ISSN 0386-0132
KDNNKH 40 (2019)

鹿児島大学農学部

農場研究報告

第40号

Bulletin of the Experimental Farm
Faculty of Agriculture, Kagoshima University
No. 40

鹿児島大学農学部附属農場
平成31年3月

Experimental Farm, Faculty of Agriculture
Kagoshima University, March 2019

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
下　桐　　猛
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

肥育豚への解砕繊維状竹粉サイレージ給与が発育および肉質に及ぼす影響
…… 大島一郎，狩宿友樹，亀澤　樹，柴田果歩，冨永　輝，柳田大輝，飯盛 葵，
石井大介，松元里志，片平清美，野上直樹，髙山耕二，中西良孝　1

ビワ（*Eriobotrya japonica*（Thunb.）Lindl.）における結果枝の太さおよび種類と果実重との関係について
…… 西澤　優・福留弘康・廣瀬　潤・相場可奈・川口昭二・朴　炳宰・遠城道雄　7

牧場草地へのキュウシュウジカ侵入の日内，季節ならびに年次変動
…… 中村南美子・園田 正・末野結実・冨永　輝・柳田大輝・石井大介・飯盛 葵・
松元里志・片平清美・稲留陽尉・塩谷克典・赤井克己・大島一郎・中西良孝・髙山耕二　13

平飼い条件下での薩摩黒鴨 ™ の産卵性
…… 髙山耕二・平野里佳・園田大地・中村南美子・大島一郎・中西良孝　19

資　料

入来牧場における実習教育改善のための取り組み
－アンケート調査による技術職員の実習指導スキル向上事例－
…… 石井大介・片平清美・松元里志・冨永　輝・柳田大輝・飯盛　葵・大島一郎　23

付　録

農場研究報告投稿規程および原稿作成要領…… 29

Contents

Original Articles

The Effects of Supplementation of Rubbed Bamboo Silage to Commercial Diet on the Growth and Carcass Traits in Finishing Pigs
…… Ichiro Oshima, Yuki Karijuku, Itsuki Kamesawa, Kaho Shibata, Akira Tominaga, Daiki Yanagita, Aoi Isakari, Daisuke Ishii, Satoshi Matsumoto, Kiyomi Katahira, Naoki Nogami, Koji Takayama and Yoshitaka Nakanishi 1

Correlation between Different Type and Diameter of the Bearing Shoot and Fruit Weight of Loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.)
…… Yu Nishizawa, Hiroyasu Fukudome, Jun Hirose, Kana Aiba, Shoji Kawaguchi, Byoung-Jae Park and Michio Onjo 7

The Diurnal, Seasonal, and Annual Variations of Sika Deer (*Cervus nippon nippon*) Invasions in the Grassland.
…… Namiko Nakamura, Akira Sonoda, Yuimi Sueno, Akira Tominaga, Daiki Yanagita, Daisuke Ishii, Aoi Isakari, Satoshi Matsumoto, Kiyomi Katahira, Takayasu Inadome, Katsunori Shioya, Katsumi Akai, Ichiro Oshima, Yoshitaka Nakanishi and Koji Takayama 13

Egg Productivity of Satsuma Black Aigamo Duck™ under Floor Flock Feeding Condition
…… Koji Takayama, Rika Hirano, Daichi Sonoda, Namiko Nakamura, Ichiro Oshima and Yoshitaka Nakanishi 19

Note

Activities for Improving Practical Education at the Iriki Livestock Farm
-The Questionnaire Approach to Improve the Instruction by Technical Stuff in Field Practice-
…… Daisuke Ishii, Kiyomi Katahira, Satoshi Matsumoto, Akira Tominaga, Daiki Yanagita, Aoi Isakari and Ichiro Oshima 23

Appendixes

Preparation of Manuscripts …… 29

鹿児島大学農場研報（Bull. Exp. Farm Fac. Agr. Kagoshima Univ.）40：１～５（2019）

肥育豚への解砕繊維状竹粉サイレージ給与が発育および肉質に及ぼす影響

大島一郎[1*]・狩宿友樹[2]・亀澤 樹[2]・柴田果歩[2]・冨永 輝[3]・柳田大輝[3]・飯盛 葵[3]・石井大介[3]・松元里志[3]・片平清美[3]・野上直樹[4]・髙山耕二[2]・中西良孝[2]

[1]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
[2]鹿児島大学農学部家畜管理学研究室　〒890-0065　鹿児島市郡元
[3]鹿児島大学農学部附属農場入来牧場　〒895-1402　薩摩川内市
[4]有限会社ノガミ産業　〒891-0143　鹿児島市和田

The Effects of Supplementation of Rubbed Bamboo Silage to Commercial Diet on the Growth and Carcass Traits in Finishing Pigs

Ichiro Oshima[1*], Yuki Karijuku[2] , Itsuki Kamesawa[2] , Kaho Shibata[2] , Akira Tominaga[3] , Daiki Yanagita[3] , Aoi Isakari[3] , Daisuke Ishii[3] , Satoshi Matsumoto[3] , Kiyomi Katahira[3] , Naoki Nogami[4] , Koji Takayama[2] and Yoshitaka Nakanishi[2]

[1] *Laboratory of Animal Functional Anatomy, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, 890-0065*
[2] *Laboratory of Animal Behaviour and Management, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, 890-0065*
[3] *Iriki Livestock Farm, Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Satsumasendai, Kagoshima, 895-1402*
[4] *Nogami Co., Ltd, Wada, Kagoshima, 891-0143*

Summary

The objective of present study was to evaluate the effects of rubbed bamboo silage on the growth, fecal odor and carcass traits, when 10% rubbed bamboo silage (containing 20% rice bran and 55% moisture) was supplemented to a commercial diet and fed for finishing pigs ad libitum from 15 weeks of age to 31 weeks of age. Eight castrated Berkshire pigs were divided into two groups, one group was fed a diet supplemented with rubbed bamboo silage to a commercial diet (bamboo group) and another was fed the commercial diet (control group). The pigs in bamboo group showed 0.3 kg/day per head slightly more feed intake than the pigs in control group through the experimental period, however both groups were not significantly different. There was no difference in the body weight gain, daily gain, feed efficiency and fecal odor between these groups. The supplementation with rubbed bamboo silage also had no effect on carcass weight, carcass yield, backfat thickness, rib thickness and rib eye area. However, sensory evaluation test with untrained panelist showed that cooked pork flavor in the bamboo group was different with that of the control group. In conclusion, it is suggested that rubbed bamboo silage can be used as a feedstuff for finishing pigs by adding 10% of the silage to the commercial diet.

Key words: carcass traits, finishing pig, growth, rubbed bamboo silage

キーワード：枝肉特性，発育，肥育豚，解砕繊維状竹粉サイレージ

緒　言

わが国にとって飼料自給率向上は喫緊の課題であり，未利用資源の利活用が活発に模索されている．雑食性である豚は，未利用資源飼料化に対する適応範囲が広く，これまで農業副産物（大島ら，2004；嶋澤ら，2009），工場加工残渣（林，2012；小川ら，2006），厨房残渣（入江，2009；渡辺ら，2001）など様々な資源の飼料化に用いられている．

わが国の中山間地域に自生する竹は，管理不足による竹林荒廃が懸念される一方で，その旺盛な繁殖能力から持続的に利用可能な地域未利用資源と位置付けられる．特に，鹿児島県は広大なモウソウチク林を有するため，竹林の維持管理の際に排出される間伐竹材を持続的に活用することが求められる．竹の飼料利用に関しては，反芻家畜以外への給与も試みられている（岩澤ら，2005；戸沢ら，2015）．このうち，単胃動物である豚に対して

2018年９月26日　受付日
2018年11月12日　受理日
*Corresponding author. E-mail: oshima@agri.kagoshima-u.ac.jp

竹抽出物を給与した試験では，ほ乳子豚，離乳子豚および肥育豚において良好な発育が認められ，竹由来の成分が豚に悪影響を及ぼさないことが明らかとなっている（山下と田淵，2012a，b）．また，粉砕したマダケを用いて調製されたサイレージを飼料に５％添加し，肥育豚に給与した試験においても発育に悪影響は認められず，肝機能に好ましい影響を及ぼす可能性が示されている（戸沢ら，2015）．これらの結果は，竹の豚飼料としての高いポテンシャルを示すものであるが，その適正な給与方法および給与量などについては一致した結論には至っておらず，検討の余地が残されている．これまで著者らは竹の飼料化を目的として，竹に解砕処理を施し，発酵基質として米ヌカを20％添加し，水分含量を55％に調整して密閉することで良質なサイレージ（以下，竹粉サイレージ）が得られることを明らかにしている（大島ら，2016）．この竹粉サイレージの幅広い活用法を見出すためには，竹粉サイレージを豚用飼料として位置づけた場合の給与方法や給与量を詳細に検討する必要がある．以上の背景から，本研究では，より高い竹の給与量を検討するため竹粉サイレージの10％添加給与が肉用豚に及ぼす影響に関して検討した．

材料および方法

本研究は2017年６月28日から2017年10月24日にかけて，鹿児島大学農学部附属農場入来牧場にて行われた．本試験で供した解砕竹粉サイレージについては，３年生以上のモウソウチクを植物籾摺機（RUB Master，SRM-15，西邦機工（株）製）で解砕処理し（解砕繊維状竹粉），米ヌカを原物重量比で20％添加し，水分を55％となるよう調整した後に，フレコンバックに充填密封し，１～６ヵ月間貯蔵したものを用いた（大島ら，2016）．供試豚には有限会社ノガミ産業で生産された３腹のバークシャー種去勢８頭を用いた．供試豚は，13週齢時の平均体重が等しくなるよう対照区および試験区の２群（対照区および竹粉区各４頭）に分けられ，試験終了まで区毎に群飼された．試験豚房はコンクリート床（3.0 m 2 / 頭）とし，飼槽および給水器を配置した．供試飼料には供試豚の平均体重が70kgに到達するまでは市販の肥育豚用前期配合飼料（CP15%，TDN78％，日清丸紅飼料（株）），70kg到達以降は市販の肥育豚用後期配合飼料（CP13%，TDN75％，日清丸紅飼料（株））をそれぞれ用いた．対照区には試験期間を通して上記の供試飼料のみを給与し，竹粉区には上記供試飼料に竹粉サイレージ（大島ら，2016）を原物重量比で10% 添加したものを給与した．試験は15週齢から開始し，両区とも飽食および自由飲水とした．

試験期間中，供試豚の体重を毎週測定した．また，毎日，飼料給与量および残食量を計測することで，各区の飼料摂取量および飼料効率を算出した．試験開始後７日目（16週齢），28日目（19週齢），63日目（24週齢），91日目（28週齢）および112日目（31週齢）に糞臭気（アンモニア，メチルメルカプタンおよび硫化水素濃度）を検知管式気体測定器ガステック（GV—100，株式会社ガステック）で測定した．糞臭気測定では，個体毎に排泄直後の糞を回収し，豚舎内の豚房外に24時間静置した．24時間静置後の糞（200g）を10L 容ポリエチレン袋に採取し，室温に90分静置後の袋内の臭気濃度を計測し，糞臭気とした．

供試豚が31週齢に到達後，区毎に順次屠殺し，各個体の枝肉重量，背脂肪厚，枝肉歩留，第４－５胸椎間のバラ厚およびロース芯面積を調査した．両区供試豚のロース芯から１cm 角の豚肉を切り出し，加熱後（80℃，３分），官能試験に供した．官能試験では，トレーニン３されていない男性18名（平均年齢27.9歳）および女性16名（平均年齢22.3歳）の計34名をパネリストとして，風味，多汁性，うま味，歯ごたえ，脂っこさならびに総合評価の６項目について，５段階で評価した．なお，パネリストには両区の豚肉をブラインドサンプルとして提示し，評価を行わせた．

得られたデータについて，各区の平均値および標準偏差を算出し，t 検定により両区間の比較を行った．官能試験データについてはノンパラメトリック検定の Wilcoxon 符号化順位和検定により比較を行った．

結　果

本試験で用いた竹粉サイレージを，密封期間１および６ヵ月時点で開封し，試験に供した．表には示さなかったものの，竹粉サイレージは pH および VBN/TN を用いた McDonald 評価法でいずれも「良」以上の優れた発酵品質を示した．

竹粉サイレージ給与が供試豚の発育，飼料利用性ならびに枝肉特性に及ぼす影響を Table 1 に示した．対照区の体重は試験開始時の49.8 kg から出荷時の138.0 kg に増体し，竹粉区では試験開始時の48.8 kg から出荷時の

Table 1. Effects of supplementation of rubbed bamboo silage to commercial diet on the growth and carcass traits of finishing pigs.

Item		Control group	Bamboo group
Initial age	(weeks)	15.4 ± 1.4	15.1 ± 1.2
Initial BW	(kg)	49.8 ± 11.1	48.8 ± 11.8
Finish BW	(kg)	138.0 ± 18.3	140.8 ± 13.9
Daily gain	(kg)	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.1
Feed intake	(kg/day-animal)	3.0 ± 0.2	3.3 ± 0.3
Feed efficiency		0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.1
Carcass weight	(kg)	87.8 ± 10.8	92.4 ± 8.7
Carcass yield	(%)	63.7 ± 0.9	63.4 ± 0.8
Rib thickness	(cm)	6.7 ± 0.6	7.4 ± 0.5
Back fat thickness	(cm)	3.6 ± 0.5	3.7 ± 0.3
Rib eye area	(cm^2)	25.1 ± 2.0	26.5 ± 3.1

Mean ± SD (n=4)

140.8 kg まで増体した．試験期間中，両区の体重に有意な差は認められなかった．試験期間を通して，対照区では3.0kg / 頭・日，竹粉区では3.3kg / 頭・日の採食量を示し，竹粉区で１日１頭当たり0.3kg多く飼料を摂取していた．しかし，両区に区間差は認められなかった．試験期間を通した平均日増体量は両区とも0.8 kg/ 日であり，飼料効率は対照区および竹粉区でそれぞれ0.3および0.2となり，両区に有意な差は認められなかった．対照区および竹粉区の枝肉歩留はそれぞれ63.7％および63.4％となり，両区に有意な差は認められなかった．また，バラ厚，背脂肪厚およびロース芯面積でも両区間に有意差は認められなかった．

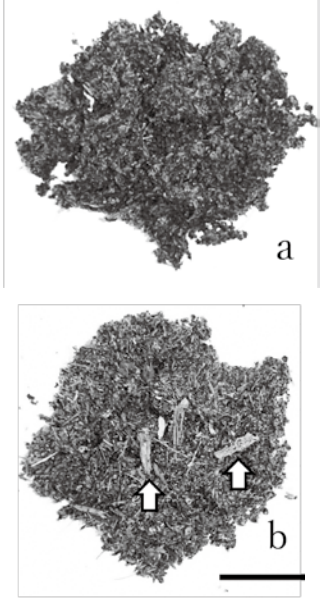


Figure 1. Photographic comparison of the contents of manure between control group (a) and bamboo group (b).
Arrows show the pieces of undigested rubbed bamboo.
Scale Bar: 3cm

試験期間中の供試豚の糞内容物を Figure 1 に示した．竹粉区の糞中（Figure 1 b）には，対照区の糞（Figure 1 a）には見られない竹粉サイレージの未消化の繊維状飼料片（Figure 1 b 矢印）が多く観察された．竹粉サイレージ給与が供試豚の糞中臭気物質濃度に及ぼす影響を Table 2 に示した．本試験で分析した硫化水素，メチルメルカプタンおよびアンモニア濃度の推移に一定の傾向は認められず，試験期間中，各週齢で両区の間に有意差は認められなかった．

竹粉サイレージの給与が供試豚ロース芯の食味性に及ぼす影響を Table 3 に示した．調査した６項目のうち，風味の評価が対照区で2.7，竹粉区で2.8となり，後者で有意に高い評価となった（P<0.05）．また，総合評価は対照区で3.1，竹粉区で3.2となり，両区間に有意な差は認められなかった．

考　察

竹粉サイレージは低タンパク・高繊維飼料と位置付けられる（大島ら，2016）ため，本試験の竹粉区に給与した飼料においては，対照区のものよりもタンパク含量が

Table 2. Effects of supplementation of rubbed bamboo silage to commercial diet on H2S, CH3SH and NH3 concentration in feces of finishing pigs.

	H_2S		CH_3SH		NH_3	
	Control group	Bamboo group	Control group	Bamboo group	Control group	Bamboo group
	—ppm/100ml—					
Pigs age (weeks)						
16	3.4 ± 1.8	4.0 ± 4.5	0.7 ± 0.7	0.6 ± 0.9	0.6 ± 0.2	0.5 ± 0.0
19	1.6 ± 2.2	1.7 ± 0.7	0.6 ± 0.6	0.4 ± 0.3	3.1 ± 3.0	2.0 ± 3.1
24	1.3 ± 0.9	1.0 ± 1.0	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.6 ± 0.2	0.5 ± 0.0
28	1.4 ± 0.8	1.8 ± 1.0	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	2.8 ± 2.5	0.7 ± 0.2
31	0.6 ± 0.0	1.0 ± 1.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	1.0 ± 0.8	0.9 ± 0.8

Mean ± SD (n=4)

Table 3. The comparison of the values of sensory evaluation between control group and bamboo group.

Item	Control group	Bamboo group
Texture	3.0 ± 0.9	3.1 ± 1.1
Juiciness	2.4 ± 0.9	2.5 ± 1.1
Flavor	2.7 ± 0.9[b]	2.8 ± 0.9[a]
Tasty	3.1 ± 0.8	3.0 ± 0.8
Greasy	1.9 ± 0.9	2.0 ± 0.9
Total acceptability	3.1 ± 0.8	3.2 ± 1.0

Mean ± SD (n=34)
All items were evaluated on a five-point scale. The values express the evaluation from 5 (favorable) to 1 (unfavorable) in the table.
[ab] Means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

低く，繊維含量が高かったものと考えられる．一方で，竹粉区の供試豚は対照区と遜色ない発育を示した．試験期間を通した採食量に両区間で有意差は認められなかったものの，竹粉区では試験開始から一貫して対照区より平均0.3kg / 頭・日程度上回る採食量を示していた．本試験の竹粉区では飼料をわずかに多く摂取することで，養分を補填したのかもしれない．飼料中の栄養価によって豚の飼料摂取量が変化する現象は他の研究でも認められており，大口ら（2012）は肥育豚に給与する発酵リキッド飼料に加水することで給与飼料単位重量当たりのエネルギー含量を低下させた場合，飼料摂取量は増加し，乾物摂取量および発育成績は加水しなかった場合と同等となったことを報告している．本試験のように竹粉サイレージを濃厚飼料に添加給与する場合，竹粉サイレージの栄養価および消化率の低さから，添加割合の増加に応じてタンパク含量は漸減することが予想される．採食量増加による養分の補填には限界があるものの，竹粉サイレージの10％という添加割合であれば，肥育豚の発育に悪影響は及ぼさないことが示唆された．

鶏では，飼料に竹粉サイレージを５～20％添加することで，排泄物の臭気の低減が可能であることが報告されている（中村ら，2009；大谷ら，2005）．また，豚に低タンパク・高繊維含有の飼料を給与することで，排泄物のアンモニア揮散量が低減されることも報告されている（梅本と折原，2005）．本試験の竹粉区には，竹粉サイレージを用いることで対照区よりも低タンパク・高繊維飼料を給与したものの，試験期間を通して供試豚の排泄物の臭気物質濃度に区間差は認められず，これまでの報告とは一致しない結果となった．糞尿臭気の原因となるアンモニアは，摂取された余剰タンパク質が豚自身の肝臓や腸内微生物によって代謝されたものである．糞臭気が両区とも同等であったことから，供試豚による余剰タンパク摂取量および代謝量は両区でほぼ同等であったことが推察される．このことは対照区に比べて竹粉区で給与飼料をわずかに多く摂取し続けたことで，濃厚飼料に由来するタンパク摂取量が両区で近い値となり，結果として発育だけでなく，糞臭気においても両区で同等となったものと推察された．

肉用豚の枝肉特性は給与飼料の栄養価に大きく影響され，特に背脂肪厚に及ぼす影響は顕著に観察される（大口ら，2012；渡辺ら，2001）．本試験では供試豚のバラ厚および背脂肪厚に竹粉サイレージ添加の影響は認められず，竹粉サイレージの10% 添加によって枝肉特性が著しく損なわれることはないものと考えられた．一方で，給与飼料の栄養価および化学成分は豚枝肉中の脂肪などの質にも影響を及ぼし，結果として豚肉の食味性にも影響を及ぼすことが知られている（入江，2009）．本試験では，食味試験において竹粉区の豚肉の風味が対照区に比べて有意に高い評価となった（P<0.05）．しかし，本試験では飼料や豚肉の微量成分を調査していないため，風味改善の直接的な原因には言及はできない．山下と田淵（2012b）は肥育豚飼料に竹抽出物を５％添加した試験において本試験と同様に豚肉の香りの改善を報告しており，これが竹に含有されるキシロオリゴ糖による可能性を示唆している．

以上より，竹粉サイレージを市販の肥育豚用配合飼料に10％添加して肥育豚に給与した場合，発育，産肉性および肉質において対照区と同等以上の結果が得られたことから，解砕竹粉サイレージは肥育豚用飼料として10％まで利用可能なことが明らかとなった．

要　約

未利用資源である竹の家畜飼料としての幅広い利用法を模索するため，竹粉サイレージを市販配合飼料に10％添加給与した場合の肉用豚の発育，糞臭気ならびに枝肉特性に及ぼす影響を検討した．バークシャー種去勢８頭（15週齢）を用いて，市販配合飼料を給与する対照区および市販配合飼料に竹粉サイレージを現物重量比10%添加給与する竹粉区を設けた．竹粉サイレージには，解砕処理したモウソウチクに米ヌカを20％添加後，水分55％となるように調整し，１ヵ月以上貯蔵したものを用いた．毎日の飼料摂取量および毎週の体重を測定し，定期的に糞臭気を測定しながら31週齢で屠畜解体し，両区の枝肉重量，枝肉歩留，第４－５胸椎間バラ厚，背脂肪厚およびロース芯面積を測定した．ロース芯を用いて官能試験（風味，多汁性，うま味，歯ごたえ，脂っこさおよび総合評価）を１～５段階評価で行った．試験期間中，両区とも順調に発育し，体重は同様に推移した．また，日増体量および飼料効率に有意差は認められなかった．採食量は，試験開始から一貫して竹粉区で約0.3kg / 頭・日ずつ多く採食したが，両区に有意な差は認められなかった．試験期間中の糞臭気に区間差はなく，同等の臭気物質濃度であった．枝肉特性に両区の間で有意差は認められなかったものの，官能試験では，風味に有意な区間差（P<0.05）が認められ，竹粉区で高い評価が得られた．以上より，竹粉サイレージを市販の肥育豚用配合飼料に10％添加して肥育豚に給与した場合，発育，産肉性および肉質において対照区と同等以上の結果が得られたことから，竹粉サイレージは肥育豚用飼料として10％まで利用可能なことが明らかとなった．

引用文献

林 國興．2012．焼酎粕の飼料利用．日暖畜報．55：101-107.

入江正和．2009．エコフィードの製造・利用技術と展望．日暖畜報．52：１-９．

岩澤敏幸・大谷利之・池谷守司．2005．鶏による竹資源利用に関する研究（第１報）．静岡中小畜試研報．16：49-53.

中村茂和・松井繁幸・杉山　典・黒田博通．2009．竹粉サイレージの給与が肉養鶏および採卵鶏の排せつ物臭気に及ぼす影響．静岡畜技研中小研セ研報．２：

43-48.
小川ゆかり・辻裕美子・青木高信・田中欽二・尾野喜孝. 2006. 茶ガラの給与が肥育豚の発育およびロース肉の性状変化に及ぼす影響. 佐賀大農彙報. 92：69-77.
大口秀司・上田淳一・三石達夫・佐伯真魚・饗庭　功・高橋巧一. 2012. 野菜残さを混合した発酵リキッドフィーディングが肉豚の生産性及び肉質に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 44：81-88.
大谷利之・杉山　典・関　哲夫・岩澤敏幸・池谷守司. 2005. 竹粉サイレージ給与が肉養鶏のふん便臭気に及ぼす影響. 静岡中小畜試研報. 16：55-58.
大島一郎・青木高信・田中欽二・尾野喜孝. 2004. 肥育豚の発育および枝肉成績に及ぼすクズ米添加飼料の影響. 佐賀大農彙報. 89：177-183.
大島一郎・久田真士・柳田大輝・廣瀬　潤・石井大介・松元里志・片平清美・主税裕樹・髙山耕二・中西良孝. 2016. 水分含量と米ヌカ添加割合が解砕繊維状竹粉サイレージの発酵品質に及ぼす影響. 日暖畜報. 59：131-134.
嶋澤光一・本多昭幸・尾野喜孝. 2009. バレイショ混合サイレージの給与が肥育豚の発育と血清生化学成分に及ぼす影響. 日暖畜報. 52：57-61.
戸沢一宏・柴田　尚・池永直浩・角田真由美・土橋宏司・神藤　学・保倉勝己・木村英生. 2015. タケ資源の有効利用に関する研究. 山梨総理工研機構研報. 10：35-41.
梅本栄一・折原惟子. 2005. 飼養環境改善による畜舎発生臭気の軽減技術の検討（２）
低蛋白質飼料・高繊維質飼料利用による豚舎臭気の軽減. 神奈川畜研報. 90：61-64.
渡辺千春・谷　浩・藤田　耕・冨家武男・吉田栄治・二階堂隆友. 2001. 温風乾燥処理した厨房残さのブタにおける飼料利用. 日畜会報. 72：J542-J550.
山下洋治・田淵賢治. 2012a. 竹抽出物のほ乳子豚への経口投与並びに離乳子豚への５％添加飼料給与が発育に及ぼす影響. 香川畜試報. 47：21-23.
山下洋治・田淵賢治. 2012b. 竹抽出物５％添加飼料給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響. 香川畜試報. 47：24-28.

鹿児島大学農場研報（Bull. Exp. Farm Fac. Agr. Kagoshima Univ.）40：７～11（2019）

ビワ（*Eriobotrya japonica*（Thunb.）Lindl.）における結果枝の太さおよび種類と果実重との関係について

西澤 優[1*]・福留弘康[1]・廣瀬 潤[1]・相場可奈[1]・川口昭二[1]・朴 炳宰[2]・遠城道雄[2]

[1]鹿児島大学農学部附属農場唐湊果樹園　〒890-0081　鹿児島市唐湊
[2]鹿児島大学農学部附属農場　〒890-0065　鹿児島市郡元

Correlation between Different Type and Diameter of the Bearing Shoot and Fruit Weight of Loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.)

Yu Nishizawa[1*], Hiroyasu Fukudome[1], Jun Hirose[1], Kana Aiba[1], Shoji Kawaguchi[1], Byoung-Jae Park[2] and Michio Onjo[2]

[1]*Toso Orchard, Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Toso, Kagoshima 890-0081*
[2]*Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065*

Summary

This experiment was done to improve farm training education and to create the method to produce large fruits of loquat in Toso Orchard, Faculty of Agriculture, Kagoshima University. Using ‘Nagasakiwase’ (outdoor or greenhouse cultivation), ‘Natsutayori’ (outdoor or greenhouse cultivation) and Mogi (outdoor cultivation), we investigated the relationship between different type or diameter of bearing shoot and a fruit cluster weight or a fruit weight. ‘Natsutayori’ (outdoor cultivation) had the largest shoot diameter and the fruit size compared with those in the other cultivars and the other cultivation environment. The diameter of central shoots was larger than that of the lateral shoots in all cultivars and cultivation environment without ‘Natsutayori’ (outdoor cultivation). A fruit cluster weight and a fruit weight of central shoots in ‘Natsutayori’ (outdoor cultivation) and ‘Mogi’ were heavier than those of lateral shoot. On the other hand, a fruit cluster and a fruit weight in ‘Nagasakiwase’ (outdoor and greenhouse cultivation) were almost equal to those in the central shoot and the lateral shoot, or higher value in the lateral shoot. The diameter of bearing shoot and the fruit cluster weight of all cultivars were showed the significant correlations positivly. These correlation coefficients were generally higher in the lateral shoot than in the central shoot. In particular ‘Natsutayori’ (outdoor cultivation) showed a high correlation coefficient (r=0.72) than other cultivars. Correlation between bearing shoot diameter and a fruit weight was weaker than correlation between bearing shoot diameter and a fruit cluster weight. These results indicated that in order to produce large loquat fruits in Toso Orchard, it is suitable to cultivate ‘Natsutayori’ which bears to harvest the larger fruit in outdoor cultivation. These results will also contribute to improve farm training education.

Key word: Bearing shoot, central shoot, fruit weight, lateral shoot, loquat

キーワード：ビワ，中心枝，副梢，果実重，結果枝

緒　言

ビワ（*Eriobotrya japonica*（Thunb.）Lindl.）は11月頃から開花が始まり，５月から６月にかけて収穫されるため，日本における果実出荷の少ない初夏時期には需要が高い．ビワの主な生産地域は長崎県および千葉県であり，近年では四国でも生産が盛んである．鹿児島県においてもビワは主要な生産果樹であり，その栽培面積は全国３位，生産量は全国５位である（鹿児島県農政部農産園芸課，2018）．鹿児島大学農学部附属農場唐湊果樹園（以下，唐湊果樹園）においてもビワは果実生産樹として栽培されており，農場実習で利用する教材としても重要な位置づけとなっている．

近年，ビワ果実は大果であるほど市場での価値は高いとされており，生産者の大果生産志向は強い．したがって，ビワの果実肥大に関わる要因を調査し，大果生産方法を確立することは，市場価値の高いビワ果実を生産するために重要である．これまでに，ビワの果実肥大には，種子重，葉数，積算温度などが関係していることが報告されている（内野ら，1994）．種子重が重く，１果実に対し葉数が６枚程度であると果実が大果になりやすいことも明らかにされている（濱口・松浦，1998）．一方，ビワ果実肥大に関わる栽培技術は確固たるものが確立されてない．近年のビワ果実形態の志向を考慮し，生産現場における簡易的なビワの大果生産方法の確立を目指す

2018年10月26日　受理日
2018年12月17日　受理日
*Corresponding author. E-mail: nishizawa@agri.kagoshima-u.ac.jp

には，栽培技術確立のための基礎的知見が必要である．

一般に，果樹では果梗が太いほど果実が大きくなりやすい．温州ミカンでは果梗の太さと果実重に高い相関があることが報告されている（鈴木，1976）．ビワは，充実した結果枝の先端に着花し結実する性質を持つ．ビワの結果枝は，その形状や性質から中心枝と副梢に大別できる．中心枝は伸長が少ないが着果率が良く，果実生産の主要な枝となっている．副梢は中心枝より着果率が劣るものの，生育旺盛で，次年度以降の結果枝として有望である．ビワは隔年結果性が強いため，安定した果実生産をするには，太く充実した結果枝を選別し，着果を管理する必要がある（永沢・永友，1960）．これまでに，１果房中の着果数が少ない方が果実の肥大率が高いことは報告されている（濱口・松浦，1998）．しかし，結果枝の種類や太さとビワの果実肥大の関係性について，中心枝については報告がある（中井・森岡，1976）が，副梢に着目した報告はない．

そこで本研究では，唐湊果樹園におけるビワ果実の簡易的な大果生産方法の確立を目指し，露地栽培と施設栽培において結果枝の種類および太さと果実重との関係について調査した．

材料および方法

本研究は2017年から2018年まで行った．供試材料は，唐湊果樹園内の露地栽培および施設（ビニルハウス）栽培のビワを用いた．露地栽培では，‘長崎早生’（共台，20年生，４樹），‘なつたより’（共台，８年生，１樹）および‘茂木’（共台，20年生，10樹）の３品種を供試した．施設栽培では，‘長崎早生’（共台，５年生，７樹）および‘なつたより’（共台，５年生，７樹）の２品種を供試した．肥培管理として，春季および秋季には N:P:K ＝ 9 : 6 : 6 化成肥料（しきしま９号，多木肥料），夏季には N:P:K ＝ 6 : 8 : 6 化成肥料（しきしま６号，多木肥料）をそれぞれ１回ずつ施肥した．施肥量は成木に対し化成肥料１kg施用し，樹冠下に散布した．施設のビニルは通年被覆とした．施設は無加温とし，施設内温度が25℃以上になると換気扇が作動するよう設定した．

2017年12月中旬から，花芽が充実した花房を選び，花房の上部３割および下部小花梗３段を除去する普通摘蕾を随時行った．2018年２月上旬から，果実横径が約１cm に達した果房を選び，１果房に３果または４果残し，残りの果実は摘果した．摘果作業と同時に，果房に対し袋かけを行った．2018年５月上旬から，果実が充分に肥大し，着色も良く，果房が成熟して下垂したものを適熟と判断し，随時収穫した．各供試材料の収穫は，露地栽培の‘長崎早生’で2018年５月15日から５月24日，露地栽培の‘なつたより’で2018年５月15日および５月24日，‘茂木’で2018年５月28日から５月30日，施設栽培の‘長崎早生’で2018年５月８日から５月24日，施設栽培の‘なつたより’で2018年５月８日から５月22日に行った．収穫の際には，結果枝の種類を中心枝と副梢に区別した．中心枝は前年度収穫し切り戻した箇所から出た新梢または前年度結果しなかった枝がそのまま伸長したものとした．副梢は中心枝から萌芽した新梢とした．収穫時に，結果枝の直径，果房重および果実重を測定および算出した．結果枝の直径は，収穫する果房に１番近い展開葉の上部で結果枝を切断し，その切り口の直径をノギスで測定した．その後すべての果梗枝を切除し，果房重を測定した．果実重は，果房重を１果房当たりの着果数で除した値とした．測定に供試した果房数は，露地栽培の‘長崎早生’で180房（中心枝95房，副梢85房），露地栽培の‘なつたより’で22房（中心枝15房，副梢７房），‘茂木’で139房（中心枝96房，副梢43房），施設栽培の‘長崎早生’で171房（中心枝115房，副梢56房），施設栽培の‘なつたより’で237房（中心枝167房，副梢70房）の計750房であった．栽培環境および品種間のデータ解析には，エクセル統計（(株）社会情報サービス社）を用いて，一元配置分散分析およびフィッシャーの LSD 法による多重比較検定を行った．また，中心枝と副梢間のデータ解析には t 検定を行った．

結　果

第１表には，栽培環境および各品種による結果枝の直径，果房重および果実重を示した．結果枝の直径は，‘茂木’が9.9 mm で‘なつたより’を除く他品種より有意に高い値を示した．果房重および果実重は，露地栽培の‘なつたより’がそれぞれ169.9 g および48.6 g であり，他品種より有意に高い値を示した．‘なつたより’およ

第１表　栽培環境および各品種による結果枝の直径，果房重および果実重

栽培環境[z]	品種	調査果房数	結果枝の直径（mm）	果房重（g）	果実重（g）
	全品種	750	9.4 ± 0.1[y]	120.8 ± 1.6	38.0 ± 0.4
施設	長崎早生	171	9.3 ± 0.1[bc]	103.1 ± 2.7[d]	35.5 ± 0.8[c]
	なつたより	237	9.2 ± 0.1[c]	118.7 ± 3.0[c]	39.6 ± 0.7[b]
露地	長崎早生	180	9.4 ± 0.1[b]	131.8 ± 3.1[b]	38.4 ± 0.6[b]
	なつたより	22	9.6 ± 0.2[abc]	169.9 ± 10.1[a]	48.6 ± 1.5[a]
	茂木	139	9.9 ± 0.1[a]	124.5 ± 3.7[bc]	35.8 ± 0.7[c]

[z] 施設：施設栽培．露地：露地栽培．

[y] 値は平均値 ± 標準誤差．同一英文字は品種間で LSD 法により５％水準で有意差がないことを示す．

び‘長崎早生’において，施設栽培より露地栽培で，果房重および果実重は有意に高かった．

第２表には，栽培環境および各品種による中心枝，副梢別の結果枝の直径，果房重および果実重を示した．結果枝の直径は，露地栽培の‘なつたより’では有意な差が認められなかったものの，他のすべての栽培環境および品種で，中心枝が副梢より有意に高い値を示した．果房重は，施設栽培の‘なつたより’，露地栽培の‘なつたより’および‘茂木’で，中心枝が副梢より有意に高い値を示した．一方，施設栽培の‘長崎早生’では中心枝と副梢が同等の値であり，露地栽培の‘長崎早生’では副梢が中心枝より高い値を示した．果実重は，露地栽培の‘なつたより’および‘茂木’で副梢より中心枝の方が有意に高い値を示した．施設栽培の‘なつたより’では，副梢より中心枝が高い値を示した．一方，露地栽培の‘長崎早生’では中心枝と副梢が同等の値であり，施設栽培の‘長崎早生’では中心枝より副梢の方が高い値を示した．

第３表に，栽培環境および各品種による結果枝の直径と果房重，および結果枝の直径と果実重との相関係数を示した．結果枝の直径と果房重の関係は，すべての栽培環境および品種で有意な正の相関が認められた．露地栽培の‘なつたより’では，相関係数が0.72であり他品種より高い値を示した．結果枝の直径と果実重との関係は，露地栽培の‘なつたより’および‘茂木’で有意な正の相関が認められた．一方，その他の栽培環境および品種では，相関関係に有意性は認められなかった．また，結果枝の直径と果房重との相関係数は，結果枝の直径と果実重との相関係数より高い値を示した．

第４表に，栽培環境および各品種による中心枝，副梢別の結果枝の直径と果房重および果実重との相関係数を示した．結果枝の直径と果房重との関係は，‘茂木’以

第２表　栽培環境および各品種による中心枝，副梢別の結果枝の直径，果房重および果実重

栽培環境[z]	品種	結果枝の種類	調査果房数	結果枝の直径（mm）	果房重（g）	果実重（g）
	全品種	中心枝	488	9.7 ± 0.1**[y]	124.3 ± 2.1**	38.4 ± 0.4
		副梢	262	9.0 ± 0.1	114.5 ± 2.5	37.2 ± 0.6
施設	長崎早生	中心枝	115	9.6 ± 0.1**	103.3 ± 3.4	34.7 ± 0.9
		副梢	56	8.7 ± 0.1	102.2 ± 4.8	37.1 ± 1.4
	なつたより	中心枝	167	9.4 ± 0.1**	124.0 ± 3.7**	40.0 ± 0.8
		副梢	70	8.5 ± 0.1	106.2 ± 4.7	38.6 ± 1.2
露地	長崎早生	中心枝	95	9.6 ± 0.1*	130.4 ± 4.6	38.7 ± 0.8
		副梢	85	9.2 ± 0.1	133.4 ± 3.9	38.1 ± 0.8
	なつたより	中心枝	15	9.9 ± 0.2	182.9 ± 10.0*	50.7 ± 1.3*
		副梢	7	9.1 ± 0.5	141.9 ± 20.7	44.1 ± 3.3
	茂木	中心枝	96	10.0 ± 0.1**	134.7 ± 4.3**	37.6 ± 0.7**
		副梢	43	9.5 ± 0.2	101.9 ± 6.2	31.9 ± 1.3

[z] 施設：施設栽培．露地：露地栽培．
[y] 値は平均値 ± 標準誤差．**は１％水準，*は５％水準で中心枝と副梢の間に有意差があることを示す．

第３表　栽培環境および各品種による結果枝の直径と１果房重および１果実重の相関係数

栽培環境[z]	品種	調査果房数	結果枝の直径/果房重（r）	結果枝の直径/果実重（r）
	全品種	750	0.37**	0.13**
施設	長崎早生	171	0.35**	0.07
	なつたより	237	0.40**	0.12
露地	長崎早生	180	0.42**	0.001
	なつたより	22	0.72**	0.64**
	茂木	139	0.21*	0.21*

[z] 施設：施設栽培．露地：露地栽培．
[y] **は１％水準，*は５％水準で有意であることを示す．

第４表　栽培環境および各品種による中心枝，副梢別の結果枝の直径と１果房重および1果実重の相関係数

栽培環境[z]	品種	結果枝の種類	調査果房数	結果枝の直径/果房重（r）	結果枝の直径/果実重（r）
	全品種	中心枝	488	0.33**[y]	0.11*
		副梢	262	0.40**	0.13*
施設	長崎早生	中心枝	115	0.35**	0.05
		副梢	56	0.41**	0.27*
	なつたより	中心枝	167	0.39**	0.14
		副梢	70	0.28*	0.007
露地	長崎早生	中心枝	95	0.38**	0.22*
		副梢	85	0.52**	0.28*
	なつたより	中心枝	15	0.58**	0.43
		副梢	7	0.77*	0.69
	茂木	中心枝	96	0.12	0.08
		副梢	43	0.21	0.27

[z] 施設：施設栽培．露地：露地栽培．
[y] **は１％水準，*は５％水準で有意であることを示す．

外のすべての栽培環境および品種で，有意な正の相関が認められた．また，施設栽培の‘なつたより’以外のすべての栽培環境および品種で，中心枝の相関係数より副梢の相関係数の方が高い値を示した．結果枝の直径と果実重との関係は，施設栽培の‘長崎早生’における副梢と，露地栽培の‘長崎早生’における中心枝および副梢で有意な正の相関が認められた．一方，すべての栽培環境および品種で，結果枝の直径と果房重との相関係数は，結果枝の直径と果実重との相関係数より高い値を示した．

考　察

近年のビワ大果生産志向を考慮し，栽培地域に適合する有用品種を導入することは，大果生産をするために重要である．本研究では，九州で主要な経済的品種である‘長崎早生’および‘茂木’のほかに，‘なつたより’を供試した．長崎県農林技術開発センターが育成した品種である‘なつたより’は，‘長崎早生’および‘茂木’より大果になりやすく，果実の外観，食味が優れている（稗圃ら，2010）．本研究で供試した‘なつたより’は，他品種より大果になり，稗圃ら（2010）の報告と同様な結果となった（第１表）．また，いずれの品種においても，施設栽培より露地栽培で大果になることが明らかとなった（第１表）．施設栽培は，温度管理によってビワ果実の早期出荷が可能であるが，施設内の温度が高いと果実肥大が充分に行われず早熟するため，小玉果になりやすい（藤崎・大倉，1983）．唐湊果樹園において，摘蕾，摘果，果実袋かけの時期は施設栽培と露地栽培でほぼ同時期に行ったが，収穫および出荷開始は施設栽培の方が早かった．すなわち，施設栽培では高温により果実が早熟し，露地栽培より小玉になったと考えられた．このことから，唐湊果樹園でビワの大果生産を行うためには，大果になりやすい‘なつたより’の樹数を増やし，露地栽培で管理すると良いことが示唆された．また，露地栽培の‘長崎早生’と施設栽培の‘なつたより’の果実重は同等の値を示したことから（第１表），‘長崎早生’に代わり，果実の外観，食味が従来の品種より優れている‘なつたより’を施設栽培することで，露地栽培の‘長崎早生’と同等な大きさの果実が収穫することができ，時期をずらして出荷できることが考えられた．

本研究において，ビワ結果枝の種類を中心枝と副梢に区別した場合，露地栽培の‘なつたより’を除くすべての栽培環境および品種で，副梢より中心枝が太かった（第２表）．太い結果枝は枝の伸長が良く，結果数が少ないほど果実が大きくなる傾向がある（永沢・永友，1960；濱口・松浦，1998）．施設栽培と露地栽培の‘なつたより’および‘茂木’では，副梢より中心枝で果房重および果実重が重かった（第２表）．本研究では，着果数の違いによって果実重が異なることはみられなかったため（未発表），摘果数の違いが果実肥大に与える影響は少なかったと考えらえる．このことから，‘なつたより’および‘茂木’において，中心枝は副梢より太くなりやすく，中心枝に結実した果実は大果になりやすいことが示唆された．一般に，果梗の太い果実は大果になる傾向があり，果梗部維管束の発達と果実肥大が関係しているとの報告がある（新居，2009）．特にビワは師管の特定部位が他種より特異的に発達することが知られており，その部位が果実への糖転流に関係していると推察されている（新居，2009）．本研究で，太い結果枝の先に大果が結実する傾向があることは，太い結果枝の維管束が発達し，光合成によって生産された糖類を効率よく果実へ転流することができたからと推察された．今後，維管束の発達および果実への糖転流と果実肥大の関係性について調査する必要がある．一方，中心枝は着果率が良いが，果実重は結果枝の種類間でほとんど差がないことが報告されている（中井・森岡，1976）．本研究の‘長崎早生’では，施設栽培および露地栽培ともに副梢より中心枝が太くなったが，果房重および果実重は，中心枝と副梢で同等，もしくは副梢の方が重くなる傾向を示した（第２表）．すなわち，中井・森岡（1976）の結果と同様に，‘長崎早生’は‘なつたより’や‘茂木’と異なり，結果枝の種類に関係なく，結果枝の太さによって果実肥大の程度が異なることが考えられた．

濱口・松浦（1998）は，結果枝の太さと果実重および果実肥大率の関係性について調査しており，枝径が10 ㎜以上の場合，結実した果実は枝径が10 ㎜以下のものより大きくなることを明らかにした．一方，結果枝の直径と果実重の相関関係については精査されていない．本研究では，太い結果枝に大果がなることをふまえ（第１，２表），結果枝の直径と果実重について相関関係を調べたところ，供試したすべての品種および栽培環境で，結果枝の直径と果房重の間に有意な正の相関関係があることが明らかとなった（第３表）．すなわち，果房重をビワの収量と考えると，結果枝が太くなれば収量が増加することが示唆された．特に露地栽培の‘なつたより’における相関係数の高さは興味深い．露地栽培の供試品種のうち，‘なつたより’は樹齢の若さと樹勢の強さが果房重に影響を与えていると推察されるが，今後この要因について精査していくことは，大果生産方法のための新たな知見となるだろう．

結果枝の種類別による結果枝の直径と果房重の関係性は，中心枝よりも副梢の方が強いことが明らかになった（第４表）．副梢は中心枝に比べ，着果率が悪く，枝も細いため，大果となる確率は低い．一方，高見ら（2002）は副梢の小さな単位の誘引を行うと，結果枝の受光環境が改善され，果実品質を向上さることを明らかにした．本研究では，副梢の直径が10 ㎜を超え，果実重が50 g 以上になる果実があった（未発表）．このことから，副梢においても，枝が太く，充実した果実の結実が望める場合は，積極的に誘引を行い，樹冠内の受光環境を改善するよう管理するのが良いと考えられた．

以上のことから，唐湊果樹園においてビワを大果生産するためには，①大果になりやすい‘なつたより’の樹

数を増やし，露地栽培で果実生産していくこと，②中心枝が副梢より太く充実する傾向があるため，中心枝に果実を結実させること，③中心枝が太くなれば，収量も増加するため，適切な剪定または芽かきを行い，中心枝を太く仕立てていくこと，④太い副梢は誘引等によって受光環境を改善し結実させること，これらのことに留意した栽培管理が必要であると示唆された．更に，本研究結果は唐湊果樹園におけるビワ大果生産方法確立の礎となるとともに，ビワを利用した農場実習にも役立てることができるだろう．今後，着房率や芽かきなどの栽培管理条件の変化が結果枝の直径に与える影響についても調査し，果実肥大との関係性を明らかにする必要がある．

要　約

唐湊果樹園におけるビワ果実の大果生産方法の確立を図るため，‘長崎早生’（露地栽培・施設栽培），‘なつたより’（露地栽培・施設栽培），‘茂木’（露地栽培）を用いて，結果枝の種類および太さと果房重および果実重の関係性について調査した．その結果，供試材料の中で最も枝が太く大果になるのは‘なつたより’（露地栽培）であった．結果枝の種類別では，‘なつたより’（露地栽培）を除くすべての栽培環境および品種で中心枝が副梢より太かった．‘なつたより’（露地栽培）と‘茂木’は，副梢より中心枝で果房重および果実重が重かった．一方，‘長崎早生’（露地栽培・施設栽培）は，副梢と中心枝で果房重および果実重が同等，もしくは副梢の方が高い値を示した．結果枝の直径と果房重の関係は，すべての品種で有意な正の相関が認められた．その関係性は中心枝よりも副梢の方が強かった．特に‘なつたより’（露地栽培）で r=0.72と他品種より高い値を示した．結果枝の直径と果実重の関係性は，結果枝の直径と果房重の関係性より弱かった．以上より，唐湊果樹園におけるビワ大果生産方法として，大果になりやすい‘なつたより’を露地栽培すること，大果になりやすく収量も増加するため，中心枝を太く充実させること，太い副梢も利用し収穫に結び付けること，これらに留意して栽培管理を行うと良いことが示唆された．このことは，今後のビワ実習教育のための一助となると考えられた．

引用文献

藤崎　満・大倉野　寿．1983. ビワのハウス栽培に関する研究　第２報　温度管理と果実の発育について．九農研．45: 272.

濱口壽幸・松浦　正．1998．ビワ果実の肥大と成熟．長崎果樹試研報．5 : 11-34.

稗圃直史・福田伸二・富永由紀子・寺井理治・根角博久・浅田謙介・長門　潤・佐藤義彦・中山久之・中尾敬．2010．ビワ新品種‘なつたより’．長崎農林技セ研報．1 : 83-100.

鹿児島県農政部農産園芸課．2018．果樹生産統計資料（平成28年度産実績）．5-9

川村秀和・篠原和孝・東　明弘．2008．ビワ‘長崎早生’の加温ハウス栽培における早期出荷技術．鹿児島農総セ研報（耕種）．2 : 1-8.

永沢勝雄・永友昭夫．1960．琵琶の隔年結果に関する研究　第１報　結果枝の強弱・結果量と新梢の生長及び花房の着生との関係．千葉大園学報．8 : 25-32.

中井滋郎・森岡節夫．1976．ビワの摘果に関する研究（第２報）結果枝の種類，着果位置，開花期，摘果時期が熟期及び果実の形質に及ぼす影響．千葉暖地園試研報．7 : 1-14.

新居直祐．2009．細胞構造からみた果樹類の果実，葉，根の成長．園学研．8 : 131-136.

鈴木鉄男．1976. 温州ミカン果実の大きさ，着色程度，果梗の太さからみた品質の差異．農及園．51: 1165-1166.

高見寿隆・今村俊清・松浦　正・山下次郎・浜口壽幸．2002．施設ビワの多収要因の解明と多収生産技術．長崎果樹試研報．9 : 1-18.

高瀬輔久・本美善央・新海邦治．1988．ビワのハウス栽培における夜温が熟期と果実肥大，品質におよぼす影響．愛知農総試研報．20: 300-308.

内野浩二・河野明広・立田芳伸・迫田和好．1994．ビワの果実重に影響する種子形成と気象要因．熱帯農業．38: 286-292.

鹿児島大学農場研報（Bull. Exp. Farm Fac. Agr. Kagoshima Univ.）40：13～18（2019）

牧場草地へのキュウシュウジカ侵入の日内，季節ならびに年次変動

中村南美子[1]・園田 正[1]・末野結実[1]・冨永 輝[2]・柳田大輝[2]・石井大介[2]・飯盛 葵[2]・松元里志[2]・
片平清美[2]・稲留陽尉[3]・塩谷克典[3]・赤井克己[4]・大島一郎[5]・中西良孝[1]・髙山耕二[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]一般財団法人鹿児島県環境技術協会　〒891-0132　鹿児島市
[4]タイガー株式会社　〒565-0822　大阪府吹田市
[5]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

The Diurnal, Seasonal, and Annual Variations of Sika Deer (*Cervus nippon nippon*) Invasions in the Grassland.

Namiko Nakamura[1], Akira Sonoda[1], Yuimi Sueno[1], Akira Tominaga[2],
Daiki Yanagita[2], Daisuke Ishii[2], Aoi Isakari[2], Satoshi Matsumoto[2], Kiyomi Katahira[2], Takayasu Inadome[3], Katsunori Shioya[3], Katsumi Akai[4], Ichiro Oshima[5], Yoshitaka Nakanishi[1] and Koji Takayama[1]*

[1]*Laboratory of Animal Behaviour and Management, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065*
[2]*Iriki Livestock Farm, Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Satsumasendai 895-1402*
[3]*The Foundation of Kagoshima Environmental Research and Service, Kagoshima 891-0132*
[4]*Tiger MFG Co., LTD. Suita, Osaka 565-0822*
[5]*Laboratory of Animal Functional Anatomy, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065*

Summary

The present study was conducted to obtain basic information for preventing deer (*Cervus nippon*) invasion in a grassland. We investigated the diurnal, seasonal, and annual variations of sika deer (*C. nippon nippon*) invasions in the grassland.

The situation of sika deer invasion on the Iriki Livestock Farm, Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University was surveyed periodically by light census. The average number of sika deer which invaded into the grassland in 2005-2006, 2009-2010, 2014-2015, and 2017-2018 were 58, 72, 177, and 205 heads per day, respectively, suggesting annual variation ($P < 0.01$). The situation of wild mammal invasion into the meadow (2 ha) was surveyed using sensor cameras. A majority of animal species photographed were sika deer, and they were mainly observed at night (18:00-5:00) ($P < 0.01$).

These findings indicated that the grassland in present study had been used year around as a safe and good feeding area for sika deer, especially at night. Additionally, it was suggested that the number of sika deer increased year after year.

Key Words: grassland, light census, sensor camera, Sika deer, wildlife damage

キーワード：牧場草地，鳥獣害，キュウシュウジカ，ライトセンサス，センサーカメラ

緒　言

近年，農場生産現場における野生鳥獣害が深刻化している（農林水産省，2018）．その１つに牧場草地へのシカ（*Cervus nippon*）の侵入が挙げられる（Kamei ら，2010；川村ら，2013；塚田，2012）．鹿児島大学農学部附属農場入来牧場の草地においても，多数のキュウシュウジカ（*C. nippon nippon*）が侵入し（第１図），ウシの自給飼料であるイタリアンライグラス（*Lolium multiflorum* Lam.）の生産に甚大な被害をもたらしている（髙山ら，2008；2017；吉田ら，2012）．草地へのシカの侵入は，牧草の採食による経済的損失だけでなく，家畜との接触による動物感染症伝播の危険性をはらんでいる．

牧場草地へのシカの侵入について，本州では草地周辺の飼料資源（林床植物など）が減少する冬季にホンシュウジカ（*C. n. centralis*）の侵入が増加することが明らか

2018年10月30日　受付日
2019年１月10日　受理日
*Corresponding author. E-mail: takayama@agri.kagoshima-u.ac.jp

第１図　入来牧場に侵入したキュウシュウジカの群れ（2015年５月28日）

にされている（Kamei ら，2010；高槻，2001）．これに対し，温暖な気候条件である屋久島では，冬季でも林床の飼料資源が減少しないことから，ヤクシカ（*C. n. yakushimae*）による草地への侵入に季節変化がみられないことが報告されている（川村ら，2013）．一方，本州と屋久島の間に挟まれた九州に生息するキュウシュウジカの牧場草地への侵入についての詳細は，まだ明らかにされていない．

そこで本研究では，牧場草地におけるシカ侵入防止に向けた基礎的知見を得ることを目的とし，牧場草地へのキュウシュウジカ侵入の日内，季節ならびに年次変動について検討を行った．

材料および方法

本研究は鹿児島大学農学部附属農場入来牧場（以下，入来牧場）で行われた．入来牧場は鹿児島県薩摩川内市の山間部に位置し（標高約500m：31°45’N,130°26’E），黒毛和種の繁殖・肥育一貫生産を主体とした教育・研究が行われている．牧場は150ha の面積を有しており，その大半を占める林地（90ha）や野草地（20ha）では繁殖牛の放牧が行われ，約35ha の人工草地では貯蔵飼料（サイレージ）の生産を目的とし，毎年６～８月には飼料用栽培ヒエ（*Echinochoa utilis* Ohwi et Yabuno），９月～翌年５月にはイタリアンライグラスの栽培がそれぞれ行われていた．

１．入来牧場へのキュウシュウジカ侵入の季節および年次変動

ライトセンサスによる調査を2009年６月～2010年５月，2017年６月～2018年５月にかけて月に１回，計24回実施した．日没前後（17：30～20：00）に予め設定した入来牧場内の調査ルート（約３km）を自動車あるいは徒歩で移動し，草地ならびにその周辺で確認されたキュウシュウジカの頭数をカウントした．得られたデータは，上記と同様な方法で調査した2005年６月～2006年５月（髙山ら，2008）および2014年６月～2015年５月（髙山ら，2017）のデータとともに，季節（夏：６～８月，秋：９～11月，冬：12月～翌年２月，春：３～５月）と年次（2005年～2018年のうち，４年間）を因子とする繰り返しのある二元配置分散分析を行った．

２．入来牧場内採草地へのキュウシュウジカ侵入の日内変動

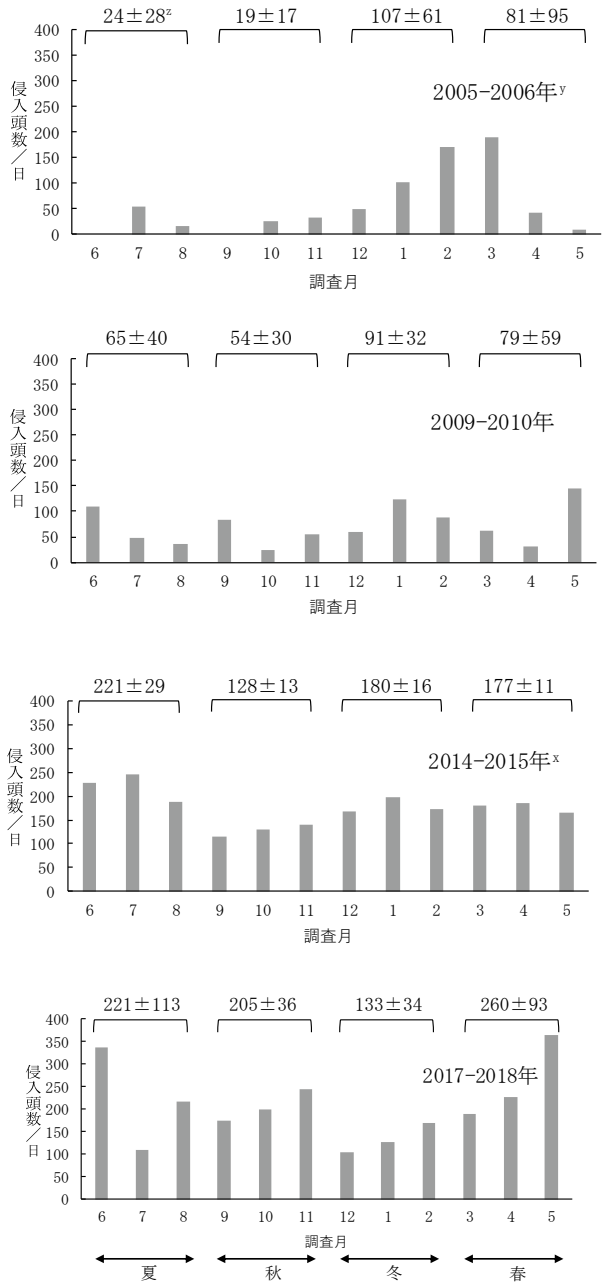
センサーカメラ（SG560-12mHD，BMC 社製）３台を採草地（２ha）内に設置し，キュウシュウジカおよび他の野生哺乳類の撮影頻度を2017年６月６日～2018年５月15日にかけて調査した．ただし，2017年の８月30日～10月10日にかけては，飼料用栽培ヒエの収穫とイタリアンライグラスの播種作業のため，一時的（41日間）に草地内のカメラを撤去した．センサーカメラについては，同一個体の重複撮影による過大評価を出来るだけ避けるため，撮影後に30分間の休止期間があるインターバル撮影を行った（關ら，2015）．センサーは30m 先まで検知可能とされ、カメラの画角は60°であり，感度については中レベルに設定した．キュウシュウジカについては，個体数推定法の１つである RAI（Relative abundance index）の算出方法（關ら，2015）を参考にして，撮影した画像から夏（６～８月），秋（９～11月），冬（12月～翌年２月）および春（３～５月）における各時刻での撮影頻度を求め，これを季節毎の総撮影頻度で除して，各時刻でのキュウシュウジカの撮影頻度割合を算出した．３台のカメラから得られた撮影頻度割合については，対数変換を行った（Martin and Bateson, 1990）．そして，日中（６：00～17：00）と夜間（18：00～６：00）の２つの時間帯と季節を因子とする繰り返しのある二元配置分散分析を行った．なお，供試した採草地には，キュウシュウジカの侵入防止柵（物理的防護柵や電気柵）の設置は行わなかった．

結果および考察

ライトセンサスによって明らかにした入来牧場へのキュウシュウジカ侵入の季節および年次変動を第２図に示した．2005～2006年における平均侵入頭数は58頭 / 日であり，2009～2010年，2014～2015年および2017～2018年ではそれぞれ72，177および205頭 / 日であった．キュウシュウジカ侵入頭数に対する分散分析の結果，季節変動はみられなかったものの，有意な年次変動が認められた（$P < 0.01$）．また，季節と年次による交互作用は認められなかった．

Kamei ら（2010）および塚田（2012）はホンシュウジカが放牧地を採食場所として利用していることを明らかにしており，川村ら（2013）は420頭 /km^{2}と極めて高い密度でのヤクシカによる牧場草地への侵入がみられたと報告している．本研究でも，2014～2015年と2017～2018年には多数のキュウシュウジカによる牧場草地への侵入が確認され，その数は2005～2006年および2009～2010年に比べて大幅に増加していることが明らかになった．

川村ら（2013）はヤクシカについて，年間を通して牧場草地への侵入が確認され，季節変動がみられなかったと報告している．一方，ホンシュウジカでは明確な季節



第２図　入来牧場におけるキュウシュウジカ侵入頭数の季節および年次変動

z 数値は各季節（３ヵ月間）におけるキュウシュウジカ侵入頭 数の平均値±標準偏差（n=3）を示す.

y 高山ら（2008）を一部改変

x 高山ら（2017）を一部改変

変動がみられ，林床植物などが減少する冬季に侵入が増加することが明らかにされている（Kamei ら，2010；高槻，2001）．本研究では，入来牧場へのキュウシュウジカの侵入が年間を通して多数確認され，ヤクシカ（川村ら，2013）同様に季節変動がみられなかった．本州と異なり，屋久島や南九州地域では年間を通してほとんど降雪がみられず，冬季に林床植物などの飼料資源が少なからず維持されると推察されるものの，本研究ではキュウシュウジカが草地を餌場として利用し，これに強く依存する形で生活している可能性が示唆された．

2017年６月～2018年５月の１年間，センサーカメラによって採草地で撮影された野生哺乳類は第１表に示すとおりである．カメラ３台の設置期間は302日間であったが、カメラ②については８日間動作不良で撮影出来なかったため、稼働日数は294日となった．カメラ３台で1,100～ 1,500の静止画像が得られ，撮影された動物種ではキュウシュウジカが2,700～ 3,400頭と最も多く，その他にニホンイノシシ（*Sus scrofa leucomystax*），ニホンアナグマ（*Meles anakuma*），ホンドタヌキ（*Nyctereutes procyonoides viverrinus*），そしてホンドキツネ（*Vulpes Vulpes japonica*）が観察された（第３図）．塚田ら（2006）は栃木県内の放牧地にセンサーカメラを設置したところ，12種の哺乳類が撮影され，本研究では確認されなかったノウサギ（*Lepus brachyurus*）が最も多く，次いでキツネ，ホンシュウジカの順であったと報告している．本研究では撮影された哺乳類は５種類と少なく，撮影された静止画像のほとんどがキュウシュウジカで占められていた．このことから，牧場草地，特に採草地でのシカによる牧草の食害が深刻であるものと推察され，実際，本研究の中で栽培した飼料用栽培ヒエ（６～８月）の収量はほとんどなく，イタリアンライグラス（９月～翌年５月）については皆無であった．上田ら（2008）はニホンジカ以外にもニホンイノシシが牧場草地に侵入し，特に冬～春にかけて牧草の食害が甚大であることを明らかにしている． 本研究では，６～７月にニホンイノシシの侵入が確認されたものの，牧草の採食は認められず，むしろルーティングによる地表面の掘り起こしが被害として大きかった（第４図）．

センサーカメラで撮影された採草地におけるキュウシュウジカの撮影頻度割合の日内変動を第５図に示した．夏（６～８月），秋（９～11月），冬（12月～翌年２月）および春（３～５月）のいずれの季節においても，キュウシュウジカの出現は18：00～５：00時の時間帯に集中しており，撮影頻度割合に対する分散分析の結果，

第１表　センサーカメラによる採草地でのキュウシュウジカおよび他の野生哺乳類の撮影頻度

	稼働日数	撮影枚数	キュウシュウジカ	ニホンイノシシ	ニホンアナグマ	ホンドタヌキ	ホンドキツネ
					― 撮影頻度 ―		
カメラ①	302	1,460	3,393	15	4	4	3
カメラ②	294	1,408	2,754	13	7	0	0
カメラ③	302	1,118	2,925	1	8	1	1

キュウシュウジカ

ニホンイノシシ

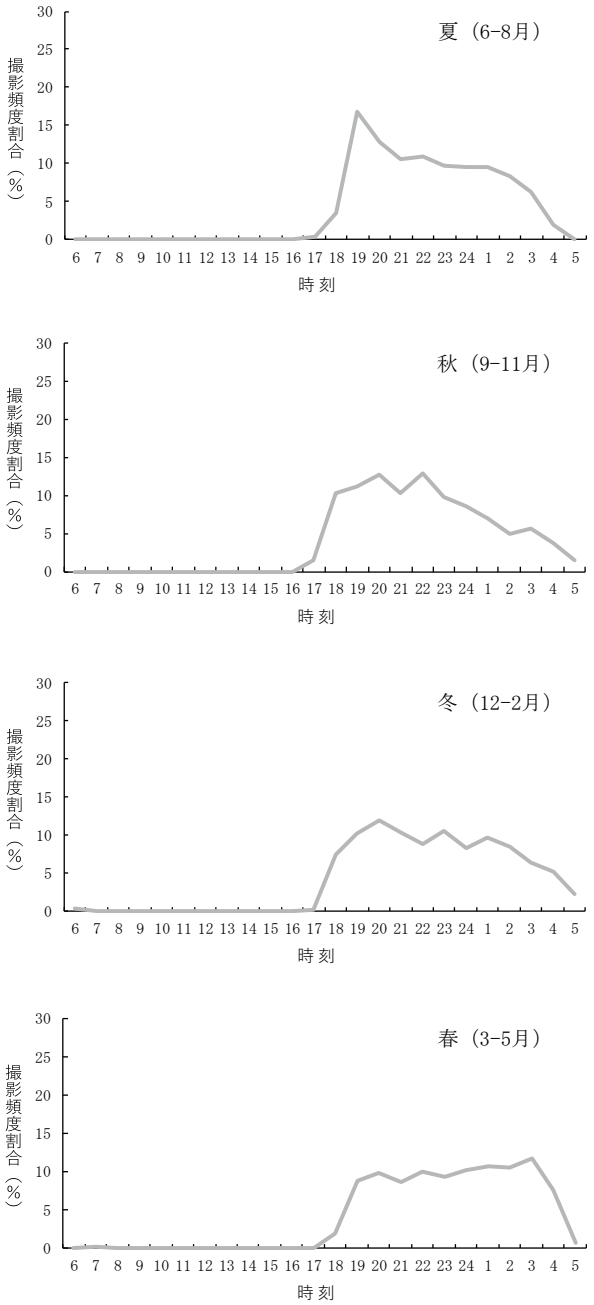
ニホンアナグマ

ホンドタヌキ

ホンドキツネ

第 3 図　採草地において，センサーカメラで撮影された野生哺乳類

第 4 図　ニホンイノシシのルーティングによる採草地の掘り起こし跡（2017年 6 月27日）
丸円で囲われた部分は掘り起こし跡を示す.



第 5 図　入来牧場内の採草地におけるキュウシュウジカ撮影頻度割合の日内変動

第 6 図　採草地内で休息や後肢の伸長を行うキュウシュウジカ

季節変動はみられず，むしろ日中（6：00～17：00）と夜間（18：00～5：00）の間で有意な変動が認められた（$P < 0.01$）．

塚田（2012）は牧場草地へのホンシュウジカの出没パターンは，日没および日の出前後の時間帯にピークを持つ二峰性の分布を示したと報告している．これに対して，本研究のキュウシュウジカは日没（18：00～19：00）前後から翌朝の日の出（4：00～5：00）前までの長時間に亘り，採草地内に滞在していること（一峰性）が明らかになった．実際，センサーカメラには牧草を採食しているキュウシュウジカの静止画像だけでなく，草地内でリラックスした状態で休息や後肢の伸長を行う状況（第 6 図）も観察された．

以上より，本研究を行った入来牧場の草地はキュウシュウジカにとって安全かつ良好な餌場として年間を通して利用されていることが明らかとなり，その数は年々増加していることが示された．特に，夜間に牧場草地への侵入が集中することから，低照度下でもキュウシュウジカが視認することで侵入を防止できるような牧柵（電気柵や物理的防護柵）の開発や設置方法を検討するとともに，牧草の食害を量的に把握することが重要と思われた．

要 約

牧場草地におけるシカ侵入防止に向けた基礎的知見を得ることを目的とし，牧場草地へのキュウシュウジカ侵入の日内，季節ならびに年次変動について検討を行った．鹿児島大学附属農場入来牧場におけるキュウシュウジカの侵入状況をライトセンサスにより定期的に調査したところ，2005～2006年における平均侵入頭数は58頭 / 日，2009～2010年，2014～2015年および2017～2018年ではそれぞれ72，177および205頭 / 日であり，年次変動が認められた（$P < 0.01$）．2017年 6 月～2018年 5 月にかけて採草地（2 ha）への野生哺乳類の侵入状況をセンサーカメラにより調査したところ，撮影された動物種の中ではキュウシュウジカが大半を占め，その出現は夜間（18：00～5：00）に集中していた（$P < 0.01$）．

以上より，本研究を行った入来牧場の草地はキュウシュウジカにとって安全かつ良好な餌場として年間を通して利用されており，特に夜間に集中していることが明らかになり，キュウシュウジカの頭数は年々増加していることが示された．

引用文献

Kamei, T., K. Takeda, K. Koh, S. Izumiyama, O. Watanabe and K. Ohshima. 2010. Seasonal pasture utilization by wild sika deer (*Cervus nippon*) in a sown grassland. Grassl Sci. 56: 65-70.

川村貴志・幸田良介・立澤史郎．2013．ヤクシカの牧場利用と利用個体の密度に影響する要因の把握．哺乳類科学．53：345-350.

Martin, P. and P. Bateson. 1990. p. 1-178. 行動研究入門－動物行動の観察から解析まで（粕谷英一・近　雅博・細馬宏通訳）．東海大学出版会．東京.

農林水産省．2019．鳥獣被害の現状と対策 p.1-17.〔Online〕http://www.maff.go.jp/ j/seisan/tyozyu/higai/attach/pdf/ index-271.pdf.（2019年 1 月閲覧）

關　義和・江成広斗・小寺祐二・辻　大和．2015．p. 313-351．野生動物管理のためのフィールド調査法哺乳類の痕跡判定からデータ解析まで第 6 章個体数の評価．京都大学学術出版会．京都.

高槻成紀．2001．シカと牧草－保全生態的な意味について－．保全生態学研究．6：45-54.

髙山耕二・園田　正・林田雄大・石井大介・柳田大輝・冨永　輝・松元里志・片平清美・大島一郎・中西良孝・稲留陽尉・塩谷克典・赤井克己．2017．牧場草地における野生シカの侵入実態．日暖畜報．60：21-26.

髙山耕二・内山雄紀・赤井克己・花田博之・伊村嘉美・中西良孝．2008．牧場草地へのニホンジカの侵入に対する防護柵の影響．鹿児島大学農場研報．30：11-14.

塚田英晴．2012．シカ（*Cervus nippon*）による草地利用と被害の実態．日草誌．58：187-192.

塚田英晴・深澤　充・小迫孝実・須藤まどか・井村 毅・平川浩文．2006．放牧地の哺乳類総調査への自動撮影装置の応用．哺乳類科学．46：5 -19.

上田弘則・高橋佳孝・井上雅央．2008．冬期の寒地型牧草地はイノシシ（*Sus scrofa* L.）の餌場となる．日草誌．54：244-248.

吉田美代・髙山耕二・石井大介・廣瀬　潤・木山孝茂・松元里志・片平清美・伊村嘉美・中西良孝・赤井克己．2012．ネット柵設置による牧場採草地へのシカ侵入防止効果．日暖畜報．55：27-31.

鹿児島大学農場研報（Bull. Exp. Farm Fac. Agr. Kagoshima Univ.）40：19～21（2019）

平飼い条件下での薩摩黒鴨 ™ の産卵性

髙山耕二[1]*・平野里佳[1]・園田大地[1]・中村南美子[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

Egg Productivity of Satsuma Black Aigamo Duck™ under Floor Flock Feeding Condition

Koji Takayama[1]* , Rika Hirano[1], Daichi Sonoda[1], Namiko Nakamura[1], Ichiro Oshima[2] and Yoshitaka Nakanishi[1]

[1]*Laboratory of Animal Behaviour and Management, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065*
[2]*Laboratory of Animal Functional Anatomy, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065*

Summary

The objective of this study was to obtain fundamental information on the egg productivity of Satsuma Black Aigamo duck™ (SBA) under floor flock feeding condition. Twelve SBA (♂ 3 , ♀ 9) were raised on a commercial layer diet (crude protein 15 % , metabolizable energy 2,800 kcal/kg) *ad libitum* in a duck shed at the experimental farm of Kagoshima University for 180 days (180-360 days of age). The egg production rate of SBA during the experiment was 79.2%. The fertility was 97.0%, and the hatchability of the fertilized eggs was 77.1%. The proportion of yolk to total egg weight of SBA was significantly larger than that of commercial chicken ($P<0.05$). As for chemical composition of yolk, SBA eggs contained significantly less moisture and more protein than commercial chicken eggs ($P<0.05$). These results indicated that SBA has a higher egg productivity compared with other ducks and egg quality of SBA is different from that of commercial chicken.

Key words: egg productivity, floor flock feeding, integrated rice and duck farming, Satsuma Black Aigamo duck™

キーワード：アイガモ農法，平飼い，薩摩黒鴨 ™, 産卵性

緒　言

田植え直後の水田にアイガモ雛を放飼し，無農薬による安全な米と鴨肉を同時に生産するアイガモ農法は，作物生産と畜産が有機的に結合した有畜複合農業の１つである（萬田，1993）．アイガモ農法で生産された米は消費者の高い評価を受け，その販路は安定的に確保されている．その一方で，水田での働きを終えたアイガモの処理と流通・販路の確保が大きな課題となっている（萬田，1995）．

アイガモ農法では，様々な種類のアイガモが用いられているものの，その多くが成体重1.2～2.0kg 程度の小型～中型のものであり，生産したアイガモ肉の加工・流通を視野に入れた場合，肉量が十分とは言えない（髙山ら，2018）．こうした中，水田放飼に適したより大型の肉用アイガモを作出するため，日本有機株式会社，萬田農園および鹿児島大学農学部の３者（産・学・民）によるプロジェクトが2013年にスタートし，薩摩黒鴨 ™ が作出された（髙山ら，2018）．薩摩黒鴨 ™ は産肉量の面では肉用アヒルであるチェリバレーに及ばないものの，17週齢で体重が約３kg に達し，南九州で広く利用されている薩摩鴨の1.5倍に達することが明らかにされている（Takayama ら，2017）．加えて，著者らは薩摩黒鴨 ™ が就巣性を有することなく，年間を通じて多く産卵することを日常的に観察しており，肉用としてのみならず，産卵能力も備えた卵肉兼用種として位置づけているが，薩摩黒鴨 ™ が有する産卵性については，未だ明らかにされていない．

そこで本研究では，薩摩黒鴨 ™ の産卵性を明らかにするために，平飼い条件下での産卵率，孵化率および卵質について検討した．

2018年８月31日　受付日
2019年１月22日　受理日
*Corresponding author. E-mail: takayama@agri.kagoshima-u.ac.jp

材料および方法

2017年12月23日から2018年６月21日にかけて，鹿児島大学農学部附属農場内動物飼育棟において飼養試験を行った．180日齢の薩摩黒鴨 ™12羽（♂３，♀９）を14㎡の飼育スペースで市販成鶏用配合飼料（粗タンパク質含量15%，代謝エネルギー含量２,800kcal/kg）を不断給与しながら360日齢まで群飼した．

試験期間中（180～360日齢）の産卵数からヘンデイ産卵率を算出するとともに，卵重ならびに♂を含む群全体の飼料消費量を毎日測定した．2018年５月７日～６月６日にかけて，貯卵２週間以内の種卵337個を温度37 ℃，湿度60～80%に設定した人工孵卵機（P-05型，昭和フランキ社製）に入卵し，孵卵７日目に検卵を行い，無精卵および発生中止卵を除いた後，受精率を求め，孵化羽数から対入卵孵化率および対受精卵孵化率をそれぞれ算出した．300日齢時には，市販鶏卵（以下，鶏卵；M 社生産の白色レグホン鶏）と薩摩黒鴨 ™ 卵の卵質を比較するため，卵黄，卵白および卵殻の構成割合，卵黄および卵白の化学成分を常法により測定した．

得られた結果については，鶏卵と薩摩黒鴨 ™ 卵の卵質の比較を t 検定により行った．

結果および考察

180～360日齢における薩摩黒鴨 ™ の産卵成績を第１表に示した．産卵率は79.2%，平均卵重は78.3g，１日当たりの飼料消費量は226g/ 羽であった．供試した薩摩黒鴨 ™ は201日齢で初産（50%産卵到達）日齢に達し，180～209日齢での産卵率は25.9%，210～239日齢で88.9%，240～269日齢で90.0%，270～299日齢で90.4%，300～329日齢で91.1%，そして330～360日齢で88.5%となり，210日齢以降は安定した産卵率を示し，飼料消費量や卵重についても大きな変動がみられなかった．アイガモを含むアヒル類は優れた産卵能力を有しており（National Research Council, 1991），佐藤ら（1990）は肉用種であるチェリバレーの産卵率について，170日齢で初産日齢に達し，181～210日齢で84.4%，211～240日齢で87.2%，241～270日齢で94.4%，271～300日齢で91.1%，301～330日齢で87.2%および331～360日齢で91.1%と高い値を示したと報告している．本研究で用いた薩摩黒鴨 ™ は南九州で広く利用されているアイガモの一種である薩摩鴨とチェリバレーを交配して作出されたものであり，その産卵能力はチェリバレーによる影響をより強く受けたものと推察され，このことから産卵率が高かった可能性が示唆された．しかしながら，佐藤ら（1990）はチェリバレーの産卵率が361～390日齢で74.4%と急激に低下し，391～420および421～450日齢では56.1および57.2%とさらに低下したと報告している．本研究での調査は360日齢の時点で終了しており，薩摩黒鴨 ™ の産卵能力の解明においても，今後，より長期間に亘る調査が必要と思われた．

薩摩黒鴨 ™ の孵化成績を第２表に示した．受精率は97.0%を示し，対入卵孵化率と対受精卵孵化率はそれぞれ74.8および77.1%であった．アイガモを含むアヒル類の孵化率はニワトリに比べて低く，60～70%程度とされている（萬田，1993；柳田，1981）．これに対し，本研究で用いた薩摩黒鴨 ™ の孵化率は一般に飼養されているアヒル類に比べ，やや高いものと推察された．なお，孵化したヒナの羽装色は黒色が99%以上を占めていた．

鶏卵と薩摩黒鴨 ™ 卵における卵黄，卵白および卵殻の構成比を第３表に示した．卵重に対する卵黄の割合は鶏卵に比べて薩摩黒鴨 ™ で有意に大きい値を示し（P ＜0.05），卵白および卵殻の割合は有意に小さかった（P ＜0.05）．卵黄の化学成分については，鶏卵と薩摩黒鴨 ™ 卵のいずれにおいても水分が最も多く，次いで脂質，そしてタンパク質の順であり，これらが卵黄の大半を占めていた（第４表）．水分含量は鶏卵に比べ，薩摩黒鴨 ™ 卵で有意に低い値を示した（P ＜0.05）が，タンパク質含量は有意に高く（P ＜0.05），脂質含量には両者に差がみられなかった．一方，卵白の化学成分についは，両者ともに水分とタンパク質が大半を占めており，水分含量はニワトリに比べ，薩摩黒鴨 ™ 卵で有意に低かった（P ＜0.05）が，タンパク質含量は高い傾向を示した（P ＜0.1）（第４表）．

アヒル類の卵に占める卵黄の割合は，鶏卵に比べて高いことが明らかにされており（田名部・小川，1979；山中・古川，1975），本研究でも同様な結果が得られた．卵黄および卵白の化学成分については，前者ではニワト

第１表 薩摩黒鴨™の産卵成績

	産卵率 z (%)	卵重 y (g)	飼料消費量 x (g/ 羽 / 日)
薩摩黒鴨 ™	79.2	78.3 ± 8.4	226 ± 26.9

z 180～360日齢におけるヘンデイ産卵率
y 180～360日齢において，計測された全ての卵重の平均値 ± 標準偏差
x 180～360日齢において，毎日計測した♂を含む群全体の飼料消費量から求めた１羽当たりの平均値 ± 標準偏差

第２表 薩摩黒鴨™の孵化成績

	受精率	対入卵孵化率	対受精卵孵化率
		－ % －	
薩摩黒鴨 ™	97.0	74.8	77.1

第３表 鶏卵と薩摩黒鴨™卵における卵黄，卵白および卵殻の構成比

	卵重に対する割合		
	卵　黄	卵　白	卵　殻
		－ % －	
市販鶏卵	27.6 ± 1.4^{az}	62.2 ± 1.5^{a}	10.2 ± 0.4^{a}
薩摩黒鴨 ™	31.1 ± 1.4^{b}	59.4 ± 1.4^{b}	9.5 ± 0.6^{b}

平均値 ± 標準偏差（n=9）
z 同一列の異肩文字間に有意差あり（P ＜0.05）

第 4 表 鶏卵と薩摩黒鴨™卵の化学成分

	卵黄					卵白				
	水分	タンパク質	脂質	炭水化物	灰分	水分	タンパク質	脂質	炭水化物	灰分
					－％－					
市販鶏卵	47.5±0.2[az]	16.4±0.5[a]	34.1±0.7	0.2	1.9	88.6±0.6[a]	10.3±0.7	0.1±0.1	0.3±0.1	0.7
薩摩黒鴨 ™	46.1±0.7[b]	18.2±0.6[b]	33.6±1.1	0.1	1.8	87.4±0.3[b]	11.5±0.3	0.1	0.3±0.1	0.6

平均値±標準偏差（n=3）
[z] 同一列の異肩文字間に有意差あり（P ＜0.05）

リとの間で差がみられ，後者では差がないことが報告されている（田名部・小川，1979；山中・古川，1975）．本研究では，卵黄ならびに卵白のいずれにおいても薩摩黒鴨 ™ 卵の水分含量が鶏卵より低く，タンパク質含量は高い傾向を示した．

中国や東南アジアでは，食用卵としてのアヒル類の卵の需要が大きい（笹崎と清水，1985；髙山と中西，2010）のに対し，わが国ではこれらが食卓に上る機会はほとんどない．しかしながら，本研究で用いた薩摩黒鴨 ™ の産卵能力は高く，その産卵率から年間250個程度の卵を得ることが十分に可能であるものと推察された．わが国におけるアヒル類の卵の用途は，繁殖における種卵利用が主であるが，本研究で鶏卵に比べて卵黄の割合が高いことが示されたことから，卵黄を利用するマヨネーズやアイスクリームなど加工用卵としての利用が期待され，今後，その用途についても模索する必要がある．

以上より，平飼い条件下での薩摩黒鴨 ™ の産卵能力および繁殖能力は他のアヒル類よりも高く，その卵質は鶏卵とは異なることが示された．

要　約

平飼い条件下での薩摩黒鴨 ™ の産卵性に関する基礎的知見を得ることを目的とし，産卵率，孵化率および卵質について検討した．2017年12月23日から2018年 6 月21日にかけて，鹿児島大学農学部附属農場内動物飼育棟において飼養試験を行った．180日齢の薩摩黒鴨 ™12羽（♂3，♀9）を14㎡の飼育スペースで市販成鶏用配合飼料（粗タンパク質含量15%，代謝エネルギー含量 2,800 kcal/kg）を不断給与しながら群飼した．180～360日齢における薩摩黒鴨 ™ の産卵率は79.2%であった．受精率は97.0%，対受精卵孵化率は77.1%であった．薩摩黒鴨 ™ 卵に占める卵黄の割合は，市販鶏卵のそれに比べて有意に大きく（P ＜0.05），その化学成分では薩摩黒鴨 ™ 卵の水分含量が市販鶏卵より有意に低く（P ＜0.05），タンパク質含量が有意に高かった（P ＜0.05）．

以上より，薩摩黒鴨 ™ の産卵能力および繁殖能力は他のアヒル類よりも高く，その卵質は鶏卵とは異なることが示された．

謝　辞

本研究は，農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」の支援を受けて実施した．

引用文献

萬田正治．1993．アイガモの定義と用途．畜産の研究．47（1）：167-170.

萬田正治．1995．アイガモ農法の到達点と今後の展望．技術と普及．32（11）：38-41.

National Research Council. 1991. Microlivestock: little-known small animals with a promising economic future. p. 90–99. National Academy, Washington, D.C.

笹崎龍雄・清水英之助．1985．p.78-80．中国の畜産－家畜の品種を中心に－．養賢堂．東京.

佐藤忠夫・佐藤公一・日高康志・久知良正一・植木節子・大塚慎二郎．1990．合鴨の交配様式及び飼養管理技術．大分農技セ研報．20：79-95.

髙山耕二・中西良孝．2010．アジア型畜産に学ぶ－ミャンマー連邦南シャン州流域における国際協力の現場から－．畜産の研究．64：451-456.

髙山耕二・竹本夏美・大島一郎・萬田正治・野口愛子・中西良孝．2018．水田放飼に適した肉用アイガモの作出．鹿大農学術報告．68：42-51.

Takayama, K., M. Miyashita, I. Oshima, M. Manda, A. Noguchi and Y. Nakanishi. 2017. Meat productivity of Satsuma Black Aigamo duck™. Jpn. J. of Organic Agric. Sci. 9（2）: 43-47.

田名部尚子・小川宣子．1979．各種家禽卵の性状ならびに成分の比較 1．アヒル，バリケン，ニワトリおよびキジ卵の構成成分および化学成分の比較．家禽会誌．16：329-336.

山中良忠・古川　徳．1975．主要鳥卵の各主成分に関する比較研究 1．主要鳥卵の成分組成．家禽会誌．12：114-119.

柳田昌秀．1981．アヒル－肥育と採卵の実際－．p.1-123．農山漁村文化協会．東京.

鹿児島大学農場研報（Bull. Exp. Farm Fac. Agr. Kagoshima Univ.）40：23～27（2019）

資　料

入来牧場における実習教育改善のための取り組み
－アンケート調査による技術職員の実習指導スキル向上事例－

石井大介[1*]・片平清美[1]・松元里志[1]・冨永 輝[1]・柳田大輝[1]・飯盛 葵[1]・大島一郎[2]

[1]鹿児島大学農学部附属農場入来牧場　〒895-1402　薩摩川内市
[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

Activities for Improving Practical Education at the Iriki Livestock Farm
-The Questionnaire Approach to Improve the Instruction by Technical Stuff in Field Practice-

Daisuke Ishii[1*], Kiyomi Katahira[1], Satoshi Matsumoto[1], Akira Tominaga[1], Daiki Yanagita[1], Aoi Isakari[1] and Ichiro Oshima[2]

[1]*Iriki Livestock Farm, Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Satsumasendai-shi, Kagoshima, 895-1402*
[2]*Laboratory of Animal Functional Anatomy, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, 890-0065*

キーワード：アンケート調査，フィールド実習，技術職員，指導スキル

緒　言

近年，高等教育における教育の質を保証するための具体的な取り組みとして，授業評価アンケートが導入されている（文部科学省，2008）．この授業評価アンケートは全国の国公私立大学の約74％で実施されており，本学においても，すべての開設科目で授業評価アンケートが実施され，学生からの意見を参考に担当教員が授業改善を図るシステムとなっている．鹿児島大学農学部附属農場入来牧場（以下，入来牧場）では，年間を通じて宿泊実習が開講されており，その全ての実習で授業評価アンケートが実施されている．講義とは異なり，フィールドで実施される演習・実習では，技術職員も教員とともに学生教育に携わるが，主に講義を対象に作成されている授業評価アンケートでは，技術職員の技術指導に関する質問事項は設けられていない．実習現場での声量や話し方，技術指導内容などはフィールド教育の質保証に必須であると考えられるものの，技術職員の指導を学生がどう受け止めているのかを知る機会は限られている．

目標に対する効率的なプロセスを確立する一つの方法として，Plan -Do-Check-Action（PDCA）サイクルが様々な分野で用いられており，教育現場においてもその効果が報告されている（椿ら，2009；大貫ら，2014）．入来牧場では，平成24年度から独自の技術職員実習教育向上PDCA サイクル（以下，PDCA サイクル）を実施し，実習における課題の抽出や技術職員の指導スキル向上に取り組んでいる．本資料では，この取り組み内容を紹介するとともに，PDCA サイクルによって技術職員の指導に対する学生の評価，感想がどのように変化したかについて報告する．

2018年10月30日　受付日
2018年11月22日　受理日
*Corresponding author. E-mail: daisuke@agri.kagoshima-u.ac.jp

方　法

【開講実習および PDCA サイクル】

入来牧場における年間の宿泊実習スケジュールを第１表に示した．入来牧場では年間延べ約30日の宿泊実習が実施されている．各実習では受講生の専攻および学年に応じて，担当教員が設定した教育目標に則した実習内容が実施されている．このうち，技術職員は全ての実習において指導補助（事前準備，安全確保等）や技術指導を行っている．

入来牧場で実施されている PDCA サイクルの流れを第１図に示した．PDCA サイクルでは，実習開講前に教職員全員で到達目標とともに実習時の段取りを確認する

第１表　入来牧場における年間の宿泊実習スケジュール

実習名	対象学年（専攻）	宿泊期間	総受講者数（平成24－28年度）	内容
A	1年生（なし）	2泊3日	203	家畜飼養管理
B	2年生（畜産）	4泊5日	112	家畜飼養管理
C	3年生（畜産）	3泊4日	192	食肉加工
D	4年生（獣医）	4泊5日	92	家畜飼養管理・臨床基礎

(P)．実習では事前の計画を着実に遂行すると共に実習最終日に学生に対してアンケート調査を実施する（D)．実習後，アンケート調査の結果から教職員全体で実習を振り返り，問題点を抽出する（C)．得られた問題点から改善案を検討し，次回実習に反映させる（A)．これらのサイクルを毎実習で繰り返すことで，技術職員の指導スキル向上を図っている．

【アンケート調査および集計】

アンケート調査では，学生が実習を振り返り，全24問の設問（第２表）に回答することで技術職員の指導について評価した．各設問は，段階評価と自由記載から構成されており，自由記載では各実習項目の良かった点（美点)，悪かった点（欠点）に関して具体的な記述を求めた．また，最終設問では，実習全体の評価として学生の実習満足度を段階評価（秀～不可）させた．

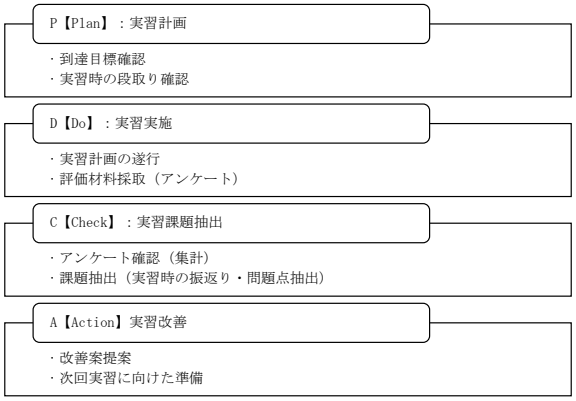
本資料では，PDCA サイクルで行ったアンケート調査のうち平成24年度～平成28年度のデータを集計した．また，集計に用いるデータには，実習内容で共通点の多い実習 A および B のアンケート結果を合算して用いた．

集計は，全ての設問を以下の３項目に分類し，項目毎のアンケート回答結果を集計することで，3項目に関する学生の評価・感想の推移を調査した．

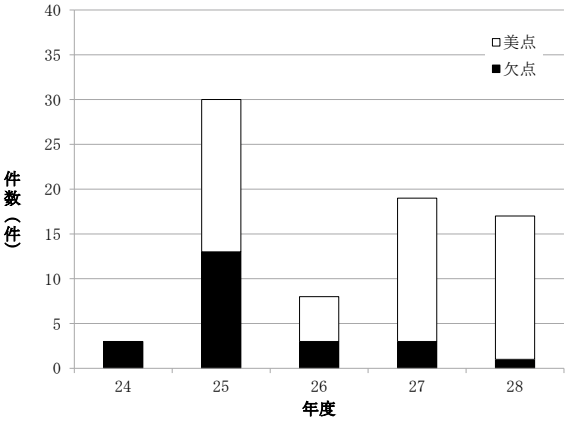
項目１：指導法

項目２：学生とのコミュニケーション

項目３：学生に対する配慮



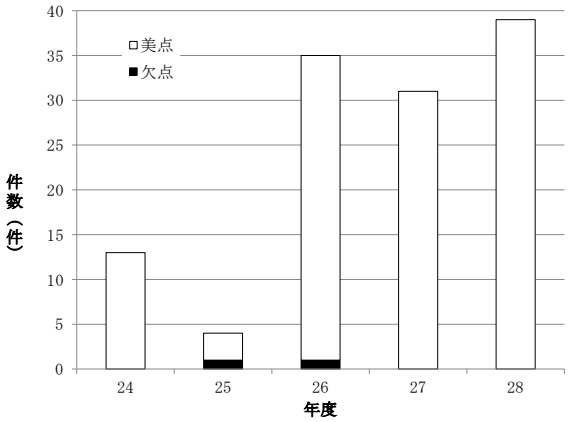
第１図　入来牧場における PDCA プログラムと具体的実施内容



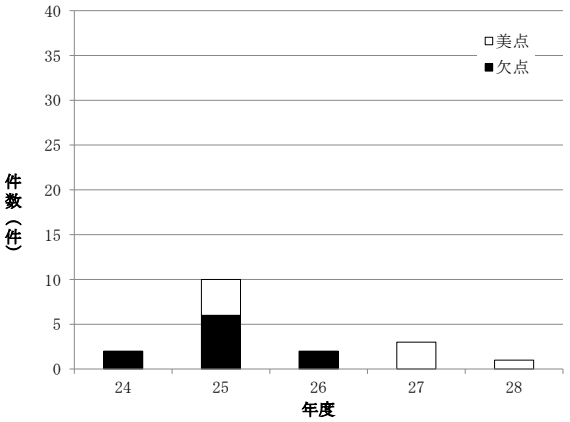
第２図　実習教育における技術職員の指導法（項目1）に関する美点・欠点の推移

第２表　アンケート調査を実施した項目

アンケート項目	評価	自由記載
問１　今回の実習を終えての意見・改善点・感想を教えて下さい。		
①　飼養管理（子牛，育成牛・繁殖牛・肥育牛・草地）		
②　ハンドリング		
③　牛体洗浄，ブラッシング		
④　体重測定		
⑤　農業機械運転		
⑥　行動調査		
⑦　耳標，鼻環装着	３段階評価	有
⑧　体尺測定		
⑨　飼料考察		
⑩　牧草収量予測		
⑪　柵設置		
⑫　去勢，除角，採血		
⑬　実習プレゼンテーション		
問２　技術職員についての意見・感想を教えて下さい。		
①　技術職員の説明や指導はどうでしたか。	３段階評価	無
②　各実習での説明や指導について，良かった点や良くなかった点を教えて下さい。	無	有
③　技術職員全員の顔と名前が一致しますか。	２者択一	無
④　実習を通しての技術職員との思い出があれば自由に記述して下さい。	無	有
問３　共同生活を行ったことで何か得るものがありましたか。	無	有
問４　今回の実習について，良かった点・良くなかった点をそれぞれ記述して下さい。	無	有
問５　今回の実習を終えての満足度を５段階評価して下さい。	５段階評価	無



第3図　実習時の技術職員と学生のコミュニケーション（項目2）に関する美点・欠点の推移



第4図　実習時における技術職員の学生に対する配慮（項目3）に関する美点・欠点の推移

第3表　アンケート調査で挙げられた各項目の美点および欠点

	欠　点	美　点
指導法 （●項目１）	●内容が難しくて理解し辛かった。 ●説明が長く，何度も同じ説明があった。 ●説明が足りない所があった。 ●人によって説明にバラツキがあり戸惑った。 ●資料がなく，分かり辛かった。 ●補助はありがたいが全部はやらないでほしい。	●補足説明やデモが充実し，要点を掴みやすかった。 ●理解できるまで根気強く指導してくれて心強かった。 ●全体説明後も個別で説明してくれて安心して取り組めた。 ●資料があって，分かりやすかった。 ●自分たちで考えさせてくれたので勉強になった。
コミュニケーション （■項目２）	■質問時間を取ってほしかった。 ■質問し辛かった。	■質問時間がたくさんあり，実習時間外でも教えてくれた。 ■質問したら発展したことまで教えてくれた。 ■実習以外での会話が楽しかった。 ■個人名で呼んでくれて親密に話せて嬉しかった。
配慮 （○項目３）	○機械の音で説明が聞こえなかった。 ○早口，小さい声で聞き取り辛かった。 ○作業指示がないことがあった。 ○職員同士の実習進行の共通理解が欠けていた。	○声が大きく，はっきりしていて分かりやすかった。 ○具体的かつ的確な指示で分かりやすかった。

上記，1～3の項目毎に設問回答の自由記載欄から得られた美点・欠点の記述を全て抽出し，その内容を要約するとともに，美点・欠点それぞれの平成24年度～平成28年度にかけての記述数推移を調査した．

また，最終設問で得られた平成24年度～平成28年度にかけての実習全体の満足度評価の推移を集計した．

結果および考察

アンケートで挙げられた実習時の技術職員の指導法（項目１）に関する美点・欠点の推移を第２図に示した．平成24年度のアンケート調査では美点は挙げられておらず，欠点のみが挙げられていた．平成25年度以降，美点も挙げられ，徐々に欠点に対する美点の割合が高くなった．このことは，平成24年度～平成28年度にかけて，技術職員の指導法に対する学生の満足度が向上したことを示しているものと考えられる．

実習時の技術職員と学生のコミュニケーション（項目２）に関する美点・欠点の推移を第３図に示した．実習時の技術指導においては学生とのコミュニケーションが必要不可欠であり，平成24年度～平成28年度にかけてのアンケート調査でも，そのほとんどで美点が挙げられていた．一方で，平成25年度および平成26年度のアンケートでは欠点も挙げられており，コミュニケーションにも課題が残されていることが明らかとなった．

実習時における学生に対する配慮（項目３）に関する美点・欠点の推移を第４図に示した．アンケートへの記載数自体が少ないものの，平成24年度～平成26年度にかけては欠点が多く挙げられていた．一方，平成27年度以降は美点のみが挙げられる結果となった．

上記項目１～３の美点・欠点の推移に関して，アンケートの自由記載欄に挙げられた具体的な美点・欠点の記述を第３表に示した．

平成24年度に100%を占めた（第２図）技術職員の指導法（項目１）に関する欠点としては説明内容の複雑さ，説明の過不足といった説明スキルに関することが挙げられていた．また，技術職員間での説明の重複，説明資料といった実習に対する事前の準備不足が挙げられた．加えて，「技術職員の補助はありがたいが全部はやらないでほしい」といった欠点も挙げられていた．一方，平成25年度以降徐々にその比率が高まっていった美点（第２図）としては，欠点で挙げられた説明スキル不足，事前

第4表 平成24年度から平成28年度にかけて行った入来牧場での取り組み

	取り組み	具体的内容
指導法 （●項目1）	●説明内容の統一 ●説明資料作成 ●「先回りしない」意識	説明内容（詳しさ）のバラつき抑制 学生目線の説明方法の考案 学生の失敗を見守る姿勢の励行
コミュニケーション （■項目2）	■質問内容の学生全員への共有 ■学生の名札着用	質問しやすい雰囲気作り コミュニケーションのきっかけ作り
配慮 （○項目3）	○説明中の機械運転禁止 ○説明時の声量の確認 ○実習場所の隔離 ○トランシーバー導入	車両走行音の抑制 聞きやすい口調の確認 学生の集中力維持・確保 円滑な実習進行

a 職員によるデモンストレーション

b 学生への補助

c 学生に対する全体説明

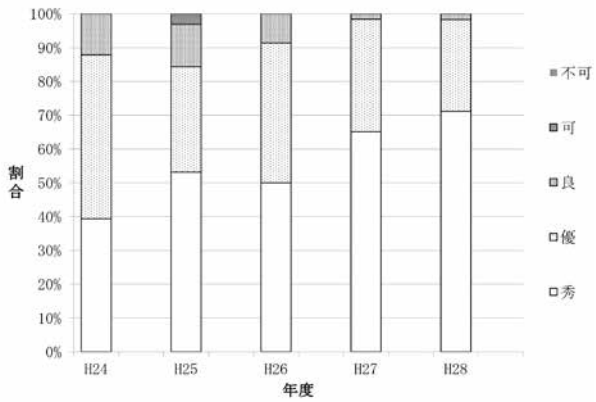
d 学生毎に対する個別対応

第5図 実習時における説明およびデモンストレーションの様子

の準備不足が改善されている意見となっており，時間経過とともに欠点が改善されていたことが明らかとなった．第３図において，そのほとんどを占めた技術職員と学生のコミュニケーション（項目２）に関する美点では，実習中や実習外でのコミュニケーションが円滑に行われていたことを示す意見が多く挙げられていた．一方，わずかではあるが欠点として，質問時間を設けるといった物理的な課題に加えて，質問し辛いといった技術職員側の個性や雰囲気も挙げられていた．平成24年度～平成26年度まで挙げられた（第４図）技術職員の学生に対する配慮（項目３）に関する欠点では，技術職員の機械操作，口調，指示不足，意識共有不足といった学生側に立った実習が実施できていないことを指摘する意見が挙げられていた．これに対し平成27年度以降では，口調や指示が改善された意見が挙げられた．また，それまで挙げられていた機械音や共通理解に関する欠点は挙げられなくなっていた．

これら平成24年度～平成28年度にかけてアンケートで挙げられた欠点を基に入来牧場で取り組んだ内容を第４表に示した．

技術職員の指導法（項目１）に関しては，技術職員間で綿密な打ち合わせを行い，説明内容のバラつきを抑制するとともに，理解しやすい説明資料の作成に取り組んだ．また，技術職員が先回りして学生の失敗を防ぐのではなく，安全を確保しながら学生の失敗を見守ることで，学生の学びを促進する意識の励行に取り組んだ．技



第6図　平成24年度から平成28年度にかけての実習満足度の推移

術職員と学生のコミュニケーション（項目２）では，学生に名札の着用を依頼し，学生の名前を呼ぶことで話しやすい雰囲気づくりに取り組んだ．同時に，学生から出た質問を全員で共有することで実習中のディスカッションやコミュニケーションのきっかけづくりに取り組んだ．学生に対する配慮では，技術職員一人一人が学生の立場に立った集中できる実習環境づくりに取り組んだ（第５図）．

平成24年度～平成28年度にかけての実習満足度の推移を第６図に示した．

項目１～３に対して，平成24年度～平成28年度にかけて PDCA サイクルを繰り返し，実習改善を図った（第４表）結果，実習全体を秀および優と評価した学生の割合は増加し，学生の満足度が飛躍的に向上する結果となった．

以上のように，技術職員の指導スキル向上を目的として取り組んだ PDCA サイクルでは，毎回の実習において課題抽出および改善努力を地道にかつ丁寧に繰り返すことで，学生の実習満足度が着実に向上することが明らかとなった．このことは，技術職員の指導スキルが向上したと同時に，実習全体の環境や雰囲気の改善にも繋がったものと推察された．講義とは異なり，技術職員が携わる実習教育では技術職員一人一人の学生に対する指導，コミュニケーションおよび配慮の意識が教育効果に影響を及ぼす可能性がある．技術職員にとっては毎年同じ内容を繰り返す実習であっても，学生にとっては初めての経験であり，数少ないフィールド学習の機会となる．学生にとって限られた実習機会をより充実したものとするため，今後も PDCA サイクルを継続することで実習環境の改善に取り組む必要がある．

要　約

技術職員の実習指導スキル向上のため，入来牧場で開講される実習において技術職員実習教育向上 PDCA サイクル（以下，PDCA サイクル）を実施した．PDCA サイクルでは実習前準備（Plan）．実習とアンケート調査実施（Do）．アンケート結果から問題点抽出（Check）．問題点改善（Action）．を繰り返した．アンケート調査では24問の設問から，技術職員の指導に対する学生の感想・評価を調査し，技術職員の指導法（項目１），コミュニケーション（項目２），配慮（項目３）に分類して集計した．平成24～28年度の実習において PDCA サイクルを丁寧に繰り返すことで，平成24年度当時学生から挙げられた各項目の欠点は平成28年度には大きく改善され，学生の実習全体に対する満足度は着実に向上した．このことは実習教育において技術職員の指導，コミュニケーションおよび配慮の意識が教育効果を左右することを示しており，今後も継続的に PDCA サイクルを実施することで実習環境の改善に繋がるものと考えられる．

引用文献

椿美智子・小林高広・久保田一樹．2009．学習型 PDCA 及び CAPD サイクルを用いた学習過程テキスト情報の個人差を考慮した分析．教育情報研究．25（４）：15-27.

大貫和恵・増子恵理香・板倉有紀．2014．PDCA サイクルにより得た学生の教育効果．茨城キリスト教大学紀要．48：269-274

文部科学省．2008年．授業の質を高めるための具体的な取り組み内容．［Online］http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/06/08061617/002.htm（2018年７月閲覧）

付　録

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）

1. 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に価値があり，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．
   1）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．
   2）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．
   3）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（土壌，気象，生物など）の記録・分析結果，部局発展の歴史など．
2. 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．
3. 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．
4. 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．
5. 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．
6. 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．
7. 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．
8. 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．
9. 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．
10. 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．
11. 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．
12. 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）．
13. 原稿などは，印刷終了後に返却する．
14. 「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．
15. 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）

1. 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25㎜程度あけ，用紙の下端部中央に頁数を明記する．
2. 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．
3. 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：一部分，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ドを附記し区別する（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，μm，nm，pm，cm^2，kl，dl，l，ml，μl，kg，g，mg，μg，ng，pg，hr，min，sec，rpm，Hz，Bq，cpm，dpm，ppm，ppb，℃，J，pH，LD_{50}，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こらない限り，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．本文中での表，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，巻，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で付し，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.

稲葉昭治. 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40号

平成31年３月18日　印刷
平成31年３月25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