: 101-108.
- Liu, J., K. Li, J. Xu, J. Liang, x. Lu, J. Yang and Q. Zhu. 2003. Interaction of Cd and five mineral nutrients for uptake and accumulation in different rice cultivars and genotypes. Field Crops Research. 83: 271-281.
- 農林水産省. 2002. 平成14年12月2日プレスリリース 「農作物等に含まれるカドミウムの実態調査結果」の提出について.
- [Online] http://www.maff.go.jp/syousan/nouan/kome/k_cd/jitai_sesyu/attach/pdf/01_inv-2.pdf (2017年10月閲覧)
- 農林水産省. 2016. 平成28年2月23日プレスリリース

「国産農産物中のカドミウムの実態調査」の結果について.
[Online] <http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/nouan/pdf/160223-01.pdf> (2017年10月閲覧)

文部科学省 科学技術・学術審議会資源調査分科会.
2015. 日本食品標準成分分析表2015年度版 (七訂).

[Online] http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365297.htm (2017年10月閲覧)

Morishita, T., N. Fumoto, T. Yoshizawa and K. Kagawa.
1987. Varietal differences in cadmium levels of Rice
grains of Japonica, Indica, Javanica, and hybrid varieties
produced in the same plot of field. Soil Sci. Plant Nutr.
33, 629-637.

竹田宏行・佐藤 淳・西原英治・荒尾知人. 2007. スズ
メノナスピ (*Solanum torvum*) を台木とした接ぎ木
栽培によるナス果実中カドミウムの低減技術. 土肥
誌. 78; 581-586.

イノシシはオオカミ尿を忌避するのか？

高山耕二^{1*}・原 裕¹・石井大介²・柳田大輝²・富永 輝²・飯盛 葵²・
松元里志²・片平清美²・大島一郎³・赤井克己⁴・中西良孝¹

¹鹿児島大学農学部家畜管理学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

²鹿児島大学農学部附属農場入来牧場 〒895-1402 薩摩川内市

³鹿児島大学農学部家畜生体機構学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

⁴タイガー株式会社 〒565-0822 大阪府吹田市

Does Wild Boar Avoid Wolf Urine ?

Koji Takayama^{1*}, Hiroshi Hara¹, Daisuke Ishii², Daiki Yanagita², Akira Tominaga², Aoi Isakari²,
Satoshi Matsumoto², Kiyomi Katahira², Ichiro Oshima³, Katsumi Akai⁴ and Yoshitaka Nakanishi¹

¹Laboratory of Animal Behaviour and Management, Faculty of Agriculture,
Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

²Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University,
Satsumasendai, Kagoshima 895-1402

³Laboratory of Animal Functional Anatomy, Faculty of Agriculture, Kagoshima University,
Korimoto, Kagoshima 890-0065

⁴Tiger MFG Co., LTD. Suita, Osaka 565-0822

Summary

The objective of this study was to obtain fundamental information on the development of the effective methods for preventing invasions into a fattening cattle barn by wild boar (*Sus vittatus leucomystax*). We investigated the effect of wolf (*Canis lupus*) urine as a repellent on wild boar.

Three treatments were assigned at the entrance of trap space (6.0 m²): 1) no plastic bottle and no wolf urine (control), 2) plastic bottle without the urine (treatment 1) and 3) plastic bottle containing the urine (treatment 2). The number of access to the entrance was 70, 50 and 67 heads per day for the control, treatments 1 and 2, respectively. Wild boars were very cautious against plastic bottle immediately after treatment 1, and they exhibited exploratory behavior using snout. However, there were no differences in the time of access to the entrance among 3 treatments. In contrast, wild boars did not avoid wolf urine in the treatment 2.

The results indicated that wolf urine had no effect on the prevention of wild boar invasion.

Key Words: Fattening cattle barn, repellent, wild boars, wildlife damage, wolf urine

キーワード：肥育牛舎，イノシシ，忌避剤，オオカミ尿，野生鳥獣害

緒 言

近年、畜産分野における野生鳥獣害が深刻化しており、その1つに肥育牛舎へのイノシシ (*Sus vittatus leucomystax*), タヌキ (*Nyctereutes procyonoides*) など野生哺乳類の侵入が挙げられる (Tsukadaら, 2010). 鹿児島大学農学部附属農場入来牧場 (以下、入来牧場) の肥育牛舎においても、イノシシ、タヌキおよびアナグマ (*Meles meles*) などの侵入が目撃され、濃厚飼料の採食ならびに飼槽や通路などへの排泄が問題視されている。高山ら (2017) は

赤外線カメラを用いた調査によって1年間に延べ8,000頭を超えるイノシシが牛舎内で確認されたと報告しており、これに対し、牛舎入口に地上高15および30cmの2段線電気柵を設置することで、顕著な侵入防止効果が得られることを明らかにしている。しかしながら、牛舎入口における電気柵の設置には、ウシの移動や管理作業の際に一時的な撤去と再設置の手間が必要となり、より簡便な防除方法の開発が求められている。その1つの手段として、嗅覚刺激を利用したイノシシ害防除が挙げられる。イノシシはイヌ並みの嗅覚を有しており (農林水産省, 2014), かつての天敵であるオオカミ (*Canis lupus*) の匂い (尿や糞) に対して、本能的に危険を感じ取り、忌避すると考えられている (江口ら, 2002). しかしな

がら、その忌避効果は科学的に明らかにされていない。

そこで本研究では、肥育牛舎におけるイノシシ害防除法の確立に向けた基礎的知見を得ることを目的とし、嗅覚刺激として市販のオオカミ尿（以下、尿）を野生イノシシに提示し、その効果を調べた。

材料および方法

試験は2012年8～12月にかけて、入来牧場内の林地で行った。2012年8月に林内の平坦地6.0 m² (1.5×4.0 m) に一方からのみ侵入可能な野生イノシシの誘引場（第1図-下）を設け、その中に誘引餌として市販の濃厚飼料10 kg（原物重）を毎日、設置した。誘引場所の傍にはレフランプ（500 w）を1台設置し、夜間も明るい状態となるようにした。

尿については市販品を使用し、販売メーカーが推奨する方法に準じて10 ccの尿を穴が開いたプラスチック容器（以下、容器）に入れ（第1図-上）、入口に地上40 cmの高さに吊り下げる形で設置した（第1図-下）。試験については、1) 容器および尿のいずれも設置しない（設置前）、2) 容器のみを吊るす（空容器）および3) 容器に尿を入れて吊るす（容器+尿）処理をそれぞれ3日間連続で、計9日間行った。試験期間中、入口に向けて2台の赤外線カメラ（SC-701R、オーム電機社製）を設置



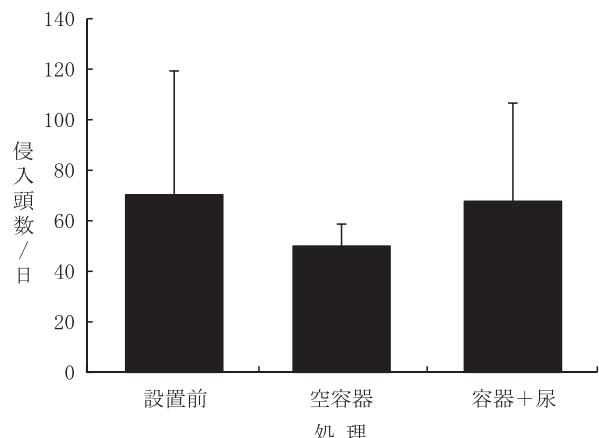
第1図 容器に入れたオオカミ尿（上）と試験地での設置状況（下：白丸がオオカミ尿）

し、その再生画像から画面に現れてから誘引場所入口を通過するまでに要した時間（以下、通過時間）ならびに侵入した頭数（以下、侵入頭数）を調査した。なお、誘引餌は毎日12:00～16:00の間に設置し、その際、前日に給与した飼料の残食を回収し、重量を測定した。

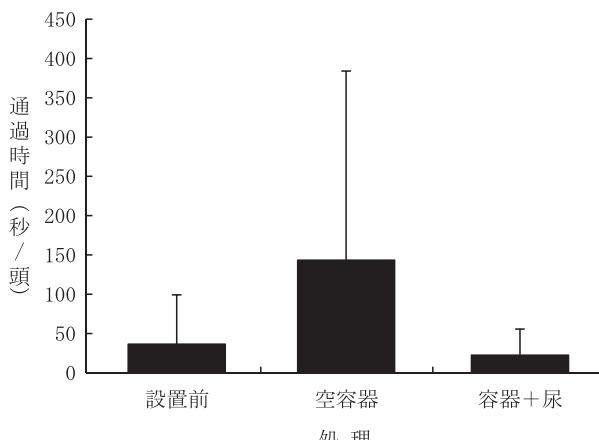
各処理における侵入頭数と通過時間については、一元配置分散分析による比較を行った。

結果および考察

誘引場所入口における尿の設置がイノシシの侵入頭数と通過時間に及ぼす影響を第2図と第3図に示した。8月に設置した誘引場所には、多数のイノシシが侵入し、設置した濃厚飼料を採食する状況が毎日、観察された。12月におけるイノシシの1日平均侵入頭数は、設置前で70頭/日、空容器で50頭/日、そして容器+尿で68頭/日を示し、3処理間で有意差は認められなかった。通過時間については、空容器を設置した1日目にイノシシが強い警戒心を示し、繰り返し鼻先を使った探索と後方への逃避を繰り返す状況（第4図）が観察され、通過時間は421秒/頭と高い値を示した。しかしながら、空容器設置



第2図 オオカミ尿の設置がイノシシの侵入頭数に及ぼす影響
平均値土標準偏差を示す。



第3図 オオカミ尿の設置がイノシシの通過時間に及ぼす影響
平均値土標準偏差を示す。



第4図 空の容器に警戒し、鼻先で探索するイノシシの状況（空容器の設置後1日目：2012年12月13日）



第5図 オオカミ尿を入れた容器に接近し、目視後、通過するイノシシの状況
(容器+尿の設置後2日目：2012年12月19日)

後の2および3日目には、容器を目視しただけですぐに通過する状況が観察され、通過時間は7および2秒/頭であった。3日間の平均通過時間は、設置前で37秒/頭、空容器で143秒/頭および容器+尿で23秒/頭となり、3処理間で有意差は認められなかった。容器+尿を設置した場合、イノシシは嗅覚的な探索行動を示すことなく、目視のみでその傍を通過し、目立った忌避反応は観察されなかった（第5図）。なお、3処理いずれにおいても、提示した翌日には、誘引餌がイノシシによって完食されていた。

イノシシの学習能力は高く、優れた記憶力を有することが知られている（江口、2003）。高山ら（2017）は肥育牛舎の入口に電気柵を設置することで、1年間を通して成イノシシの侵入が一切みられなかったと報告しており、これは電気刺激による痛みを学習・記憶し、イノシシが忌避したものと推察している。一方、忌避剤について江口（2003）は、木酢液、ヒトの毛髪およびイヌの糞などイノシシに対する忌避効果を狙った様々な資材が生産現場で利用されているが、嫌悪するとヒトが考えた嗅覚刺激（匂い）をイノシシが忌避することはほとんどなく、その効果は期待できないと述べている。本研究においても、空容器を設置した場合には、見慣れない物（新奇物）が入口に設置され、イノシシが警戒する状況が観察された。これはイノシシが日々活動している場所の状況をしっかりと記憶しており、その変化を敏感に察知したものと推察された。同時に、設置2日目には空容器が危険性のないものと判断し、傍を素通りしており、高い学習能力も合わせて示した。一方で、尿を入れた容器には嗅覚を使った探索行動を示さず、忌避しなかったことから、尿自体にイノシシの侵入防止効果はみられなかった。しかしながら、本研究は気温の低い12月に実施しており、尿中の香気成分の揮発が十分でなく、イノシシが匂いを感じ取れなかった可能性もあり、今後、夏季高温時にも検討する必要があると考えられた。

以上より、市販のオオカミ尿に対して、イノシシは忌避しないことが示された。

要 約

肥育牛舎におけるイノシシ害防除法の確立に向けた基礎的知見を得ることを目的とし、嗅覚刺激として市販のオオカミ尿（以下、尿）を野生イノシシに提示し、その効果を調べた。2012年12月に野生イノシシの誘引餌として市販の濃厚飼料を置いた誘引場所（6.0 m²）の入口に、1) 容器および尿のいずれも設置しない（設置前）、2) 容器のみを吊るす（空容器）および3) 容器に尿を入れて吊るす（容器+尿）の3つの処理を行った。オオカミの1日平均侵入頭数は、設置前で70頭/日、空容器で50頭/日および容器+尿で67頭/日となり、処理間差はみられなかった。空容器では、それに野生イノシシが強い警戒心を示し、鼻先を使って探索する状況がみられた。しかしながら、通過時間には3処理間で有意差が認めら

れなかった。また、容器+尿に対して、野生イノシシが忌避する状況はみられなかった。

以上より、市販のオオカミ尿に対して、イノシシは忌避しないことが示された。

引用文献

江口祐輔. 2003. イノシシから田畠を守るおもしろ生態とかしこい防ぎ方. p.1-149. 農山漁村文化協会. 東京.

江口祐輔・三浦慎吾・藤岡正博. 2002. 鳥獣害対策の手引2002. p.30-56. 日本植物防疫協会. 東京.

農林水産省. 2014. 改訂版 野生鳥獣被害防止マニュアル－イノシシ、シカ、サル（実践編）. p.1-77. エイエイビー. 東京.

高山耕二・原 裕・馬場和則・吉田拓人・石井大介・柳田大輝・松元里志・片平清美・大島一郎・中西良孝・赤井克己. 電気柵を利用した肥育牛舎への野生イノシシの侵入防止. 2017. 日暖畜報. 61: 9-14.

Tsukada, H., M. Takeuchi, M. Fukasawa and N. Shimizu. 2010. Depredation of concentrated feed by wild mammals at a stock farm in Japan. Mammal Study. 35: 281-287.

ガチョウ雛の水順応性および耐寒性

高山耕二^{1*}・本田祥嵩¹・大島一郎²・中西良孝¹

¹鹿児島大学農学部家畜管理学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

²鹿児島大学農学部家畜生体機構学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

Adaptation to Water and Cold Tolerance of Goslings

Koji Takayama^{1*}, Yoshitaka Honda¹, Ichiro Oshima² and Yoshitaka Nakanishi¹

¹Laboratory of Animal Behaviour and Management, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

²Laboratory of Animal Functional Anatomy, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

Summary

The objective of this study was to obtain fundamental information regarding the development of rearing techniques for gosling. The adaptation to water and cold tolerance of goslings were investigated.

1) The time budget of bathing behaviour of the rearing goslings was significantly smaller than that of *Aigamo* ducklings during 2-12 d of age ($P < 0.05$). 2) There were no significant differences in bathing time under the forced bathing treatment between *Aigamo* ducklings and goslings at 0 d of age. However, the bathing time of goslings at 7 and 14 d of age was significantly shorter than that of *Aigamo* ducklings. 3) Body temperature of goslings reached over 40°C at 4 d of age. The drops in body temperature of goslings after exposing cold environment (10°C) for 180 min at 6 and 12 d of age were significantly smaller than that of 0 d of age.

The results indicated that goslings had lower bathing ability compared to *Aigamo* ducklings, though thermoregulation in goslings might be well-developed at about 6 d of age.

Key Words: Adaptation to water, cold tolerance, duckling, gosling, thermoregulation

キーワード：アイガモ雛，ガチョウ雛，水順応性，体温調節機能，耐寒性

緒 言

ガチョウは草食性の水禽であり、アメリカ合衆国ではリンゴ園や綿花畑などで除草利用されている (Clark · Gage, 1996; 泉, 1993)。わが国でも、溝口ら (2012a, b) や高山ら (2009a, b) は果樹園やツバキ園に放飼したガチョウが顕著な除草効果を示すことを明らかにしている。ガチョウの育雛時には、緑餌が不足すると脚弱症を発症することが知られており、牧草地などでの放飼が推奨されている (泉, 1993)。しかし、屋外放飼したガチョウ雛では、寒冷ストレス (外気温の低下や降雨など) によって衰弱死する例が散見される。これには、わが国での屋外放飼に適したガチョウの飼養管理技術が十分に確立していないことが関与していると考えられる。したがって、寒冷ストレスに対処するためのガチョウ雛の水順応性や耐寒性を明らかにする必要があるものの、関連した知見は乏しい。

そこで本研究では、ガチョウ雛の育雛管理技術の確立に向けた基礎的知見を得ることを目的とし、同じ水禽であるアイガモとガチョウ雛の水順応性を比較検討とともに、後者の耐寒性についても追究した。なお、本研究は鹿児島大学動物実験委員会の承認を得て行われた (承認番号: A17015号)。

材料および方法

試験は2012年5月27日から6月25日にかけて、鹿児島大学農学部附属農場動物飼育棟で行われた。

1. アイガモおよびガチョウ雛の水順応性

0日齢のアイガモならびにセイヨウガチョウ (*Anser anser domesticus*) 雛各4羽を90 W電球で保温 (25~30°C) し、縦30 cm、横70 cm、水深10 cmの水浴場を設けた育雛場 (1.6 m²) (第1図) でそれぞれ飼育した。アイガモ雛には市販成鶏用配合飼料 (以下、配合飼料、粗タンパク質含量18.0%, 代謝エネルギー含量2,850 kcal/kg) のみを不断給与し、ガチョウ雛には配合飼料に加え、イタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lam.) 再生草 (生草)



第1図 試験地の外観（左：アイガモ雛、右：ガチョウ雛）



第2図 ガチョウ雛の強制水浴処理の状況

を不斷給与した。

2, 4, 6, 8 および12日齢におけるアイガモならびにガチョウ雛の日中8時間（9:00～17:00）の行動をデジタルビデオカメラ（HDR-CX170, XR150 SONY社製）で撮影し、両者の全行動に占める水浴行動の割合を1分間隔点観察により測定した。また、0, 7 および14日齢時には、水深20 cmの円形のタライにアイガモおよびガチョウ雛を最大60分間強制的に水浴させ（第2図）、羽毛が水に濡れ、水浴出来なくなるまでの時間（水浴時間）を測定した。

得られたデータは、各日齢におけるアイガモおよびガチョウ雛の水浴行動割合および水浴時間をMann-WhitneyのU検定により比較した。

2. ガチョウ雛の耐寒性

0日齢のガチョウ雛8羽を90 W電球で保温（25～30°C）した育雛場（1.6 m²）において、上記1と同じ飼料を給与し、飼育した。

電子温度計（Model SK-1250MC, 佐藤計量器製作所社製）を用いて、ガチョウ雛の直腸温（以下、体温）を0～14日齢にかけて、測定した。0, 3, 6, 9 および



第3図 ガチョウ雛に対する低温暴露処理の状況

12日齢時には、10°Cに設定した低温庫内で180分間の低温暴露処理（第3図）を行い、暴露前後の体温を測定し、変化量を求めた。

得られたデータについては、低温暴露前後の体温変化量を一元配置分散分析法により、日齢間で比較した。

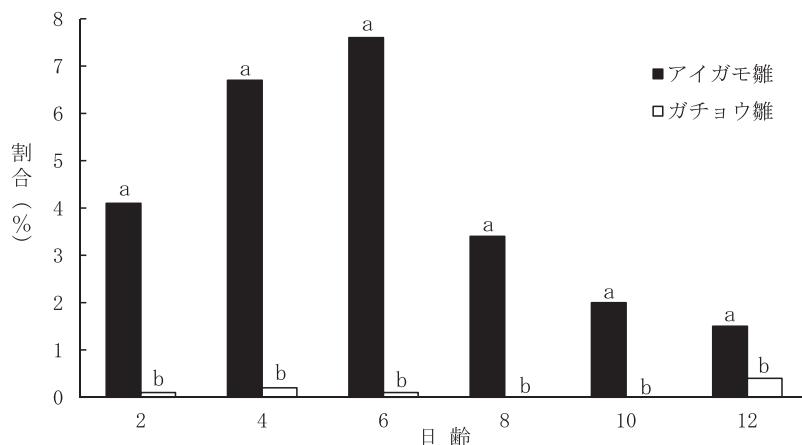
結果および考察

1. アイガモおよびガチョウ雛の水順応性

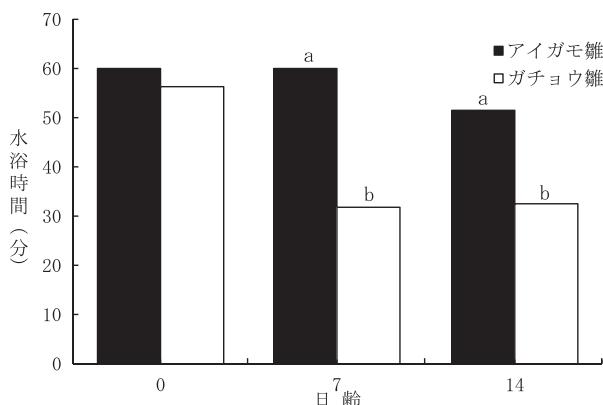
アイガモおよびガチョウ雛の水浴行動割合の日齢に伴う変化を第4図に示した。アイガモ雛は6日齢で7.6%の最大値、12日齢で1.5%の最小値を示した。これに対し、ガチョウ雛の水浴行動割合はいずれも0.5%以下であり、すべての日齢でアイガモ雛に比べ、有意に小さかった（ $P < 0.05$ ）。なお、8および10日齢では、ガチョウ雛の水浴行動は一切みられなかった。魏ら（2008）はアイガモ雛が孵化直後から活発な水浴行動を示すことを報告しており、本研究のアイガモ雛でも同様な行動が観察された。一方、ガチョウ雛の水順応性に関する報告は見当たらないものの、本研究ではガチョウ雛が積極的に水浴する状況は観察されず、むしろアイガモ雛に比べ、水浴を忌避することが明らかになった。

強制水浴させたアイガモおよびガチョウ雛の水浴時間の日齢に伴う変化を第5図に示した。0, 7 および14日齢におけるアイガモ雛の水浴時間は60, 60および52分間であり、0 および7日齢ではすべての個体が60分間水浴を続けた。一方、ガチョウ雛の水浴時間は56, 32および33分間であり、7 および14日齢では30分前後ですべての個体が水浴出来なくなり、アイガモ雛に比べ、有意に短かった（ $P < 0.05$ ）。魏ら（2007）は水浴馴致させたアイガモ雛の水浴時間は0日齢で最も長く、加齢に伴い減少したと報告しており、本研究でも同様な結果が得られた。ガチョウ雛については、0日齢で全個体が60分近く水浴したものの、終了時における羽毛の浸潤はアイガモ雛よりも顕著であった（第6図）。

岸田・島谷（2005）はアイガモ農法において、0日齢



第4図 アイガモおよびガチョウ雛の水浴行動割合の日齢に伴う変化
数値は平均値を示す。
同一日齢のa, b間で有意差 ($P < 0.05$)



第5図 強制水浴させたアイガモおよびガチョウ雛の水浴時間の日齢に伴う変化
数値は平均値を示す。
同一日齢のa, b間で有意差 ($P < 0.05$)

アイガモ雛の放飼が育雛管理の省力化を図る上で有効であると報告している。一方、ガチョウ雛については、4週齢未満での屋外飼育は降雨で濡れて衰弱する危険性があるため、推奨されていない（泉、1993）。本研究の結果はこれらを裏付けるものであり、ガチョウ雛はアイガモ雛に比べ、水浴能力で劣ることが示された。

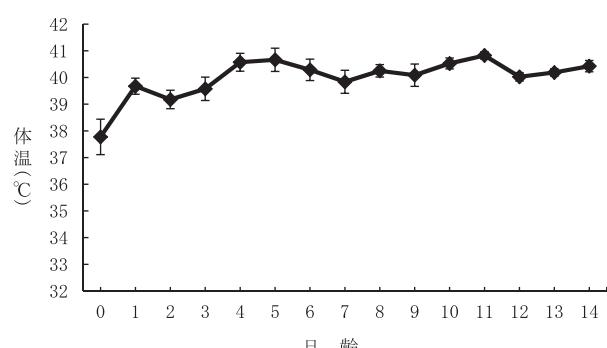
2. ガチョウ雛の耐寒性

ガチョウ雛の日齢に伴う体温変化を第7図に示した。0日齢の体温は37.8°Cであり、その後、徐々に上昇し、4日齢以降では40~41°Cの間で推移した。低温暴露前後のガチョウ雛の体温変化量を第8図に示した。0日齢において体温変化量は1.83°Cで大きかったものの、加齢に伴い体温変化量は小さくなり、6日齢以降は1°C未満であった。6および12日齢における体温変化量はいずれも0.7°Cであり、0日齢に比べ、有意に小さかった ($P < 0.05$)。

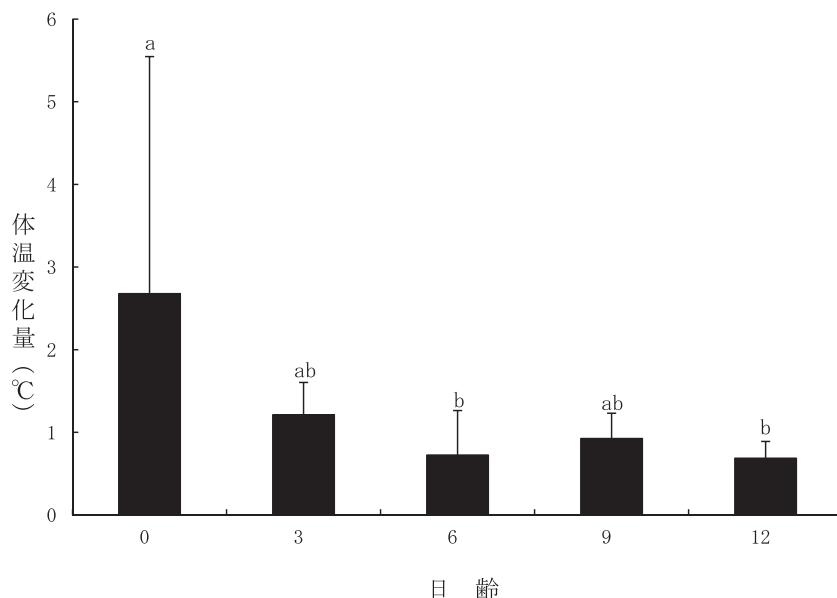
ガチョウ雛の体温調節機能に関する知見は見当たらぬものの、育雛管理では3週齢までヒーターや電球による保温が必要とされている（泉、1993）。同じ水禽であるアイガモについては、8日齢で体温調節機能を獲得することが明らかにされている（魏ら、2003）。本研究では、保温条件下での体温は4日齢以降安定し、6日齢における低温暴露では1°C未満の体温低下であった。こ



第6図 強制水浴終了時における羽毛の浸潤状況
(0日齢、上：アイガモ雛、下：ガチョウ雛)



第7図 ガチョウ雛の日齢に伴う体温変化
数値は平均値±標準偏差を示す。



第8図 低温暴露前後のガチョウ雛の体温変化量
数値は平均値±標準偏差を示す。
各日齢のa, b間で有意差 ($P < 0.05$)

うしたことから、ガチョウやアイガモなどの水禽は7日齢前後で体温調節機能を獲得し、耐寒性を備えるものと推察された。今後、1週齢以内のガチョウ雛の体温低下について詳細に検討し、体温調節機能の備わる日齢を明らかにする必要がある。

以上より、ガチョウ雛は6日齢前後で体温調節機能を獲得するものと推察されたものの、アイガモ雛に比べ、水浴能力で劣ることが示された。このことから、ガチョウ雛は7日齢以降に屋外放飼を開始し、降雨時や夜間ににおける放飼を控えることで育成率が高まるものと推察された。

要 約

本研究では、ガチョウ雛の育雛管理技術の確立に向けた基礎的知見を得ることを目的とし、セイヨウガチョウ (*Anser anser domesticus*) 雛の水順応性および耐寒性について検討を行った。

1) 2~12日齢におけるガチョウ雛の水浴行動割合はアイガモ雛に比べ、有意に小さい値を示した ($P < 0.05$)。
2) 強制水浴させたガチョウ雛の水浴時間は、0日齢でアイガモ雛との間に差がみられなかったものの、7および14日齢では有意に短かった ($P < 0.05$)。3) ガチョウ雛は4日齢で40°Cを超える体温を示した。180分間の低温暴露 (10°C) 処理では、6および12日齢の体温変化量が0日齢に比べ、有意に小さかった ($P < 0.05$)。

以上より、ガチョウ雛は7日齢前後で体温調節機能を獲得するものと推察されたものの、アイガモ雛に比べ水浴能力で劣ることが示された。

引用文献

- Clark, M. S. and S. H. Gage. Effects of free-range chickens and geese on insect pests and weeds in an agroecosystem. Am. J. Altern. Agric. 11: 39-47.
- 泉 徳和. 1993. ガチョウ－多様な品種と利用－. 畜産の研究. 47(1): 175-180.
- 岸田芳朗・島谷直幸. 2005. 合鴨水稻同時作における0日齢ヒナ放飼の可能性. 有機農業研究年報. 5: 170-181.
- 溝口由子・高山耕二・城戸麻里・富永 輝・田浦一成・野村哲也・大島一郎・中西良孝. 2012a. ツバキ園におけるガチョウの除草利用. 鹿児島大学農場研報. 34: 11-15.
- 溝口由子・高山耕二・水本明男・中西良孝. 2012b. ブルーベリー園におけるガチョウの除草利用. 日暖畜報. 55: 129-133.
- 高山耕二・伊方 萌・剥岩 裕・萬田正治・中西良孝. 2009a. 果樹園におけるガチョウの除草利用. 日暖畜報. 52: 17-21.
- 高山耕二・伊方 萌・根元紘史・溝口由子・剥岩 裕・萬田正治・中西良孝. 2009b. ガチョウ放飼による梨園の下草管理. 有機農業研究. 1(1): 34-41.
- 魏 紅江・高山耕二・中西良孝・萬田正治. 2003. 環境温度と日齢の違いがアイガモ雛の体温、成長ならびに血中甲状腺ホルモン濃度に及ぼす影響. 西畜会報. 46: 55-61.
- 魏 紅江・高山耕二・中西良孝・萬田正治. 2007. 合鴨雛に対する水浴馴致が水への順応性に及ぼす影響. 家禽会誌. 44: J101-J107.
- 魏 紅江・高山耕二・中西良孝・萬田正治. 2008. 合鴨雛の水への順応性. 家禽会誌. 45: J74-J81.

付 錄

農場研究報告投稿規程および原稿作成要領 (平成29年5月改定)

(投稿規程)

- 鹿児島大学農学部農場研究報告（以下、本報告と呼ぶ）に掲載する論文は、農学部教員、技術職員、学生などが、原則として農場の施設、設備、生産物などを利用して行った学術的価値があり、かつ農業現場において利用価値のある未発表の原著論文、総説および資料とする。
 - 原著論文：科学的な手法に基づいた研究で、新規の事実と価値のある結論を有するもの。
 - 総説：農業科学・技術に関する特定の研究課題について、関連分野の業績を引用し、研究動向および研究の解決の方向に関して著者の課題意識に基づいて論説したもの。
 - 資料：農学に関する学術情報、統計などを解説的に紹介したもの。
技術および検査方法などを教育的に解説したもの。
環境因子（土壤、気象、生物など）の記録・分析結果、部局発展の歴史など。
- 論文の投稿者は原則として農学部教員（退職者または転任者を含む）であること。技術職員、学部学生、大学院生、研究生および留学生が筆頭著書のときは教員が共著者であること。学部外の共著者については、所属先の所在地を併記する。
- 本報告に掲載された論文の著作権は、鹿児島大学農学部農場研究報告編集委員会（以下、編集委員会と呼ぶ）に帰属する。また、本報告を他に利用しようとする場合、当該利用者は、あらかじめその利用につき編集委員会の許可を得なければならない。
- 投稿予定者は8月31日までに、著者名、所属、表題、種類（論文－和文・英文、総説、資料）を記載した「投稿原稿申し込みカード」を編集委員会事務局（農場事務担当係長）に提出する。
- 論文は和文、英文のいずれも受け付けるが、下記に定める原稿作成要領に基づいて作成する。
- 作成した原稿は、正1部、コピー2部を10月31日までに編集委員会事務局に提出する。その際は一括して大形封筒に入れ、編集委員会指定の「投稿原稿送付カード」を貼り付ける。「投稿原稿送付カード」に記載する事項は、投稿責任者とその連絡先および著者名、所属機関名、表題、別刷希望数、原稿（本文、図、表、写真など）の枚数などである。なお、投稿が10月31日を超えた場合は投稿辞退とみなすものとする。
- 投稿原稿は投稿された日を受付日とし、編集委員会によって採択された日をもって受理日とする。受付日と受理日は論文の第1頁目の脚注に記載する。
- 受付原稿は編集委員会が選定した査読者により、査読を受ける。また、受付原稿について編集委員会はその内容、字句について、加除・訂正を行うことがある。
- 印刷経費についてはその年度の実状に応じて、著者にその一部を請求する場合がある。カラー印刷の図版（写真を含む）は実費の全額を著者負担とする。
- 別刷は論文1篇につき30部まで無償とし、それを超える分の経費については著者負担とする。
- 投稿者がカラー写真代などの著者負担金の支払いを怠っているときは、論文掲載を保留することがある。
- 原稿が採択された場合は、最終稿1部と、それを納めた電子ファイルを編集委員会事務局に提出する（図、写真を含む）。
- 原稿などは、印刷終了後に返却する。
- 「投稿原稿申し込みカード」と「投稿原稿送付カード」は、別添カードをコピーして使用するものとする。
- この規程に定めのない事項は、編集委員会が処理するものとする。

(原稿作成要領)

- 投稿原稿は「Word」または「一太郎」を用いて執筆し、A4判用紙に印刷する。
書式設定は、和文は1頁を40字×25行、英文は1頁を60字×25行（語間のスペース、ピリオド、ハイフンなどを含む）とし、字の大きさは12ポイントで、行間を充分にあけて横書きにする。余白は上下左右とも25mm程度あけ、用紙の下端部中央に頁数を明記する。
- 和文論文の内容区分および配列は以下のとおりとする。
①表題、②著者名、③所属機関名および所在地、④以上の①～③の英文訳、⑤Summary、⑥Key Words（英文）、⑦キーワード（和文）、⑧本文（原則として緒言、材料および方法、結果、考察）、⑨要約、⑩引用文献、⑪表、図、写真の順とする。ただし、結果と考察を一括して結果および考察としてもよい。また、謝辞を入れる場合は要約の最後に続けて記載する。
- 表紙の書き方は次のとおりとする。

- 1) 表題, 著者名, 所属機関名, その所在地は英文訳を付けて原稿の1枚目に記す。さらに, 内容を端的に表す略表題(ランニングヘッド)を記入する。和文では28字以内, 英文では40字以内とする。
- 2) 著者が複数で同一機関に所属する場合は著者名を連記し, 次欄に所属機関名とその所在地を記す。著者が異なる機関に所属する場合は, 著者名を連記し, その右肩に肩付き数字^[1, 2, …]を付け, 次欄に数字ごとに所属機関名とその所在地を記す。投稿責任者氏名の右肩に*を付して, 脚注に「*Corresponding author. E-mail: xxxx@yyy.zz.jp」と記す。なお, 著者に所属機関の変更が生じた場合は著者名の右肩に^[a, b, …]を付し, 脚注にその旨を記す(投稿責任者を除き, 所在地の記述はしない)。
- 3) 上記和文記載の英訳については, 著者名は名, 姓の順に書き, 所属機関名とその所在地はイタリック表記とする。
4. Summaryは原稿の2頁より始め, 1行65字ダブルスペース25行を原則として記載する。字数は400字以内とする。Summaryに続けて, 5語以内のKey Wordsおよび日本語のキーワードを加え, いずれもアルファベット順(ABC順)に記載する。
5. 3頁以降は, 緒言, 材料および方法, 結果, 考察, 要約(謝辞), 引用文献の各項目に区分して記述する。
- 1) 句読点は「,」とする。また, 句読点, 括弧, ハイフンなどは全角とし, 数字は半角とする。数字と単位の間には半角スペースを挿入する。ただし, ℃, %の場合に限り, スペースは挿入しない。
- 2) 数字は原則として, アラビア数字を用いるが, 熟語として使用されている数字は漢字とする(例:一部, 一度)。
- 3) 字体の指定は, ゴシック体~~~~~~~, イタリック体~~~~~~~, のように該当語の下に赤線で入れる。
- 4) 文献引用の記載については, 単名の場合は(藤巻, 2002; 稲葉, 2003; Mowlen, 1987), 2名の場合は(中條・堀込, 1998), 3名以上の場合は(Bakkeら, 1997; 藤川ら, 1971)のように記載する(番号, 記入は廃止する)。
- 5) 文献の記載順序は, 筆頭著者, 2番目以降の著者を含め, ABC順とする。著者名がすべて同一の場合は, 年代順とし, 同一著者かつ同一年の場合は発表年のあとにアルファベットを附記し区別する(例: 大森, 1999a, b)。
- 6) 用語, 単位など
数字は, 算用数字を用い, 度量衡の単位および略語はCGS単位またはSI単位を用いる。数字および英字は半角文字を用いる。
[例] 度量衡の単位および略語
mol, mmol, N, %, m, cm, mm, μ m, nm, pm, cm^2 , kl, dl, l, ml, μ l, kg, g, mg, μ g, ng, pg, hr, min, sec, rpm, Hz, Bq, cpm, dpm, ppm, ppb, ℃, J, pH, LD₅₀, IU, kDa
- 7) 外国語
外国名, 外国機関名などは, 原語のまま第1字を大文字で記述する。ただし, 国名, 地名などは原則としてカタカナで表示する。
- 8) 動植物名および学名
動植物名は, 原則としてカタカナを使用する。学名は, 初出の箇所では, 必ず2名法による正式名を記す。それ以外の箇所では混乱の起らない限り, 属名はイニシャルのみとしてよい。種名について論ずる場合などはこの限りでない。学名はイタリック体とし, 命名者名は普通字体とする(英文も同じ)。
- 9) 薬品名など
薬品・機器名: 原則として, 薬品名は一般名または局方名をカタカナで表示し, 機器名などは一般に使われている名称を和文で表示する。
6. 表・図(写真)の作成は次のとおりとする。
- 1) 表, 図(写真)は1枚ごとに作成する。表題および説明は和文, 英文のいずれでも可とする。表, 図(写真)はそれぞれ第1表(Table 1), 第1図(Fig. 1)というように一連の番号を付ける。
- 2) 表はエクセルで作成する。表の表題は表の上側に置く。表中の縦罫線は使用しない。脚注を示すにはアルファベットの逆順に^(z, y, x, …)肩付けする。統計的有意差を示すにはアルファベットの正順に^(a, b, c, d, …)用い, その旨を脚注に示す。アスタリスク(*5%, **1%)の使用は可。
- 3) 写真は, 図と記載して一連の番号をつける。カラー印刷を希望する場合は, その旨を明記する(費用は著者負担)。
- 4) 図(写真)の表題および説明文は, 図の番号順にまとめて別紙に記載し, 図の前に置く。
- 5) 表, 図には, それぞれ右肩に筆頭著者名と番号を記入する。
7. 本文中の表, 図, 写真の挿入箇所は, 原稿の右欄外に赤字で指定する。
8. 引用文献の記載は次のとおりとする。
- 1) 記載順序は, 2番目以降の著者名を含め, 全てアルファベット順とし, 著者名が同一の場合は発表年順とする。
- 2) 文献記載は, 著者名, 年次, 表題, 誌名, 卷, 頁とする。

- 3) 引用文献リスト中の英数字の後に付すコンマ (,), ピリオド (.), セミコロン (;), コロン (:) は半角文字とし、その後に半角スペースを挿入する。誌名の短縮形は、それぞれの学会誌の指示に従うものとする。各巻を通じて頁を付してある場合は、巻のみとし、号数は省略する。
- 4) 私信や未発表のデータを引用する場合は、引用文献に記載せず、本文中の引用箇所にそれぞれ（私信）、（未発表）と記す。ただし、投稿して受理されたものは、印刷中（in press）を巻の後にカッコ付けて付し、引用文献に列記する。
- 5) 単行本の場合は、著者名、年次、書名、頁、発行者、発行地とする。
- 6) 訳本の場合は、著者名、年次、書名（訳者名）、頁、発行者、発行地とする。
- 7) その他、引用文献記載は所属学会誌に準ずるものとする。なお、英文論文の文献リストにおいては、日本語論文の場合は（In Japanese）を末尾に、日本語論文でSummaryないしはAbstractがある文献には（In Japanese with English summary (or abstract)）を末尾に記入する。日本語で書かれた単行本の場合、英文の題名、著者名、出版社名などがあるときは、ヘボン式ローマ字で表記し、いずれも（In Japanese）を末尾に記入する。

[引用文献の例]

- Bakke, H., T. Steine and A. Eggum. 1997. Flavour score and content of free fatty acids in goat milk. *Acta Agric. Scand.* 27: 245-249.
- 中條忠久・堀込 充. 1998. おおつぶ星. 品種登録. 6926.
- 藤川琢磨・浜島守男・安田耕作. 1971. 短鎖脂肪酸を含むグリセリドのガスクロマトグラフィーによる脂肪酸組成分析法. 油化学. 20: 138-143.
- 藤巻 宏. 2002. 生物統計解析と実験計画. p. 86-98. 養賢堂. 東京.
- 稻葉昭治. 2003. 野菜のポストハーベスト. p. 152-190. 矢沢 進編著. 図説野菜新書. 朝倉書店. 東京.
- Mowlen, A. 1987. 家畜. p.78-87. Broom, D. M. 編著. 動物大百科第10巻（正田陽一監修. 澤崎徹他共訳）. 平凡社. 東京.
- 世界保健機関. 2012. 飲料水の質におけるガイドラインp.5-12. [Online] <http://www.who.int/water-sanitation-health.pdf>. (2016年5月閲覧)

9. 英文原稿の内容区分および配列

- 1) 表紙にTitle, Author(s)' name(s), Affiliation(s) and Mailing address(es), 2頁にSummary, Key Words, 3頁以降にText (Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References), 和文要約（表題、著者名、所属機関名および所在地を記入）を順番に作成し、最後にTables and Figuresを添付する。ただし、表紙にランニングヘッド（英文）を記入して置く。
- 2) 原稿は著者の責任において文法上の誤りのないようにし、提出前に熟達者の校閲を受けること。外国人英文校閲者の紹介は、編集委員会では行わない。

10. 資料および総説の内容区分と配列

- 1) 資料は、表紙に①表題、②著者名、③所属機関名および所在地、④以上の①～③の英文訳、2頁以降に⑤本文（体裁は投稿者の裁量とする）、⑥要約、⑦キーワード、⑧引用文献を番号順に作成し、最後に⑨表、図、写真を添付する。
- 2) 総説は、資料の内容区分から⑥要約、⑦キーワードを除いた形で執筆・配列する。

11. 執筆に当たっては、本報告の最新号に掲載してある論文を参照すること。

鹿児島大学農学部農場研究報告
第39号

平成30年3月8日 印刷
平成30年3月15日 発行

編集兼発行 鹿児島大学農学部附属農場
〒890-0065 鹿児島市郡元一丁目21番24号
電話 (099) 285-8771 (代)

印 刷 斯文堂株式会社
