

ISSN 0386-0132
KDNK 34 (2012)

鹿児島大学農学部

農場研究報告

第34号

*Bulletin of the Experimental Farm
Faculty of Agriculture, Kagoshima University
No. 34*

鹿児島大学農学部附属農場

平成24年3月

*Experimental Farm, Faculty of Agriculture
Kagoshima University, March 2012*

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

叶 内 宏 明

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

論 文

カンキツにおける自家不和合性および交雑不和合性の検定山本雅史・川口昭二・福留弘康・勘米良祥多・久保達也・富永茂人	1
飼料用米の給与が合鴨の卵肉生産に及ぼす影響高山耕二・内富大輔・溝口由子・城戸麻里・富永 輝・田浦一成 野村哲也・大島一郎・中西良孝	7
ツバキ園におけるガチョウの除草利用溝口由子・主税裕樹・高山耕二・中西良孝・富永 輝・城戸麻里 田浦一成・野村哲也・大島一郎・坂田祐介	11
ツバキ園における山羊の除草利用主税裕樹・溝口由子・広瀬啓介・高山耕二・中西良孝・富永 輝 城戸麻里・田浦一成・野村哲也・大島一郎・坂田祐介	17

付 録

農場研究報告投稿規程および原稿作成要領.....	25
--------------------------	----

Contents

Articles

- Examination of Self- and Cross-incompatibility in Citrus
.....Masashi Yamamoto, Shoji Kawaguchi, Hiroyasu Fukudome, Shota Kanmera,
Tatsuya Kubo and Shigeto Tominaga 1
- The Effects of Feeding Paddy Rice as Feed to *Aigamo* Ducks on Their Meat and Egg Production
.....Koji Takayama, Daisuke Uchitomi, Yuko Mizoguchi, Mari Kido, Akira Tominaga,
Issei Taura, Tetsuya Nomura, Ichiro Oshima and Yoshitaka Nakanishi 7
- Weeding by Geese in a Camellia Garden
.....Yuko Mizoguchi, Yuki Chikara, Koji Takayama, Yoshitaka Nakanishi, Akira Tominaga,
Mari Kido, Issei Taura, Tetsuya Nomura, Ichiro Oshima and Yusuke Sakata 11
- Weeding by Goats in Camellia Garden
.....Yuki Chikara, Yuko Mizoguchi, Keisuke Hirose, Koji Takayama, Yoshitaka Nakanishi,
Akira Tominaga, Mari Kido, Issei Taura, Tetsuya Nomura, Ichiro Oshima and Yusuke Sakata 17

Appendixes

- Preparation of Manuscripts 25

カンキツにおける自家不和合性および交雑不和合性の検定

山本雅史^{1*}・川口昭二²・福留弘康²・勘米良祥多²・久保達也¹・冨永茂人¹

¹鹿児島大学農学部果樹園芸学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

²鹿児島大学農学部附属農場唐湊果樹園 〒890-0081 鹿児島市唐湊

Examination of Self- and Cross-incompatibility in Citrus

Masashi Yamamoto^{1*}, Shoji Kawaguchi², Hiroyasu Fukudome², Shota Kanmera²,
Tatsuya Kubo¹ and Shigeto Tominaga¹

¹Laboratory of Fruit Science, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

²Toso Orchard, Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Toso, Kagoshima 890-0081

Summary

Self and cross-incompatibility/compatibility of citrus were determined by pollen tube growth in the style. Ichang papeda and pummelo 'Matou anyu' were self-incompatible, whereas two papeda accessions, five accessions classified as citron and its relatives, and two hybrids, 'Hayaka' and 'Haruka', were self-compatible. Of the 396 cross combinations among 26 self-incompatible accessions including 111 reciprocal crosses, 'Ariake' and Clementine, Kunenbo and Yamabuki, and Keraji and Kikai-mikan were cross-incompatible. Remaining 390 cross combinations were cross-compatible.

Key Words: compatibility, pollen fertility, pollen tube

キーワード：花粉管，花粉稔性，和合性

緒 言

カンキツにおいて自家不和合性の品種・系統は，単為結果性が備わっている場合に無核性となる（岩政・大庭，1980; Yamamoto ら，1995; Yamamoto・Tominaga, 2002）が，単為結果性が無い場合には不結実性を示す（Kretdorn・Robinson, 1958; 三輪，1951; Mustard ら，1956; Reece・Register, 1961; Soost, 1956）ので，各品種の自家不和合性の有無を解明することは極めて重要である．そのため，多数の品種について自家不和合性の検定が実施されてきており，著者らも前報（Yamamoto ら，2006）においてカンキツ65品種・系統の自家不和合性／和合性を明らかにした．しかしながら，未解明の品種・系統もまだ多く存在する．

カンキツの自家不和合性は配偶体型自家不和合性であり（Soost, 1969），不和合性に関する遺伝子型が同一である場合に交雑不和合性を示す．交雑不和合性の解明は，自家不和合性品種の栽培や育種における基礎的情報として価値が高いが，カンキツにおいては限られた組み合わせで知られているのみである（Nagai・Tanikawa, 1928; Soost, 1964, 1969; Yamamoto ら，2006; 山本ら，2010）．

一般に，自家または交雑不和合性の検定は，人工受粉

果の結実数および種子数を調査することによって実施されるが，カンキツでは生理落果の多発や雌性不稔性のため，その判定が困難であることも多い．そのため，1組み合わせあたりの受粉花数を多くする必要があり，多数の検定には多大の労力を要する．一方，不和合性の検定に花柱内での花粉管の伸長を観察する方法もある（Martin, 1958）．これは配偶体型の不和合性反応が花柱内で起きることを利用した方法であり，短期間で不和合性の検定が可能である．カンキツにおいても Kim ら（2010, 2011），北島ら（2001），Vithanage（1986），Yamamoto・Tominaga（2002）および Yamashita（1978）が，不和合性の検定に本法を利用している．特に Ngo ら（2001）は，花柱内における和合および不和合花粉管の状態を詳細に観察し，この方法がカンキツにおける不和合性または和合性の確実な検定法であることを示した．筆者らも前報（Yamamoto ら，2006）において花粉管伸長の観察によって，多数品種および組み合わせの不和合性および和合性を解明することができた．本研究においては，前報（Yamamoto ら，2006）に引き続いて同様の方法により，数品種・系統の自家不和合性／和合性および多数組み合わせの交雑不和合性／和合性を検定したので報告する．

2011年11月16日 受付日

2012年1月16日 受理日

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

材料および方法

鹿児島大学農学部附属農場唐湊果樹園においてカラタチを台木として栽培されているカンキツ品種・系統（以下，系統と略）を供試した．自家不和合性の検定には11系統を（Table 1），交雑不和合性の検定には既報（Yamamoto ら, 2006）および本研究で自家不和合性であることが確認された26系統を用いた111組み合わせの正逆交雑を含む396組み合わせを供試した（Table 2）．

不和合性の検定においては，開花直前の花蕾の花弁および雄蕊を除き，自家または他家受粉し，直ちに袋掛を行った．受粉6～8日後に花を採取し，雌蕊をメタノール酢酸（3：1）に浸漬して-20℃で保存した．花柱内の花粉管はMartin（1958）に従って観察した．すなわち，8Nの水酸化ナトリウムで軟化した花柱を0.1%アニリンブルーで約4時間染色し，押しつぶし法で顕微鏡標本を作製した．蛍光顕微鏡（UV）下で，花柱上部，中部，基部の花粉管数を計数した．併せて，花粉管の状態についても観察した．本観察には3花以上を用いた．

花粉稔性は上野（1986）に従い，5花からの各1葯中の花粉を混合した500粒以上の花粉をアセトカーミンで染色し，顕微鏡で観察した．

結 果

カンキツ属11系統のうち，花柱基部における花粉管数はイーチャンパペダで0.3本，ブンタンの‘麻豆紅柚’で0.0本であり，この両者は自家不和合性であった．一方パペダのマクロプテラおよびブルット，シトロンの丸

仏手柑およびその近縁種のメキシカンライム，ベルガモット，パロティンベルガモット，レモンリアル並びに交雑品種である‘早香’および‘はるか’では花柱基部における花粉管数は最低でも21.3本で，これらは自家和合性と判定できた（Table 1）．

26系統を用いた396組み合わせのうち，交雑不和合性が確認できたのは‘ありあけ’とクレメンティンとの正逆交雑，クネンボとヤマブキとの正逆交雑並びにケラジミカンと喜界ミカンとの正逆交雑の6組み合わせだけであった．残りの390組み合わせでは，花柱基部における花粉管数は10～100本以上であり，交雑和合性と認められた（Table 2）．交雑不和合性の6組み合わせでは，花柱基部における花粉管数は0.0～1.7本であった（Table 3）．

考 察

本研究および既報（Yamamoto ら, 2006）の結果，調査した76系統のうち，33系統が自家不和合性を示した．調査した全てのブンタンは自家不和合性であり，ブンタン類縁系統にも自家不和合性のものが多数認められた．マンダリンのうち自家不和合性を示したものはシクワサー等ほとんど日本原産のマンダリンで，インド原産のボンカン等，中国原産のキノクニ等は全て自家和合性であった．また，シトロンの近縁のライムやレモン等は全て自家和合性を示した．近年の類縁関係研究の結果，カンキツの起源種はシトロンのブンタンおよびマンダリンであること（Barkley ら, 2006; Federici ら, 1998; Nicolosi ら, 2000; Yamamoto ら, 1993），タチバナやシクワサー等の日本原産マンダリンは他地域原産のマン

Table 1 Pollen fertility and self-incompatibility/compatibility of citrus accessions used in this study.

Accession	Latin name Cross combination	Pollen fertility ^z (%)	Self-incompatibility/compatibility					SI or SC ^x
			No. of days after polli- nation	No. of flowers observed	No. of pollen tubes ^y			
					Top of the style	Middle of the style	Base of the style	
Papeda								
Ichang papeda	<i>C. ichangensis</i> Swing.	92.8	7	4	62.1	4.5	0.3	SI
Macroptera	<i>C. macroptera</i> Montr.	86.8	7	4	100<	100<	100<	SC
Purutto	<i>C. hystrix</i> DC.	93.3	7	4	100<	91.0<	55.8<	SC
Citron and its relatives								
Marubusshukan	<i>C. medica</i> L.	90.4	7	3	81.7<	80.7<	70.0	SC
Mexican lime	<i>C. aurantifolia</i> (Cristm.) Swing.	30.3	7	7	58.4<	46.1	21.3	SC
Bergamot	<i>C. bergamia</i> Risso et Poit.	40.0	7	3	100<	63.7<	24.0	SC
Balotin bergamot	<i>C. balotina</i> Poit. Et Turp.	84.5	6	3	100<	100<	84.3	SC
Lemonreal	<i>C. excelsa</i> Wester	53.3	7	4	100<	100<	79.5<	SC
Pummelo								
Matou anyu	<i>C. maxima</i> (Burm.) Merr.	98.3	6	4	30.8	1.8	0.0	SI
Hybrid								
Hayaka	<i>C. unshiu</i> × <i>C. reticulata</i>	90.1	6	4	100<	92.5<	69.0<	SC
Haruka	<i>C. tamurana</i> hybrid	88.7	7	4	100<	84.8<	37.0	SC

^z Pollen fertility was determined by acetocarmin method according to Ueno (1986).

^y When numbers of observed pollen tubes were more than 100, we counted them as ‘100<’. In this case, we could not calculate exact mean number. We calculated mean number by regarding ‘100<’ as 100, and add ‘<’.

^x SI: self-incompatibility, SC: self-compatibility.

Table 2 Cross-incompatible/compatible of citrus analyzed in this study.

No.	Accession	Latin name (Cross combination)	Pollen parent																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			Cross-incompatible												Cross-compatible																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	Anseikan	<i>C. maxima</i> (Burm.) Merr.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	19	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

Table 3 Number of pollen tubes observed in the style of cross-incompatible combination in this study.

Cross combination	No. of days after pollination	No. of flowers observed	No. of pollen tubes		
			Top of the style	Middle of the style	Base of the style
Ariake × Clementine ^z	6	4	33.8	15.8	0.3
Clementine × Ariake ^z	8	8	24.7	2.7	0.0
Kunenbo × Yamabuki	8	3	11.7	3.3	1.7
Yamabuki × Kunenbo	6	5	19.0	1.8	0.0
Keraji × Kikai-mikan ^z	7	4	19.5	2.8	0.8
Kikai-mikan × Keraji ^z	7	5	7.8	1.6	0.4

^z These results were reported in Yamamoto et al. (2006, 2010).

ダリンと遺伝的に明確に区別できること (Hirai ら, 1986; Yamamoto・Tominaga, 2003) が解明された。これらの結果と前述のカンキツにおける自家不和合性系統の分布から、カンキツにおける自家不和合性はブンタンおよび日本原産マンダリンを起源とする可能性があることがわかった。ただし、ブンタンと日本原産マンダリンとの間に類縁関係を認める報告は無く、これらが独立に発生したのか、両者に何らかの遺伝的関係があるのか、という点は今後研究を進める必要がある。また、供試した野生種のうち、イーチャンパペダのみが自家不和合性であった。カンキツ属におけるイーチャンパペダの分類学上の位置には未解明の点が多いが、マンダリンとの関係を示

唆する結果も得られている (Asadi Abkenar ら, 2004; Deng ら, 2007; Nicolosi ら, 2000)。上記の日本原産マンダリンとこのイーチャンパペダの不和合性との関係についても今後の検討事項である。

26系統間において交雑不和合関係は3組み合わせで認められた。このうち、‘ありあけ’とクレメンティンおよびケラジミカンと喜界ミカンは、親子関係にある (山田ら, 1995; 山本ら, 2010)。クネンボとヤマブキとの類縁関係は明らかでないが、この両者の交雑不和合関係は既に Nagai・Tanikawa (1928) によって報告されている。さらに、現在まで知られている交雑不和合性は極めて近縁な系統間のみである (Soost, 1969) ことから、カン

キツにおいて交雑不和合性は限定されていることが推察できた。これは、カンキツの不和合性に関する遺伝子の多様性が大きく、同一の遺伝子型を示すことがほとんど無いことを示しているのであろう。

今後、自家および交雑不和合性の理解を深めるためには、各品種における不和合性に関する遺伝子型を解明する必要がある。従来、遺伝子型は膨大な組み合わせの人工受粉によって決定するしかなかったが、近年、果樹においてはリングやナシ等バラ科果樹で遺伝子型決定の種々の方法が開発された。バラ科果樹における不和合性にはS-RNaseと呼ばれる不和合反応を担うRNaseが関与するため、それを支配するS-RNase遺伝子型を解明することで不和合性遺伝子型は決定できる (Ishimizu ら, 1999; Sakurai ら, 1997)。また、不和合性遺伝子に連鎖しているアイソザイムマーカ―を利用したり (Batlle ら, 1995)、不和合性遺伝子に関してホモ接合体の個体を用いた人工受粉 (寺井ら, 1999) によっても効率的に遺伝子型を解明することができる。

カンキツにおいても近年、上記の研究が進展しており、Ngo ら (2011) はアイソザイム遺伝子型を解明することによって多数品種の不和合性遺伝子型を推定した。Kim ら (2010, 2011) は‘平戸文旦’または‘晩白柚’の自家受粉で作出した不和合性遺伝子に関するホモ接合体を用いた人工受粉により、多数品種の中で‘平戸文旦’または‘晩白柚’の備える自家不和合性遺伝子の有無を明らかにした。また、カンキツでは花粉数を制限した人工受粉における花粉管数を計測することによっても不和合性遺伝子型が推定されている (Ngo ら, 2010)。これらの手法を用いることによって、カンキツにおける自家および交雑不和合性に関する知見は一層進展するものと考えられる。

要 約

カンキツにおける自家および交雑不和合性の有無を花柱内における花粉管伸長によって検定した。カンキツ11系統のうち、イーチャンパペダおよびブンタンの‘麻豆紅柚’は自家不和合性であった。パペダの2系統、シトロロンおよびその近縁種5系統並びに交雑品種である‘早香’および‘はるか’は自家和合性であった。自家不和合性26系統を用いた111組み合わせの正逆交雑を含む396組み合わせにおいて、交雑不和合性であったのは‘ありあけ’とクレメンティン、クネンボとヤマブキおよびケラジミカンと喜界ミカンとの正逆交雑の6組み合わせだけで、残りの390組み合わせは交雑和合性であった。

引用文献

- Asadi Abkenar, A., S. Isshiki and Y. Tashiro. 2004. Phylogenetic relationships in the “true citrus fruit trees” revealed by PCR-RFLP analysis of cpDNA. *Sci. Hort.* 102: 233-242.
- Barkley, N. A., M. L. Roose, R. R. Krueger and C. T. Federici. 2006. Assessing genetic diversity and population structure in a citrus germplasm collection utilizing simple sequence repeat markers (SSRs). *Theor. Appl. Genet.* 112: 1519-1531.
- Batlle, T., F. H. Alston and K. M. Evans. 1995. The use of isoenzymic marker gene *Got-1* in the recognition of incompatibility *S* allele in apple. *Theor. Appl. Genet.* 90: 303-306.
- Deng, Z., S. La Malfa, Y. Xie, X. Xiong and A. Gentile. 2007. Identification and evolution of chloroplast uni- and trinucleotide sequence repeats in citrus. *Sci. Hort.* 111: 186-192.
- Federici, C. T., D. Q. Fang, R. W. Scora and M. L. Roose. 1998. Phylogenetic relationships within the genus *Citrus* (*Rutaceae*) and related genera as revealed by RFLP and RAPD analysis. *Theor. Appl. Genet.* 96: 812-822.
- Hirai, M., I. Kozaki and I. Kajiura. 1986. Isozyme analysis and phylogenetic relationship of citrus. *Japan. J. Breed.* 36: 138-146.
- Ishimizu, T., K. Inoue, M. Shimonaka, T. Saito, O. Terai and S. Norioka. 1999. PCR-based method for identifying the *S*-genotype of Japanese pear cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 98: 961-967.
- 岩政正男・大庭義材. 1980. 自家不和合性による江上ブンタンの無核性. 佐大農彙. 49: 39-45.
- Kim, J., T. Mori, A. Wakana, B. X. Ngo, J. Masuda, K. Sakai and K. Kajiura. 2010. Production of homozygous *S*₁ seedlings for *S* gene in ‘Hirado Buntan’ pummelo (*Citrus grandis* Osbeck) and determination of the *S* alleles (*S*₉ and *S*₁₀) by pollination with the *S*₁ seedlings to *Citrus* cultivars. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.* 55: 239-245.
- Kim, J., T. Mori, A. Wakana, B. X. Ngo, K. Sakai and K. Kajiura. 2011. Determination of self-incompatible *Citrus* cultivars with *S*₁ and/or *S*₂ alleles by pollination with homozygous *S*₁ seedlings (*S*₁*S*₁ or *S*₂*S*₂) of ‘Banpeiyu’ pummelo. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 80: 404-413.
- 北島 宣・岡田嘉樹・長谷川耕二郎. 2001. ヒュウガナツ無核性品種‘室戸子夏’と‘西内子夏’における花粉管伸長、受精および種子形成. 園学雑. 70: 320-327.
- Kretdorn, A. H. and F. A. Robinson. 1958. Unfruitfulness in the Orlando tangelo. *Proc. Fla. State Hort. Sci.* 71: 86-91.
- Martin, F. W. 1958. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. *Stain Technol.* 34: 125-128.
- 三輪忠珍. 1951. 日向夏ミカンの授粉、受精現象と落果問題について. 宮崎大学時報 (自然科学). 2: 1-67.
- Mustard, J. M., S. J. Lynch and R. O. Nelson. 1956.

- Pollination and floral studies of the *Minneola tangelo*.
Proc. Fla. State Hort. Soc. 69: 277-281.
- Nagai, K. and T. Tanikawa. 1928. On citrus pollination. Proc. Third Pan-pacific Sci. Cong.: 2023-2029.
- Ngo, B. X., Kim, J-H, A. Wakana, S. Isshiki and T. Mori. 2011. Estimation of self-incompatibility genotypes of *Citrus* cultivars with *Got-3* allozyme markers. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 80: 284-294.
- Ngo, B. X., A. Wakana, J-H, Kim, T. Mori and K. Sakai. 2010. Estimation of self-incompatibility S genotypes of *Citrus* cultivars and plants based on controlled pollination with restricted number of pollen grains. J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 55: 67-72.
- Ngo, B. X., A. Wakana, S. M. Park, Y. Nada and I. Fukudome. 2001. Pollen tube behaviors in self-incompatible and self-compatible *Citrus* cultivars. J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 45: 443-457.
- Nicolosi, E., Z. N. Deng, A. Gentile, S. La Malfa, G. Continella and E. Tribulato. 2000. Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. Theor. Appl. Genet. 100: 1155-1166.
- Reece, P. C. and R. O. Register. 1961. Influence of pollinators on fruit set on Robinson and Osceola tangerine hybrids. Proc. Fla. State Hort. Sci. 74: 104-106.
- Sakurai, K., S. K. Brown and N. F. Weeden. 1997. Determining the self-incompatibility alleles of Japanese apple cultivars. HortScience 32: 1258-1259.
- Soost, R. K. 1956. Unfruitfulness in the clementine mandarin. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67: 171-175.
- Soost, R. K. 1964. Self-incompatibility in *Citrus grandis* (Linn.) Osbeck. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84: 137-140.
- Soost, R. K. 1969. The incompatibility gene system in citrus. Proc. First Int. Citrus Symp. vol. 1: 189-190.
- 寺井理治・佐藤義彦・齋藤寿広・阿部和幸・壽 和夫. 1999. ニホンナシの自家不和合性遺伝子 (S 遺伝子) 型の決定に有用な S 遺伝子ホモ接合体の同定. 果樹試報. 32: 31-38.
- 上野 勇. 1986. カンキツ花の諸形質の遺伝様式について. 第1報 花粉稔性の分離. 果樹試報. B13: 1-9.
- Vithanage, V. 1986. Incompatibility relationships among some mandarin cultivars. Plant Cell Incomp. Newsletter 18: 41-46.
- 山田彬雄・奥代直巳・松本亮司・山本雅史・高原利雄・生山 巖・石内傳治・浅田謙介・池宮秀和・村田広野. 1995. カンキツ新品種‘ありあけ’. 果樹試報. 28: 1-13.
- 山本雅史・福田麻由子・古賀孝徳・久保達也・富永茂人. 2010. 喜界島 (鹿児島県) の在来カンキツであるケラジミカン (*Citrus keraji*) の来歴の検討. 園学研. 9: 7-12.
- Yamamoto, M., S. Kobayashi, Y. Nakamura and Y. Yamada. 1993. Phylogenic relationships of citrus revealed by RFLP analysis of mitochondrial and chloroplast DNA. Japan. J. Breed. 43: 355-365.
- Yamamoto, M., T. Kubo and S. Tominaga. 2006. Self- and cross-incompatibility of various *Citrus* accessions. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 75: 372-378.
- Yamamoto, M., R. Matsumoto and Y. Yamada. 1995. Relationship between sterility and seedlessness in citrus. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 64: 23-29.
- Yamamoto, M. and S. Tominaga. 2002. Relationship between seedlessness of Keraji (*Citrus keraji* hort. ex Tanaka) and female sterility and self-incompatibility. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 71: 183-186.
- Yamamoto, M. and S. Tominaga. 2003. High chromosomal variability of mandarin (*Citrus spp.*) revealed by CMA banding. Euphytica 129: 267-274.
- Yamashita, K. 1978. Studies on self-incompatibility of Hyuganatsu, *Citrus tamurana* Hort. ex Tanaka. I. Pollen behavior on stigmas and pollen tube growth in styles observed under a scanning electron microscope and a fluorescent microscope. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47: 188-194.

飼料用米の給与が合鴨の卵肉生産に及ぼす影響

高山耕二^{1*}・内富大輔¹・溝口由子¹・城戸麻里²・富永 輝²・田浦一成²・
野村哲也²・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鹿児島大学農学部附属農場 〒890-0065 鹿児島市郡元

The Effects of Feeding Paddy Rice as Feed to *Aigamo* Ducks on Their Meat and Egg Production

Koji Takayama^{1*}, Daisuke Uchitomi¹, Yuko Mizoguchi¹, Mari Kido², Akira Tominaga²,
Issei Taura², Tetsuya Nomura², Ichiro Oshima² and Yoshitaka Nakanishi¹

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

² Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

Summary

This study was conducted to compare the meat and egg production of *Aigamo* ducks between formula feed (control) (ME: 2,850 kcal/kg, CP: 18.0%) and experimental feed replaced 60% of formula feed with paddy rice as feed (PRF) on a dry matter basis (ME: 2,877 kcal/kg, CP: 17.4%).

The average body weight (BW) of the ducks fed a PRF diet was 1,673 g at 12 weeks of age, being significantly lower than that of control (2,003 g, $P<0.05$). As for the carcass characteristics, no significant difference was observed in the dressing percentage between the treatments, though the dressed carcass weight of the PRF group was significantly lower than that of control ($P<0.05$). The sensory test for breast meats was not significantly different between treatments.

The egg production rate (hen day's average) of the PRF group was 27.0%, being significantly lower than that of control (53.4%, $P<0.05$). The average egg weight of the PRF group was also significantly smaller ($P<0.05$). As for egg quality, percentages of the yolk, albumen and shell weight to total egg weight, and shell thickness were not significantly different between treatments. The color fan scores of egg yolks were 10.8 and 5.0 for control and the PRF, respectively, showing that the latter was significantly lower ($P<0.05$).

The results indicated that paddy rice as feed could be one of the most promising self sufficient feed for *Aigamo* ducks, though the diet replaced 60% of formula feed with paddy rice as feed (DM basis) caused a lower meat and egg productivity than the formula feed only.

Key Words: *Aigamo* ducks, egg productivity, meat productivity, paddy rice as feed, rice-duck farming

キーワード：合鴨，合鴨農法，産肉性，産卵性，飼料用米

緒 言

合鴨農法は有畜複合による水稻の無農薬栽培技術の1つとして広く認知されており，水稻栽培あるいは畜産からみた有効性についても明らかにされている（萬田，2005）．その一方で，水田放飼期間中および引き上げ後の合鴨の飼養管理技術については追究の余地があり，その中で給与飼料の自給や飼料費の節減はとくに重要な課題である．近年，わが国では飼料自給率の向上が緊要な課題となっており，その方策として，農場副産物の飼料

化や飼料用トウモロコシの代替となる飼料用米の生産ならびにその利用拡大が図られている（農林水産省，2011）．合鴨農法では，水稻副産物である古米や屑米（いずれも食用米）の合鴨への給与が行われてきたものの，飼料用米の給与が合鴨の卵肉生産に及ぼす影響は未だ明らかにされていない．そこで本研究では，水田放飼合鴨の飼養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，合鴨農法で生産した飼料用米を給与した合鴨の産肉性ならびに産卵性について検討を行った．

材料および方法

1. 飼料用米を給与した合鴨の産肉性

2011年11月30日 受付日

2012年1月25日 受理日

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



第1図 供試した飼料用米（右側がクサノホシ）

試験は2010年11月30日から翌年1月25日にかけて、鹿児島大学農学部附属農場内動物飼育棟（以下、飼育棟）および4号圃場において行われた。飼料用米にはクサノホシ（第1図）を用い、2010年6月から同年11月にかけて、同大学農学部附属農場内学内水田で合鴨農法により栽培したものを籾米の状態ですべて供試した。2010年11月2日に孵化した合鴨20羽を供試し、4週齢になるまで成鶏用配合飼料（以下、配合飼料、ME: 2,850 kcal/kg, CP: 18.0%）を不断給与条件下で舎飼いした（0.16 m²/羽）。4週齢の時点で合鴨20羽を供試し、配合飼料を不断給与した対照区（♂5：♀5）、飼料用米を主体に調製した試験飼料（乾物ベースの配合割合：飼料用米60%、大豆粕25%、牡蠣殻5%、米ヌカ5%および大麦5%、ME: 2,877 kcal/kg, CP: 17.4%）を不断給与した試験区（♂5：♀5）に区分し、12週齢まで舎飼い（0.16～0.95 m²/羽）または屋外飼育（1.1 m²/羽）した。給餌は1日1回とし、水は自由摂取させた。試験期間中の平均気温は8.2℃（最高気温21℃、最低気温－1℃）であった。

週に1回、電子体重計を用いて合鴨全羽の体重を測定した。飼料摂取量については、毎朝、飼料給与前に残食量を測定し、前日の給与量から差し引いて算出した。飼料要求率については、飼料摂取量を増体量で除して全羽込みにした値を算出した。12週齢の時点で両区の合鴨をいずれも放血・屠殺し、脱毛後の体重（裸体重）、枝肉量および腹腔内脂肪を測定し、枝肉歩留を算出した。さらに、ムネ肉を厚さ1 cm程度に切り、肉重量の1%相当の塩で味付けを行ったものを鉄板で焼き、官能試験を行った。パネリストは男性29名（平均年齢28.2歳）、女性19

名（平均年齢21.4歳）の計48名と若年齢層が大部分であった。評価方法は歯ごたえ、多汁性、風味および総合評価の項目について、5段階の数的尺度を用いて行った。

得られたデータのうち、体重および解体成績についてはt検定、合鴨肉の官能評価についてはWilcoxonの符号化順位検定により区間差を検定した。

2. 飼料用米を給与した合鴨の産卵性

試験は2010年11月30日から翌年2月28日にかけて、飼育棟で行われた。24週齢の雌合鴨10羽を供試し、配合飼料（ME: 2,850 kcal/kg, CP: 18%）を不断給与した対照区（♀5）、1. と同様の試験飼料（ME: 2,877 kcal/kg, CP: 17.4%）を不断給与した試験区（♀5）に区分した。給餌は1日1回とし、水は自由摂取させた。試験期間中の平均気温は8.1℃（最高気温21℃、最低気温－1℃）であった。

毎朝、集卵を行い、両区の産卵個数、卵重を記録し、初産日齢（群における50%産卵到達日齢）、試験期間中におけるヘンディ産卵率（試験期間内産卵個数/生存延べ羽数）×100）を求めるとともに、全羽込みにした飼料摂取量を測定し、試験期間中の飼料摂取量（g）を産卵量（g）で除して飼料要求率を算出した。31週齢の時点で産卵された対照区4個および試験区3個について、卵重、卵黄重、卵白重、卵殻重、卵殻厚および卵黄色の測定を行った。卵殻厚の測定には卵殻厚さ計（富士平工業社製）、卵黄色の測定にはヨークカラーファンスコア（DSM ニュートリションジャパン社製）をそれぞれ用いた。

得られたデータのうち、卵重および卵質についてはt検定、産卵率については χ^2 検定により、区間差を検定した。

結果および考察

飼料用米を給与した合鴨の産肉性

飼料用米を給与した合鴨の増体ならびに飼料利用性を第1表に示した。試験開始時体重は対照区で552 gならびに試験区で547 gであり、両区で有意差が認められなかったものの、試験終了時には対照区の2,003 gに比べ試験区で1,673 gと有意に低い値を示した（ $P<0.05$ ）。飼料摂取量は対照区に比べ試験区で少なく、日増体量は対照区に比べ試験区で劣っており（ $P<0.05$ ）、飼料要求率は対照区の6.7に比べ試験区で7.4と10%程度高かった。

第1表 飼料用米を給与した合鴨の増体ならびに飼料利用性

項 目	区 分	
	対照区 (n=10)	試験区 (n=10)
試験開始時体重 (g)	552±78	547±102
試験終了時体重 (g)	2,003±282 ^a	1,673±104 ^b
飼料摂取量 (g/羽/日)	173	149
日増体量 (g)	25.9±5.0 ^a	20.1±1.4 ^b
飼料要求率	6.7	7.4
平均値±標準偏差		
同一行内の ^{a,b} $P<0.05$		

第2表 飼料用米を給与した合鴨の解体成績

項 目	区 分	
	対照区 (n=10)	試験区 (n=10)
裸体重 (g)	1,768±289 ^a	1,449±110 ^b
枝肉重量 (g)	1,354±262 ^a	1,095±102 ^b
腹腔内脂肪 (g)	24.7±15.7 ^a	7.3±5.5 ^b
枝肉歩留 (%)	76.3±4.1	75.5±1.8
平均値±標準偏差 同一行内の ^{a,b} P<0.05		

飼料用米を給与した合鴨の解体成績を第2表に示した。裸体重、枝肉重量および腹腔内脂肪は対照区に比べ試験区で低い値を示した (P<0.05) もの、両区の枝肉歩留には差がなく、試験終了時における体重の差 (第1表) がそのまま枝肉重量などに反映されていた。

神坂ら (2010) は配合飼料に20%の飼料用米 (粳) を添加した飼料を肉用鶏に給与したところ、飼料用米の嗜好性は良好であり、配合飼料のみを給与した場合と比べても成長や歩留などの解体成績に差がみられなかったと報告している。本研究では、両区の飼料要求率は7程度と大差なかったものの、試験区では飼料用米の残食が目立ち、合鴨の飼料用米に対する嗜好性は必ずしも良好とは言えなかった。その結果、対照区に比べ飼料摂取量が低下し、それが両区の増体ならびに枝肉重量の差に繋がったものと考えられた。

合鴨農法では、水田放飼した合鴨が水田内に生息する昆虫、水生生物および雑草を採食しながら成長することが知られている (萬田ら, 1993)。その一方で、水田内の飼料資源は合鴨の採食に伴い減少し、養分が不足する

ため、屑米などの補助飼料の給与が一般に行われている。本研究で供した合鴨は、水田放飼終了後、配合飼料を不断給与した場合には、体重が約2,000 g程度まで達する種類であることが明らかにされており (高山ら, 2008)、本研究においても対照区の合鴨は従来の報告と同等の発育を示した。本研究では、飼料用米を給与した合鴨の体重が配合飼料を給与した場合に比べ劣ったものの、その体重は1,600 gを超えた。さらに、ムネ肉の食味性についても、歯ごたえ、多汁性、風味および総合評価で両区間に差が認められなかった (第3表)。このことから、飼料用米は合鴨の飼料として利用可能であるものの、水田放飼合鴨に対する飼料用米の適正給与量については、検討の余地が残された。

飼料用米を給与した合鴨の産卵性

飼料用米を給与した合鴨の産卵成績を第4表に示した。初産日齢は対照区で183日、試験区で177日であった。産卵率は対照区の53.4%に比べ、試験区で27.0%と有意に低く (P<0.05)、卵重も同様であった (P<0.05)。飼料要求率は対照区に比べ試験区で2倍を超える値を示した。

第3表 飼料用米を給与した合鴨のムネ肉の食味性

区 分	項 目			
	歯ごたえ	多汁性	風 味	総 合
対照区	0.21	0.54	0.63	0.77
試験区	-0.04	0.46	0.67	0.77
平均値 (48名のパネリストによる評価) (官能評価の基準)				
評 点	歯ごたえ	多汁性	風 味	総合評価
2	非常に柔らかい	非常に富んでいる	非常に良い	非常に良い
1	柔らかい	富んでいる	良い	良い
0	普通	普通	普通	普通
-1	少し堅い固い	あまり富んでいない	少し悪い	少し悪い
-2	固い	富んでいない	悪い	悪い

第4表 飼料用米を給与した合鴨の産卵成績

区 分	項 目			
	初産日齢	産卵率 (%)	卵重 (g) ^w	飼料要求率
対照区	183	53.4 ^a	79.7±7.5 ^a	6.3
試験区	177	27.0 ^b	69.1±10.5 ^b	13.6

^w 平均値±標準偏差
 同一列内の^{a,b} P<0.05

第5表 飼料用米を給与した合鴨の卵質

区 分	項 目				
	卵黄 (%) ^z	卵白 (%) ^z	卵殻 (%) ^z	卵殻厚 (mm)	卵黄色
対照区	29.2±2.9	61.5±2.0	9.4±3.0	47.5±6.8	10.8±0.5 ^a
試験区	32.9±2.1	57.9±3.0	9.2±2.0	56.8±5.8	5.0±1.0 ^b

^z 卵重に対する割合を示す

平均値±標準偏差

同一列内の^{ab} P<0.05

採卵鶏への飼料用米の給与について、立川ら（2009）は配合飼料への添加割合を30%まで増やした場合には産卵率および卵重の低下が認められたと報告しており、本研究においても、飼料用米を給与した合鴨の産卵は認められたものの、産卵率および卵重は立川らと同様な結果を示した。

飼料用米を給与した合鴨の卵質を第5表に示した。卵重に対する卵黄重、卵白重および卵殻重の割合に両区間で有意差はみられず、卵殻厚についても同様であった。一方、卵黄色は対照区の10.8に対し、試験区では5.0と有意に低い値を示した（P<0.05）。採卵鶏への飼料用米の給与が卵質に及ぼす影響について、立川ら（2009）は卵殻強度の低下はみられなかったものの、卵黄色が薄くなったと報告している。卵黄色については、本研究で用いたヨークカラーファンスコアでは等級が小さいほど明度は上がり、赤色度が下がることが知られており、卵黄色は緑餌やトウモロコシを飼料に多く配合することで濃くなることが明らかにされている（古瀬ら、1991）。本研究では、飼料用米給与による合鴨卵の卵殻厚の低下は認められなかったものの、卵黄色は鶏と同様に薄くなった。

以上より、合鴨に配合飼料を給与した場合に比べ、その60%を飼料用米で代替した場合の産肉性および産卵性はいずれも低かったものの、飼料用米による卵肉生産は可能であることが示唆された。なお、本研究では60%代替したが、ブロイラーでは20%（神坂ら、2010）および産卵鶏では15%代替（立川ら、2009）が飼料用米の適正給与量とされており、水田放飼合鴨における適正給与量については今後、更なる検討が必要である。

要 約

水田放飼合鴨の飼養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、飼料用米主体の試験飼料（乾物ベースで飼料用米60%配合、ME: 2,877 kcal/kg, CP: 17.4%）を給与した合鴨（試験区）の産肉ならびに産卵性について市販配合飼料（ME: 2,850 kcal/kg, CP: 18.0%）を給与した合鴨（対照区）との比較から明らかにした。

(1) 12週齢時における試験区の体重は1,673 gであり、対照区の2,003 gに比べ有意に低い値を示した（P<0.05）。解体成績については、枝肉重量は対照区に比べ試験区で低い値を示した（P<0.05）ものの、両区の枝肉歩留には有意差がみられなかった。ムネ肉の食味性については、両区間に有意差が認められなかった。

(2) 産卵率は対照区の53.4%に比べ、試験区で27.0%と有意に低く（P<0.05）、卵重も同様であった（P<0.05）。卵重に対する卵黄重、卵白重および卵殻重の割合に両区間で有意差はみられず、卵殻厚についても同様であった。卵黄色は対照区の10.8に対し、試験区では5.0と有意に低い値を示した（P<0.05）。

以上より、合鴨に配合飼料を給与した場合に比べ、その60%を飼料用米で代替した場合の産肉性および産卵性はいずれも低かったものの、飼料用米による卵肉生産は可能であることが示唆された。

引用文献

- 古瀬充宏・石井俊哉・宮川修一・中嶋真一・中川二郎・奥村純市. 1991. 卵黄色の評価について. 畜産の研究. 45: 401-404.
- 神坂明茂・安藤忠弘・船ヶ山祐二. 2010. 肉用鶏への飼料用米給与試験. 宮崎県畜産試験場研究報告. 22: 88-93.
- 萬田正治. 2005. アイガモ. 畜産の研究. 59: 13-18.
- 萬田正治・内田秀臣・中釜明紀・渡邊昭三. 1993. 水田に放飼した合鴨の成長と行動. 日本家禽学会誌. 30: 383-387.
- 農林水産省. 2011. 平成23年度 食料・農業・農村白書. 502pp, 農林統計協会. 東京.
- 立川昌子・浅野智宏・石川寿美代・島部奈美・早川 博. 2009. 飼料米給与による採卵鶏への影響. 岐阜県畜産研究所研究報告. 9: 41-46.
- 高山耕二・中田好郁・松元里志・田浦一成・中西良孝. 2008. 調理・食残渣発酵飼料を給与した水田放飼合鴨の卵肉生産. 有機農業研究年報. 8: 121-134.

ツバキ園におけるガチョウの除草利用

溝口由子¹・主税裕樹²・高山耕二^{1*}・中西良孝¹・富永 輝³・城戸麻里³・
田浦一成³・野村哲也³・大島一郎³・坂田祐介⁴

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鹿児島大学大学院連合農学研究科 〒890-0065 鹿児島市郡元

³鹿児島大学農学部附属農場 〒890-0065 鹿児島市郡元

⁴鹿児島大学農学部観賞園芸学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

Weeding by Geese in a Camellia Garden

Yuko Mizoguchi¹, Yuki Chikara², Koji Takayama^{1*}, Yoshitaka Nakanishi¹, Akira Tominaga³,
Mari Kido³, Issei Taura³, Tetsuya Nomura³, Ichiro Oshima³ and Yusuke Sakata⁴

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

²The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University,
Korimoto, Kagoshima, 890-0065

³Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

⁴Laboratory of Ornamental Horticulture, Faculty of Agriculture, Kagoshima University,
Korimoto, Kagoshima 890-0065

Summary

The objective of this study was to obtain fundamental information on use of geese for sustainable vegetation management, especially weeding of agricultural land. An experiment was conducted to prove the influence of free-ranging 8 geese (*Anser anser domesticus*) (6 months of age, average body weight: 2.8 kg) on weeding in the camellia garden (*Camellia japonica* L., 1.3 a in area, planting density: 178 plants/a), consisting of control plot (a closed area: 0.4 a) and the free-ranging plot (0.9 a) from November to December in 2010 (16 days).

Equisetum arvense L., *Setaria glauca* (L.) Beauv. and *Commelina benghalensis* L. were frequently observed in the camellia garden. Herbage mass of the free-ranging plot significantly decreased with advancing geese free-ranging ($P<0.05$), which was significantly smaller than that of the control plot at the end of free-ranging period ($P<0.05$). Free-ranging geese grazed *Amphicarpaea edgeworthii* Benth. var. *japonica* Oliver and *Cayratia japonica* (Thunb.) Gagn. wound around the camellia as well as *Equisetum arvense* L. and *Commelina benghalensis* L.. At the end of free-ranging period, the geese exhibited grazing behaviour against leaves of camellia only twice, so that the percentage of injured camellia to total trees was 0.6%.

These results indicated that the free-ranging geese suppressed the weeds effectively in a camellia garden and they were helpful for weeding.

Key Words: *Camellia japonica* L., free-ranging geese, the damage ratio, vegetation management

キーワード：ガチョウ放飼，植生管理，被害率，ツバキ

緒 言

草食性の水禽であるガチョウ (泉, 1993) は、欧米では綿花など広葉作物，果樹および花の栽培現場で除草家畜として用いられている (National Research Council, 1991). わが国においても，高山ら (2008, 2009a, b) がナシ園

に放飼したガチョウが極めて高い除草能力を有し，下草管理に有効であることを明らかにしている．しかしながら，わが国ではナシ園以外の樹園地におけるガチョウの除草利用に関する知見はほとんど見当たらない．

そこで本研究では，農業生産現場におけるガチョウの除草利用に向けた基礎的知見を得ることを目的とし，ツバキ (*Camellia japonica* L.) 園にガチョウを放飼し，その除草効果について検討した．

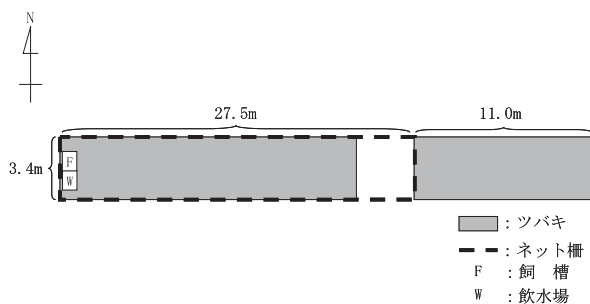
2011年11月30日 受付日

2012年1月17日 受理日

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

材料および方法

2010年11月15日～同年12月3日にかけて、鹿児島大学農学部附属農場内のツバキ見本園（以下、ツバキ園、樹高約2.0～2.5 m、植栽密度178本/a）において、ガチョウの放飼試験を行った（第1図）。放飼試験地（1.3 a）の外周を高さ1.5 mのネット柵で囲み、園内にセイヨウガチョウ（*Anser anser domesticus*）を放飼する区（0.9 a：以下、ガチョウ区）および放飼しない区（0.4 a：以下、対照区）を設けた。ガチョウ区内には、6ヵ月齢のセイヨウガチョウ8羽（♂1，♀7，平均体重2.8 kg）を放飼し（放飼密度8.9羽/a）、飲水場を設けるとともに、放飼8日目からは補助飼料として成鶏用配合飼料（以下、配合飼料、CP：18%，ME：2,850 kcal/kg）を50～150 g/羽/日で給与した。



第1図 ツバキ見本園の概要

植生については、対照区に4ヵ所、ガチョウ区に6ヵ所、定置枠（0.5×1.0 m）を設置し、枠内の出現植物種ならびに被度を放飼開始前（11月15日）および終了時（12月3日）の計2回調査した。植物現存量については、対照区6ヵ所、ガチョウ区8ヵ所で0.5×0.5 mの方形枠を用いたサンプリング（地上部を地際で刈り取り）を放飼開始前および終了時の計2回行い、通風乾燥（60℃，48時間）後、乾燥重量を測定した。

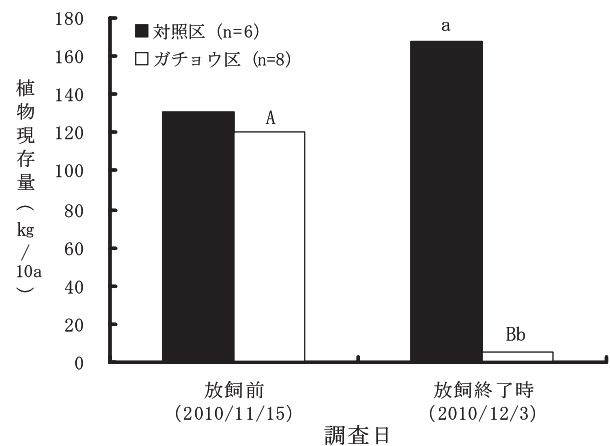
放飼5日目（11月19日）および終了時には、8羽のうち、任意に選んだ4羽のガチョウについて日中6時間（9：00～15：00）の個体維持行動を1分間隔点観察法により調査した。採食行動については、食草およびツバキに対する採食に分類するとともに、食草時には採食した植物種を可能な限り分類し、ツバキ採食時には採食部位および被害本数を調査し、被害率（（被害本数/総本数）×100）を算出した。なお、放飼終了時における配合飼料の給与については、行動調査終了後に行った。

得られた結果の統計解析については、植生調査における裸地率をt検定により両区間で比較するとともに、行動調査時におけるガチョウの個体維持行動（採食・飲水・休息・移動・探索）をt検定により調査日間で比較した。また、植物現存量については、t検定により両区間ならびに調査日間で比較した。

結果および考察

ツバキ園におけるガチョウ放飼が出現植物とその被度

に及ぼす影響を第1表に示した。放飼開始時、両区の出現植物種とその被度は必ずしも一致しなかったものの、対照区ではキンエノコロ（*Setaria glauca* (L.) Beauv.）およびスギナ（*Equisetum arvense* L.）、ガチョウ区ではスギナおよびマルバツユクサ（*Commelina benghalensis* L.）がそれぞれ主要出現植物であり、両区の裸地率は35%前後であった。放飼終了時、対照区における各植物種の被度および裸地率は放飼開始時とほぼ同様であった。これに対し、ガチョウ区では主要植物種であるスギナおよびマルバツユクサが消失するとともに、裸地率が放飼開始時の36.2%から93.8%と大幅に増加し、対照区との間で有意差が認められた（ $P<0.01$ ）。



第2図 ツバキ園におけるガチョウ放飼が植物現存量に及ぼす影響

A, B：各区において調査日間で有意差あり（ $P<0.05$ ）

a, b：各調査日において区間で有意差あり（ $P<0.05$ ）

ツバキ園におけるガチョウ放飼が植物現存量に及ぼす影響を第2図に示した。植物現存量は対照区では放飼開始時の131 kg/10 aから放飼終了時には168 kg/10 aへと増加したのに対し、ガチョウ区では放飼開始時の120 kg/10 aから5 kg/10 aへと有意に減少し（ $P<0.01$ ）、放飼終了時には対照区に比べ有意に低い値を示した（ $P<0.05$ ）。同じ樹園地であるリンゴ園（Clark・Cage, 1996）やナシ園（高山ら 2008, 2009a, b）では、ガチョウ放飼による除草効果が顕著であることが報告されており、本研究のツバキ園でも同様な結果が得られた（第3図）。

ツバキ園に放飼したガチョウの行動を第2表に示した。放飼5日目ではガチョウが採食後、長時間に亘って休息する状況が観察された。これに対し、草量が減少した放飼終了時（第2図）にはガチョウが園内を広範囲に歩き回り、わずかに残った植物を探索もしくは採食する状況が多くみられ、採食、休息、移動および探索行動割合は調査日間で有意差が認められた（ $P<0.05$ ）。採食行動の大半は食草行動であり、放飼ガチョウが園内の主要植物種であるスギナならびにマルバツユクサ、さらにはツバキの樹幹に巻き付いたヤブマメ（*Amphicarpea edgeworthii* Benth. var. *japonica* Oliver）やヤブガラシ（*Cayratia japonica* (Thunb.) Gagn.）など蔓性植物も採食する状況が観察された（第4図）。高山ら（2009a）はナシ園にガ

第1表 ツバキ園におけるガチョウ放飼が出現植物とその被度に及ぼす影響

植物名		放飼前 (2010/11/15)		放飼終了時 (2010/12/3)	
		対照区	ガチョウ区	対照区	ガチョウ区
		-%-			
アカネ科	Rubiaceae				
ヒメヨツバムグラ	<i>Galium gracilens</i> (A.Gray) Makino				0.3
ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merrill var. <i>mairei</i> (Léveille) Hara	1.8	2.0	2.8	
イネ科	Gramineae				
キンエノコロ	<i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.	16.3	4.2	11.0	0.5
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.		1.3	3.0	0.8
チジミザサ	<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Roemer. et Schultes var. <i>japonicus</i> (Steud.) Koidz.		0.2		
カタバミ科	Oxalidaceae				
カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i> L.	2.5	3.7	8.0	1.2
キク科	Compositae				
タビラコ	<i>Lapsana apogonoides</i> Maxim.				0.3
ハルジオン	<i>Erigeron philadelphicus</i> L.	6.0	3.2	6.0	
ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i> Pampan	0.8	3.3	3.5	0.5
キツネノマゴ科	Acanthaceae				
キツネノマゴ	<i>Justicia procumbens</i> L.	0.5	0.7	0.5	
セリ科	Umbelliferae				
オヤブジラミ	<i>Torilis scabra</i> (Thunb.) DC.				1.5
タデ科	Polygonaceae				
イヌタデ	<i>Polygonum longisetum</i> De Bruyn	1.5	4.7	1.0	
ギシギシ	<i>Rumex japonicus</i> Houtt.		0.8		
ツユクサ科	Commelinaceae				
マルバツユクサ	<i>Commelina benghalensis</i> L.	0.3	12.2		
トウダイグサ科	Euphorbiaceae				
エノキグサ	<i>Acalypha australis</i> L.			1.0	
コミカンソウ	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	1.5	1.7	1.0	
トクサ科	Equisetaceae				
スギナ	<i>Equisetum arvense</i> L.	13.3	12.5	11.3	
ナス科	Solanaceae				
イヌホウズキ	<i>Solanum nigrum</i> L.		1.2		
バラ科	Rosaceae				
ヘビイチゴ	<i>Duchesnea chrysantha</i> (Zoll. et Moritz) Miq.		0.3		
ヒメシダ科	Thelypteridaceae				
ホシダ	<i>Thelypteris acuminata</i> (Houtt.) C.V.Morton	12.5	0.2	14.0	0.3
ヒユ科	Amaranthaceae				
イヌビユ	<i>Amaranthus lividus</i> L.		3.0		
フサンダ科	Schizaeaceae				
カニクサ	<i>Lygodium japonicum</i> (Thumb.) Sw.	4.5	2.5	5.8	0.2
ブドウ科	Vitaceae				
ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagg.	2.8	0.8		
マメ科	Leguminosae				
スズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S.F. Gray				0.2
ヤブマメ	<i>Amphicarpaea edgeworthii</i> Benth. var. <i>japonica</i> Oliver	2.0	4.5	0.5	
裸地		34.0	36.2	30.8 ^a	93.8 ^b
出現植物種数		13科13種	16科19種	11科13種	7科9種

対照区 (n=4) およびガチョウ区 (n=8) の平均値

同一行内の異符号間に有意差あり (P<0.01)



第3図 ツバキ園におけるガチョウ放飼の除草効果
上：放飼開始時，下：放飼終了時



第4図 ガチョウの食草行動(放飼5日目:2010年11月19日)
上：ヤブマメ採食, 下：マルバツユクサ採食

第2表 放飼ガチョウの行動型割合

行動の分類	放飼5日目 (2010/11/19)	放飼終了時 (2010/12/3)
- % -		
採食	20.5 ± 1.6 ^a	11.7 ± 1.6 ^b
飲水	4.9 ± 4.9	1.7 ± 0.7
休息	49.9 ± 4.4 ^a	21.1 ± 5.5 ^b
移動	6.3 ± 2.2 ^a	12.1 ± 2.7 ^b
探索	7.8 ± 3.4 ^a	29.1 ± 4.3 ^b
羽繕い	10.3 ± 1.9 ^a	24.3 ± 9.0 ^b
その他 ^x	0.3 ± 0.5	0.1 ± 0.1

平均値 ± 標準偏差 (n=4)

^x排泄および社会行動

同一行内の異符号間に有意差あり (P<0.05)

チョウを放飼したところ、放飼終了時に園内でマルバツユクサが残存したと報告している。本研究では、放飼ガチョウによるマルバツユクサの採食が観察され、その結果、放飼終了時の被度は0%となり（第1表）、その除草効果は顕著であった。

高山ら(2009b)はタデ科植物であるイヌタデ(*Polygonum longisetum* De Bruyn) およびギシギシ(*Rumex japonicus* Houtt.) に対するガチョウの嗜好性がイネ科草本に比べ低いことを明らかにしている。本研究においても、ガチョウ区内に出現したイヌタデおよびギシギシに対するガチョウの採食は観察されなかったものの、放飼終了時には、両種とも消失していた。これについては、本研究におけるガチョウの放飼密度が約90羽/10 aと高く、放飼終了

時の行動観察においても移動が多くみられたことから、ガチョウの歩行に伴う踏み付けによりイヌタデとギシギシが抑圧され、消失したものと推察された。

一方、放飼ガチョウによるツバキの樹葉や樹皮の採食は、放飼5日目の行動観察では一切みられず、終了時の調査で樹葉の採食が1本のツバキにおいて2回観察された。その際、ガチョウはツバキの葉を啄んだ後、すぐに口から吐き出し、その後は再びツバキを採食することがなく、ツバキの被害率は0.6%となった。ガチョウの基本味(塩味、酸味、甘味、苦味および旨味)に対する味覚反応は未解明であるものの、ツバキの葉には渋味成分であるタンニンが含まれており、このことがガチョウによる樹葉の採食を抑制したものと推察された。同じツバキ科のチャ(*Camellia sinensis* (L) Kuntze)の栽培現場では、とくに幼木期における雑草防除が大きな課題となっており(小幡, 1987)、本研究でガチョウによるツバキの被害がみられなかったことから、今後、チャ園でのガチョウの除草利用の可能性が期待される。

以上より、ツバキ園に放飼したガチョウの除草効果は顕著であり、ツバキ園の下草管理に有効であることが明らかになった。

要 約

農業生産現場におけるガチョウの除草利用に向けた基礎的知見を得ることを目的とし、1.3 aのツバキ見本園

(植栽密度178本/a, 以下, ツバキ園)を対照区 (0.4 a) とガチョウ放飼区 (0.9 a) に分け, 後者にセイヨウガチョウ (*Anser anser domesticus*) 8羽 (6ヵ月齢, 平均体重2.8 kg) を2010年11月から同年12月にかけて16日間放飼し, その除草効果について検討した。

供試したツバキ園においては, スギナ (*Equisetum arvense* L.), キンエノコロ (*Setaria glauca* (L.) Beauv.) およびマルバツユクサ (*Commelina benghalensis* L.) が主要出現植物であった。放飼に伴い, ガチョウ放飼区の植物現存量は有意に減少し ($P<0.05$), 放飼終了時, ガチョウ放飼区の植物現存量は対照区 (0.4 a) に比べ有意に低い値を示した ($P<0.05$)。放飼したガチョウはスギナならびにマルバツユクサだけでなく, ツバキの樹幹に巻き付いた蔓性植物のヤブマメ (*Amphicarpaea edgeworthii* Benth. var. *japonica* Oliver) およびヤブガラシ (*Cayratia japonica* (Thunb.) Gagn.) も採食した。放飼終了時に, ガチョウによる1本のツバキの樹葉への採食がわずか2回観察され, 被害率 (総本数に占める被害本数の割合) は0.6%であった。

以上より, ツバキ園に放飼したガチョウの除草効果は顕著であり, ツバキ園の下草管理に有効であることが明らかになった。

引用文献

- Clark M.S. Gage S.H. 1996. Effects of free-range chickens and geese on insect pests and weeds in an agroecosystem. *American Journal of Alternative Agriculture*. 11(1): 39-47.
- 泉 徳和. 1993. ガチョウー多様な品種と利用性ー. 畜産の研究. 47: 175-180.
- 小幡兼男. 1987. 茶園雑草防除の現状と問題点ー静岡県を中心としてー. 雑草研究. 32(1): 1-6.
- National Research Council. 1991. Microlivestock little-known small animals with a promising economic future. p.100-113. National Academy Press, Washington D.C.
- 高山耕二・伊方 萌・剥岩 裕・萬田正治・中西良孝. 2008. 果樹園に放飼したガチョウとアイガモの除草能力の比較. 西日本畜産学会報. 51: 75-78.
- 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. 日本暖地畜産学会報. 52(2): 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.

ツバキ園における山羊の除草利用

主税裕樹¹・溝口由子²・広瀬啓介²・高山耕二²・中西良孝^{2*}・冨永 輝³・
城戸麻里³・田浦一成³・野村哲也³・大島一郎³・坂田祐介⁴

¹鹿児島大学大学院連合農学研究科 〒890-0065 鹿児島市郡元

²鹿児島大学農学部家畜管理学研究科 〒890-0065 鹿児島市郡元

³鹿児島大学農学部附属農場 〒890-0065 鹿児島市郡元

⁴鹿児島大学農学部観賞園芸学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

Weeding by Goats in Camellia Garden

Yuki Chikara¹, Yuko Mizoguchi², Keisuke Hirose², Koji Takayama², Yoshitaka Nakanishi^{2*},
Akira Tominaga³, Mari Kido³, Issei Taura³, Tetsuya Nomura³, Ichiro Oshima³ and Yusuke Sakata^{3,4}

¹The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University, Korimoto,
Kagoshima, 890-0065

²Laboratory of Animal Behaviour and Management, Faculty of Agriculture, Kagoshima University,
Korimoto, Kagoshima 890-0065

³Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

⁴Laboratory of Ornamental Horticulture and Floriculture, Faculty of Agriculture, Kagoshima University,
Korimoto, Kagoshima 890-0065

Summary

The objective of this study was to obtain fundamental information on the effective use of goats for management vegetation in camellia garden. An experiment was conducted to determine the influence of grazing 2 goats (average body weight: 41.5 kg) on weeding in camellia garden (*Camellia japonica* L., planting density: 35 plants / a) consisting of grazing plot (2.0 a) and control plot (1.0 a) from November 17 to 30 (14 days) in 2010 and from May 21 to June 9 (20 days) in 2011, respectively. Sward height and coverage of each plot were measured, thereby the relative summed dominance ratio (SDR₂') was determined. Behaviour of goats was observed and grazing frequency, i.e. the percentage of the number of each plant species to total number of plant species grazed (GF) was calculated for plants with more than 10% SDR₂'. A selectivity index based on Ivlev's electively index (SI) was calculated for each plant species from GF and SDR₂'. The SI can range from -1 to +1, with 0 indicating no selection. In addition, the percentage of injured camellia to total trees was estimated.

Solidago altissima L. and *Thelypteris acuminata* (Houtt.) were dominant in control and grazing plots, respectively in 2010. *Solidago altissima* L. and *Artemisia princeps* Pampman. were dominant in control and grazing plots, respectively in 2011. At the end of grazing in each year, the percentage of bare ground was significantly higher in the grazing plot than control ($P<0.01$), whereas herbage mass was significantly smaller in the former than the latter ($P<0.01$). On the 2nd day after grazing in 2010, the GF of *Thelypteris acuminata* (Houtt.) Morton., *Microstegium vimineum* (Trin.) A. Camus f. *vimineum* and *Miscanthus sinensis* Anders. was more than 10%, however the SI for each plant species was approximately 0, indicating no selection. At the end of the grazing period, the SI for *Microstegium vimineum* (Trin.) A. Camus f. *vimineum* was 1.00, suggesting most selective. On the 2nd day after grazing in 2011, the GF of *Artemisia princeps* Pampman. and *Equisetum arvense* L. was over 15%, however each SI approximated 0, indicating non-selective grazing. At the end of the grazing period, the SI for the plant was not so high (0.31), indicating less selective, though the GF of *Thelypteris acuminata* (Houtt.) Morton. was 22.4%. Moreover, it was found that the goats grazed vines. On the other hand, the goats browsed leaves and twigs of some camellias and stripped the bark from the trees by rubbing their horn or head against the trunk. As a result, the percentage of injured camellia to total trees was 4.3% in two years.

It was concluded that an injury to some camellias was caused by grazing goats, though weeding by the goats was effective in vegetation management. Therefore, the development of measures to prevent the goats from browsing and stripping the camellia is needed.

Key Words: *Camellia japonica* L., grazing frequency, grazing goats, selectivity index, vegetation management

キーワード：採食植物頻度，選択性指数，植生管理，ツバキ，山羊放牧

緒 言

樹園地における下草管理は、農業従事者の高齢化に伴い労働力が不足するとともに、地形面・安全面から機械利用が困難であることから、薬剤散布による除草が一般に行われている（鈴木，1989）。一方，2006年には有機農業推進法が施行され，薬剤散布を行わない環境に配慮した持続的な農業生産が求められるとともに，労力面からも機械を使用しない下草管理技術が強く求められている．この解決策の1つとして，家畜あるいは家禽の除草利用が考えられる．中でも，山羊は小型で取り扱いが容易（萬田，2000；中西，2005）であり，果樹園（城戸ら，2003；中西・山市，2004），林地（中西ら，2002），水田畦畔（高山ら，2009a）および耕作放棄地（高山ら，2009b）において，山羊放牧による除草効果が顕著であることが明らかにされている．しかしながら，観賞用木本植物の1つであるツバキ園での山羊の除草利用に関する報告は未だ見当たらない．

そこで本研究では，山羊を利用した樹園地の植生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，ツバキ（*Camellia japonica* L.）見本園に山羊を放牧し，ツバキへの被害発生の有無を調査するとともに，山羊放牧による除草効果について検討した．

材料および方法

本研究は2010年11月17日からの14日間および2011年5月21日からの20日間の2回に分けて，鹿児島大学農学部附属農場学内ツバキ見本園（植栽密度35本/a）で行われた．放牧試験地の周囲を山羊の脱柵防止と外敵防止対策のため，電気柵柵ならびにネット柵で囲み，山羊を放牧する区（2.0 a，放牧圧415 kg/10 a；以下，試験区）および放牧しない区（1.0 a：以下，対照区）の2区に分けた（第1図および第2図）．試験区内には庇陰・飲水場所を設け，両年ともに放飼開始後14日間は山羊に補助飼料を給与しなかった．なお，2011年は草量が減少したため，試験開始15日目以降に市販ルーサンヘイキューブを給与した．供試家畜として，放牧経験のあるシバ山羊および交雑種（日本在来種トカラ山羊×日本ザーネン種）の去勢山羊2頭（平均体重41.5 kg）を用いた．



第1図 ツバキ園の概略

B：ソーラーバッテリー電気柵本体
S：庇陰施設
W：給水器



第2図 ツバキ園の概観



第3図 方形枠の設置状況

試験地の植生については，対照区に4ヵ所（2010年の試験では3ヵ所），試験区に6ヵ所の方形枠（1×1 m）を設置し（第3図），枠内の出現植物種，被度ならびに草高を入牧直前（2010年11月15日および2011年5月21日，以下，入牧時）ならびに退牧直後（2010年11月30日および2011年6月9日，以下，退牧時）の2回ずつ調査した．下記の式を用いて被度および草高より各比数を算出し，積算優占度（ SDR_2 ）ならびに相対積算優占度（ SDR_2' ）を求めた（日本草地学会，2004）．なお，ツバキなどの木本類ならびに樹木に巻き付いた蔓性植物については植生調査から除外した．

被度比数＝（ある植物の被度/最大被度を示した種の被度）×100

草高比数＝（ある植物の草高/最大草高を示した種の草高）×100

SDR_2 ＝（被度比数＋草高比数）/2

SDR_2' （％）＝（ある植物の SDR_2 / 群落構成種全体の SDR_2 の合計）×100

植物現存量についても上記と同様に計2回，試験区および対照区各6ヵ所で，0.5×0.5 mの方形枠を用いて枠内の植物の地上部を地際で刈り取り，通風乾燥（60℃，48時間）後，乾物重量を測定した．

放牧2日目（2010年11月18日および2011年5月22日）ならびに退牧時（2010年11月30日および2011年6月9日）には，日中6時間（9：00～15：00）の放牧山羊の行動を1分間隔点観察法により観察し，採食植物頻度（総採食回

数に対するある植物種の採食された回数の割合：GF)を求め、さらに、Andrew (1986) の方法を参考にし、 SDR_2' およびGFから草種に対するIvlevの選択性指数(SI)を次式により算出した。なお、植生調査で除外した木本類および樹木に巻き付いた蔓性植物についてはSIを算出しなかった。

$$SI = (GF - SDR_2') / (GF + SDR_2')$$

また、被害が認められたツバキを記録し、全本数に占める被害本数の割合を被害率として算出した。

得られた結果の統計解析については、試験地の裸地率および植物現存量の平均値をt検定により区間で比較した。各調査日におけるSIは1に近いほど各草種に対して選択採食し、-1に近いほど忌避し、0に近いほど選択採食を示さないものと判断した。

結果および考察

放牧試験地における入牧時および退牧時の出現植物種およびその相対積算優占度(SDR_2')を第1表(2010年)および第2表(2011年)に示した。2010年においては、

植物種数は対照区で入牧時に11科14種、退牧時に9科12種であり、試験区で入牧時に12科17種、退牧時に6科8種であり、試験区で放牧に伴い科数および種数とも半減した。優占種は対照区でセイタカアワダチソウ(*Solidago altissima* L.)であり、次いでホシダ(*Thelypteris acuminata* (Houtt.) C.V. Morton.) およびチガヤ(*Imperata cylindrica* L. Beauv. var. *koenigii* (Retz) Durand et Schinz.)の SDR_2' が高かった。試験区ではホシダが優占種であり、次いでアシボソ(*Microstegium vimineum* (Trin.) A. Camus f. *vimineum*) およびススキ(*Miscanthus sinensis* Anderss.)の SDR_2' が高かった。2011年においては、植物種数は対照区で入牧時に8科10種、退牧時に9科12種であり、試験区で入牧時に10科15種、退牧時に9科15種であり、試験区で放牧に伴う科および種数の変化はほとんど認められなかった。優占種は対照区でセイタカアワダチソウであり、次いでアオカモジグサ(*Agropyron ciliare* Fr. var. *minus* Ohwi) およびヘクソカズラ(*Paederia scandens* (Lour.) Merrill var. *mairei* (Léveillé) Hara)の SDR_2' が高く、試験区ではヨモギ(*Artemisia princeps* Pamp.)が優占種であり、次いでスイバ(*Rumex acetosa* L.) および

第1表 ツバキ園における出現植物種およびその相対積算優占度(SDR_2') (2010年)

出現植物種		入牧時 (2010/11/15)		退牧時 (2010/11/30)	
		対照区	試験区	対照区	試験区
—%—					
アカネ科	Rubiaceae				
ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merrill var. <i>mairei</i> (Léveille) Hara	8.0	2.2	2.0	
イネ科	Gramineae				
アシボソ	<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A. Camus f. <i>vimineum</i>	2.1	15.3	2.9	
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.	2.9	13.1	4.7	27.2
チガヤ	<i>Imperata cylindrica</i> L. Beauv. var. <i>koenigii</i> (Retz) Durand et Schinz.	12.5	3.9	15.7	5.6
イラクサ科	Urticaceae				
カラムシ	<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gaud.	4.2		2.2	
カタバミ科	Oxalidaceae				
カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i> L.	2.4	1.9	5.0	
キク科	Compositae				
オナモミ	<i>Xanthium strumarium</i> L.		1.8		
セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i> L.	21.1		28.5	14.0
ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i> Pamp.	5.1	6.2	2.9	13.8
スミレ科	Violaceae				
マキノスミレ	<i>Viola violacea</i> Makino var. <i>makinoi</i> (H.Boissieu) Hiyama ex F. Mack.	1.1	7.5		1.2
セリ科	Umbelliferae				
ノチドメ	<i>Hydrocotyle maritima</i> Honda		0.4		
タデ科	Polygonaceae				
イヌタデ	<i>Polygonum longisetum</i> De Bruyn	1.9	7.9	1.2	
ツルソバ	<i>Persicaria chinense</i> (L.) H. Gross.		5.9		
ミゾソバ	<i>Polygonum thunbergii</i> Sied. Et Zucc.		3.6		
ツユクサ科	Commelinaceae				
ツユクサ	<i>Commelina communis</i> L.	1.1			
トクサ科	Equisetaceae				
スギナ	<i>Equisetum arvense</i> L.	11.5	7.3	6.5	
ナス科	Solanaceae				
イヌホオズキ	<i>Solanum nigrum</i> L.	6.3		6.9	
ナデシコ科	Caryophyllaceae				
ハコベ	<i>Stellaria neglecta</i> (L.) Villars		1.8		
バラ科	Rosaceae				
ヘビイチゴ	<i>Duchesnea chrysantha</i> (Zoll. et Mor.) Miq.		1.5		3.9
ヒメシダ科	Thelypteridaceae				
ホシダ	<i>Thelypteris acuminata</i> (Houtt.) C.V. Morton.	19.8	18.7	21.6	27.7
フサシダ科	Schizaeaceae				
カニクサ	<i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.				6.6
ユリ科	Liliaceae				
コヤブラン	<i>Liriope spicata</i> Lour.		1.0		
裸地		17.7	9.2	19.6 ^a	47.7 ^b
出現植物種数		11科14種	12科17種	9科12種	6科8種

^{a, b}同一行の異肩文字間に有意差あり (P<0.01)

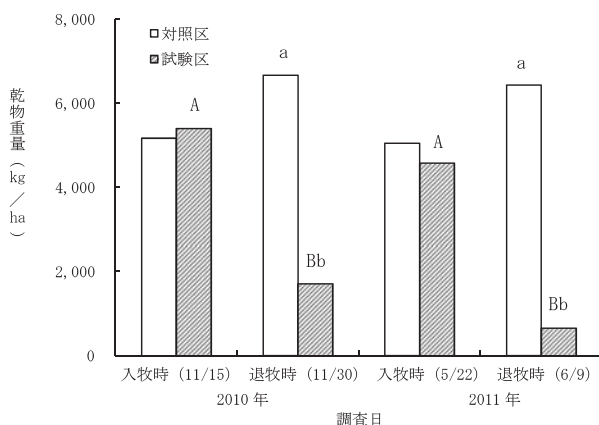
第2表 ツバキ園における出現植物種およびその相対積算優占度 (SDR₂) (2011年)

出現植物種		入牧時 (2011/5/22)		退牧時 (2011/6/9)	
		対照区	試験区	対照区	試験区
—%—					
アカネ科	Rubiaceae				
アオカモジグサ	<i>Agropyron ciliare</i> Fr. var. <i>minus</i> Ohwi	18.1	2.4	16.7	5.5
ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merrill var. <i>mairei</i> (Léveille) Hara	13.6	4.9	14.0	2.2
ヤエムグラ	<i>Galium spurium</i> L. var. <i>echinospermon</i> (Wallr.) Hayek		0.8		
イネ科	Gramineae				
アシボソ	<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A. Camus f. <i>vimineum</i>				5.2
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.	4.6	4.7	2.6	0.1
イラクサ科	Urticaceae				
カラムシ	<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gaud.	5.7	8.2	3.3	8.0
ウリ科	Cucurbitaceae				
アマチャヅル	<i>Gynostemma pentaphyllum</i> (Thunb.) Makino		0.8		
カタバミ科	Oxalidaceae				
カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i> L.	1.6	0.5	0.6	3.1
キク科	Compositae				
アキノノゲシ	<i>Lactuca indica</i> L. var. <i>laciniata</i> (O. Kuntze) Hara		1.3		
セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i> L.	32.4	11.5	33.7	14.3
ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i> Pamp.	7.5	16.7	5.6	12.6
セリ科	Umbelliferae				
ノチドメ	<i>Hydrocotyle maritima</i> Honda				0.4
ミツバ	<i>Cryptotaenia japonica</i> Hassk.		7.5		13.2
タデ科	Polygonaceae				
スイバ	<i>Rumex acetosa</i> L.		14.0		6.7
ツルソバ	<i>Persicaria chinense</i> (L.) H. Gross.		1.9		2.8
ミゾソバ	<i>Polygonum thunbergii</i> Sied. Et Zucc.				3.0
トクサ科	Equisetaceae				
スギナ	<i>Equisetum arvense</i> L.	4.8	12.0	4.0	10.4
ヒメシダ科	Thelypteridaceae				
ホシダ	<i>Thelypteris acuminata</i> (Houtt.) C.V. Morton.	8.2	12.6	11.9	12.2
フサシダ科	Schizaeaceae				
カニクサ	<i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.			1.3	
ブドウ科	Vitaceae				
キレハノブドウ	<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>heterophylla</i> f. <i>citruloides</i>	3.5		4.1	
ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagn.			2.1	
裸地		6.0	1.2	6.8 ^a	64.1 ^b
出現植物種数		8科10種	10科15種	9科12種	9科15種

^{a, b}同一行の異肩文字間に有意差あり (P<0.01)

ホシダの SDR₂'が高かった。

2010年における退牧時の裸地率は対照区の19.6%に比べて試験区は47.7%と有意に高く (P<0.01), 2011年の試験においても対照区の6.8%に比べて試験区は64.1%と極めて高い値を示した (P<0.01)。植物現存量は両年とも入牧時に区間差がみられなかったものの, 退牧時には対照区に比べて試験区で有意に少なく (P<0.05) (第4図), 試験区においては放牧に伴う植物現存量の大幅な減少が認められた (P<0.01)。また, 景観面でも山羊放牧による除草効果は顕著であった (第5図)。



第4図 山羊放牧がツバキ園の植物現存量に及ぼす影響

A, B: 同年の各区において調査日間で有意差あり (P<0.05)
a, b: 各調査日において区間で有意差あり (P<0.01)



第5図 山羊放牧による除草効果(上段:入牧時, 下段:退牧時)

第3表 ツバキ園における放牧山羊の採食植物頻度 (GF) および草種に対する Ivlev の選択性指数 (SI) (2010年)

採食植物名 ^z		放牧2日目		退牧時	
		GF (%)	SI	GF (%)	SI
ヒメシダ科	Thelypteridaceae				
ホシダ	<i>Thelypteris acuminata</i> (Houtt.) C.V. Morton.	14.9	0.09	22.5	-0.01
イネ科	Gramineae				
アシボソ	<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A. Camus f. <i>vimineum</i>	10.0	-0.04	4.9	1.00
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Anders.	12.1	-0.07	29.1	-0.05

^zSDR₂^{*} が10%以上の植物種について、SDR₂^{*} の高い順に並べた。

第4表 ツバキ園における放牧山羊の採食植物頻度 (GF) および草種に対する Ivlev の選択性指数 (SI) (2011年)

採食植物名 ^z		放牧2日目		退牧時	
		GF (%)	SI	GF (%)	SI
キク科	Compositae				
ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i> Pamp.	15.5	0.02	5.4	-0.35
セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i> L.	11.4	0	10.8	-0.08
タデ科	Polygonaceae				
スイバ	<i>Rumex acetosa</i> L.	10.4	-0.10		
トクサ科	Equisetaceae				
スギナ	<i>Equisetum arvense</i> L.	15.7	0.17	11.6	0
ヒメシダ科	Thelypteridaceae				
ホシダ	<i>Thelypteris acuminata</i> (Houtt.) C.V. Morton.	5.4	-0.46	22.4	0.31

^zSDR₂^{*} が10%以上の植物種について、SDR₂^{*} の高い順に並べた。

試験区内の主要出現植物種 (SDR₂^{*} が10%以上) に対する放牧山羊の GF ならびに SI を第3表および第4表に示した。2010年の放牧2日目の試験区で SDR₂^{*} が高かったホシダ、アシボソおよびススキに対して放牧山羊の GF はいずれも10%以上の高い値を示したものの、SI は-0.07~0.09と0に近似した値となり、いずれの植物に対しても山羊は選択採食を示さなかった。退牧時においては、放牧山羊のホシダおよびススキに対する SI が放牧2日目と同様な傾向を示したのに対し、アシボソについては SI が1.00となり、選択採食が認められた。試験区におけるアシボソの SDR₂^{*} は入牧時の5.3%から退牧時に0%と大幅に低下しており (第1表)、山羊の SI はこれを裏付けるものであった。2011年の放牧2日目では、ヨモギおよびスギナ (*Equisetum arvense* L.) に対して GF が15%以上の高い値を示したものの、SI はそれぞれ0.02および0.17と0に近似した値となり、選択採食を示さなかった。退牧時においては、ホシダに対する GF が22.4%と高い値を示したものの、SI は0.31とさほど高くなく、明確な選択採食を示さなかった。

城戸ら (2003) および高山ら (2009b) はセイタカアワダチソウに対する放牧山羊の GF が高かったことを報告している。本研究では、2011年におけるセイタカアワダチソウに対する GF は10~12%と比較的高い値であった (第4表) もの、SI は0~0.08と0に近似した値を示し、このことから山羊は同種を必ずしも選択的に採食していないことが示された。スイバについては放牧山羊の嗜好性が高く、選択的に採食することが報告されている (福田, 2008)。本研究 (2011年の試験の放牧2日目) においても放牧山羊のスイバに対する GF は10.4%、SI は-0.10となり、本種を採食したものの、選択的ではないことが明らかとなった。

蔓性植物は樹園地に侵入すると、栽培樹木との間で養分および水分競合を引き起こすだけでなく、樹幹を覆っ

た場合には遮光により樹体の成長を阻害することが知られている (伊藤, 1993)。とくに、ヤブガラシ (*Cayratia japonica* (Thunb.) Gagn.) は一般の草本に比べその成長は迅速であり (川端, 1977)、林地では造林木に覆い被さって繁茂し、樹木を枯らす強害雑草として問題視されている (沼田・吉沢, 1997)。本研究では、蔓性植物に対する GF はカニクサ (*Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw.) で4.9~8.8%、ツタ (*Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Planch.) で0.6~1.9%、ヤブガラシで0.5%と低かったものの、採食する状況が観察された (第6図)。したがって、樹園地における山羊放牧は地表面の植生管理だけでなく、樹木に巻き付いた蔓性植物に対しても有効であることが示唆された。

中西・山市 (2004) はナシ園内に除草目的で繫牧した山羊が樹葉採食や角の擦り付けを示し、その結果、剥皮



第6図 ツバキに巻き付き、山羊によって採食された蔓性植物 (ツタ) の採食痕



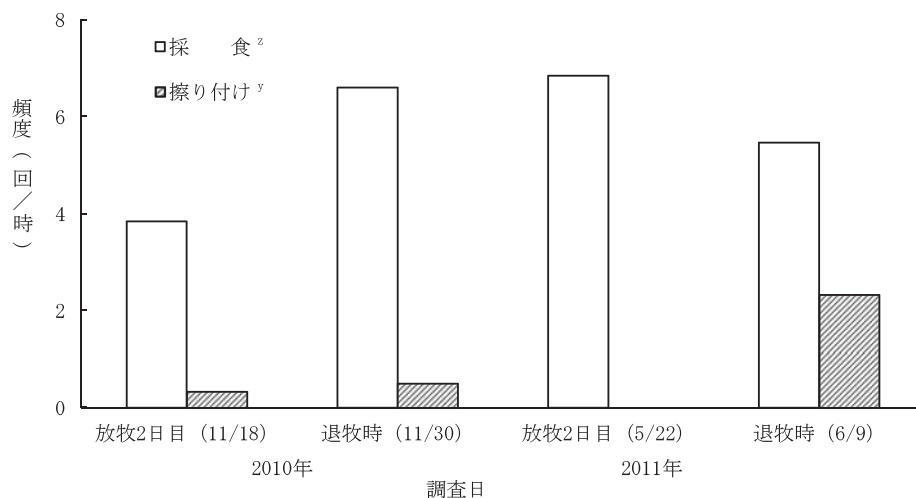
第7図 山羊によるツバキの採食状況
(上段：樹葉，下段：枝)

が認められたと報告している．本研究においても各調査日で放牧山羊によるツバキの樹葉および枝に対する採食（第7図）が日中1時間当たり3.8～6.8回，樹木への角や頭部などの擦り付けが0～2.3回観察され（第8図），2010年には2本，2011年には1本の樹木で剥皮が確認され（第9図），2年間を通じての被害率は4.3%であった．剥皮は樹木の枯死を招くことが多い傷害である（農林水産技術会議事務局，1984）ものの，本研究で認められた被害率は4.3%と低く，試験終了後にツバキの枯死も確認されなかったことから，山羊による被害の程度はごく小さいものと考えられた．ツバキはタンニンの1種であるカテキン類を葉部に含み（永田，1986），渋味を呈するタン



第9図 ツバキに対する山羊の擦り付け行動および剥皮したツバキ樹木
(上段・中段：擦り付け行動，下段：剥皮した樹木)

ニンは山羊の採食性を低下させると報告されている（土肥，1996）一方，タンニン含量は採食性に関係しないことも報告されている（福田，2001）．本研究では，山羊



第8図 山羊によるツバキに対する採食および擦り付け行動回数
^z 1分間隔点観察法により記録
^y 連続観察法により記録

による樹葉の採食が確認され、福田 (2001) の報告を裏付ける結果となった。一般に、ツバキ栽培では、地面近くの枝葉が病害虫の温床となるのを防ぐために地上30 cm以内を剪定し、隙間を空ける作業が必要とされており (安藤, 1971), 本研究では、放牧山羊が下層の枝葉を採食したことでこの剪定作業を代替し、ツバキ園の植生管理の省力化が図れたが、同時に山羊が後肢立ちで高さ100 cm以上に位置する枝葉を採食する状況も観察された。したがって、今後、放牧山羊がツバキの上層部を採食出来ない方法を検討する必要がある。

以上より、ツバキ園において山羊放牧による除草効果が示された。しかしながら、ツバキへの被害も認められたことから、ツバキの樹葉採食や剥皮による被害防止のための方法について検討する必要があると思われる。

要 約

山羊を利用した樹園地の植生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、ツバキ (*Camellia japonica* L.) 見本園 (植栽密度35本/a) に山羊2頭 (平均体重41.5 kg) を放牧し (試験区2.0 aおよび対照区1.0 a), ツバキへの被害発生の有無を調査するとともに、山羊放牧による除草効果について検討した。放牧試験地において出現植物種の頻度と草高を測定し、草種構成割合の指標としての相対積算優占度 (SDR_2') を求めるとともに、山羊の行動を観察し、 SDR_2' が10%以上の植物に対する採食植物頻度 (GF) を算出した。また、GF および SDR_2' から山羊の各野草に対する Ivlev の選択性指数に基づく指数 (SI) を算出した (SI は-1から1の範囲であり、0は選択採食しないことを示す)。さらに、被害が認められたツバキの全本数に占める割合を被害率として求めた。

2010年における優占種は対照区でセイタカアワダチソウ (*Solidago altissima* L.), 試験区でホシダ (*Thelypteris acuminata* (Houtt.) C.V. Morton.) であった。2011年における優占種は対照区でセイタカアワダチソウ, 試験区でヨモギ (*Artemisia princeps* Pamp.) であった。退牧時の裸地率は両年とも対照区に比べて試験区で有意に高かった ($P<0.01$) が、植物現存量は有意に少なかった ($P<0.01$)。2010年の放牧2日目において、ホシダ、アシボソ (*Microstegium vimineum* (Trin.) A. Camus f. *vimineum*) およびススキ (*Miscanthus sinensis* Anderss.) に対する山羊の GF が10%以上を示したものの、SI は0に近い値であり、いずれも選択性はみられなかった。しかし、退牧時にはアシボソに対する SI が1.00となり、嗜好が認められた。2011年の放牧2日目では、ヨモギおよびスギナに対する GF が15%以上の高い値を示したものの、SI はいずれも0に近い値となり、選択性を示さなかった。退牧時には、ホシダに対する GF が22.4%と高かったものの、SI は0.31とさほど高くなく、明確な選択採食は示さなかった。また、蔓性植物の採食が観察された。しかし、ツバキの樹葉および枝に対する採食や角・頭部などの擦り付けによる剥皮がみられ、ツバキの被害率は2年間で

通じて4.3%であった。

以上より、ツバキ園において山羊放牧による除草効果が示されたものの、ツバキへの被害も認められたことから、食害や剥皮の防止対策が必要であると思われる。

引用文献

- 安藤芳顕. 1971. つばき 名花の紹介と栽培. p. 148-155. 保育社. 大阪.
- Andrew, M. H. 1986. Selection of plant species by cattle grazing native monsoon tallgrass pasture at Katherine. N.T. Tropical Grasslands. 20: 120-127.
- 土肥宏志. 1996. 草食家畜の嗜好性と化学因子. 日本畜産学会報. 67: 314-321.
- 福田栄紀. 2001. ヤギや牛の放牧が森林伐採跡の植生変化に及ぼす影響—森林地帯にシバ草原が成立するしくみ—. 日本草地学会誌. 47: 436-442.
- 福田栄紀. 2008. 放牧利用される放棄農林草地でのスィバに対するヤギと牛の採食特性. 日本草地学会誌. 54: 40-44.
- 伊藤操子. 1993. 雑草学総論. p. 280-286. 養賢堂. 東京.
- 川端勇作. 1977. 緑化工に利用し易いつる性植物とその特性. 緑化工技術. 4: 17-21.
- 城戸 英・石若礼子・飛佐 学・重盛 進・後藤貴文・増田泰久. 2003. ヤギを放牧した荒廃果樹園の植生変化. 日本草地学会九州支部会報. 33: 23-29.
- 萬田正治. 2000. ヤギ 取り入れ方と飼い方 乳肉毛皮の利用と除草の効果. p. 1-150. 農山漁村文化協会. 東京.
- 永田忠博. 1986. ツバキ属植物における葉中の茶有用成分に関する研究. 茶業試験場研究報告. 21: 59-116.
- 中西良孝. 2005. ヤギ. 畜産の研究. 59: 3-8.
- 中西良孝・岡元孝太郎・萬田正治. 2002. 山羊を利用した林地の植生管理—放牧圧の違いが林内植生に及ぼす影響—. 西日本畜産学会報. 45: 79-83.
- 中西良孝・山市康生. 2004. 山羊の放牧による果樹園地の持続的植生管理. 鹿児島大学全学合同研究プロジェクト 大地・食・人間の健康を保全する環境革命への試行. No.7 (平成15年度研究成果報告書): 9-21.
- 日本草地学会 編. 2004. 草地科学実験・調査法. p. 186-191. 社団法人 畜産技術協会. 東京.
- 農林水産技術会議事務局. 1984. 山地畜産技術マニュアル 第1編. 山地畜産の基本と共通技術. p. 52-55. 農林水産省. 東京.
- 沼田 真・吉沢長人. 1997. 新版・日本原色雑草図鑑. p. 136. 全国農村教育協会. 東京.
- 鈴木邦彦. 1989. 最近における樹園地雑草防除の諸問題. 農業技術. 44: 415-419.
- 高山耕二・岩崎ゆう・福永大悟・中西良孝. 2009a. 山羊放牧による水田畦畔の植生管理. 鹿児島大学農学部学術報告. 59: 13-19.

高山耕二・岩崎ゆう・福永大悟・中西良孝．2009b．耕作放棄水田跡地における山羊の除草利用．鹿児島大学農学部学術報告．59: 21-27．

付 録

農場研究報告投稿規程および原稿作成要領 (平成22年6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、研究動向及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、統計等を解説的に紹介したもの。
技術および検査方法等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者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9月30日までに、著者名、所属、表題、種類 (論文・和文・英文、総説、資料) および本文、図、表を含む原稿の刷り上がり頁数を記載した「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項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11月30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、写真等) の枚数などである。なお、投稿が11月30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校閲者により、校閲を受ける。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100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等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. 原稿と電子ファイルは、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、ハイフン等を含む) 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 mm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，諸言，材料および方法，結果，考察，要約（謝辞），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，ハイフン等は全角とし，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, μm, nm, pm, cm², kl, dl, l, ml, μl, kg, g, mg, μg, ng, pg, hr, min, sec, rpm, Hz, Bq, cpm, dpm, ppm, ppb, °C, J, pH, Ld₅₀, IU, kDa

7) 外国語

外国名，外国機関名等は，原語のまま第1字を大文字で記述する。ただし，国名，地名等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，原則として漢字を使用する。ただし，一般的に使用されているものに限り，それ以外のものは，カタカナで表示する。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等はこの限りでない。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，機器名等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 (^{a, b, c, ...}) 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。アステリスク（*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.

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34号

平成24年 3 月21日 印刷

平成24年 3 月23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
