

博士論文

合鴨水稲作における家鴨類の適性品種に関する研究

1996

鹿児島大学大学院連合農学研究科(博士課程)

生物生産科学専攻動物生産学講座

エクレム エダル

EKUREMI EDAR

①

博 士 論 文

合鴨水稲作における家鴨類の適性品種に関する研究

1 9 9 6

鹿児島大学大学院連合農学研究科（博士課程）

生物生産科学専攻動物生産学講座

エクレム エダル

EKUREM EDAR

目 次

	頁
緒 論	1
第1章 家鴨類の行動および除草・防除能力の品種間差	7
第1節 緒 言	7
第2節 材料および方法	10
第3節 結果および考察	19
1. 水田放飼における家鴨類の行動	19
2. 水田放飼における家鴨類の除草および防虫能力	30
第4節 要 約	45
第2章 家鴨類の品種違いが水稻の生育と収量に及ぼす影響	48
第1節 緒 言	48
第2節 材料および方法	50
第3節 結果および考察	54
第4節 要 約	75
第3章 家鴨類の成長および産肉能力の品種間差	78

第1節 緒言	78
第2節 材料および方法	80
第3節 結果および考察	83
1. 家鴨類の成長能力、飼料消費量および排糞量	83
2. 家鴨類の産肉能力	95
第4節 要約	100
第4章 家鴨類の繁殖能力の品種間差	102
第1節 緒言	102
第2節 材料および方法	104
第3節 結果および考察	108
第4節 要約	126
総括	129
謝辞	137
引用文献	138

緒 論

古くからアジア地域では畜産と作物生産が行われていた。余剰作物や作物残滓は家畜の飼料として利用され、家畜の糞尿は耕地に還元された。しかし、その後、畜産農家と耕種農家の専門化が進み、農業構造が大きく変容した。すなわち、畜産農家では購入飼料に依存する傾向が強まり、耕種農家では農薬や化学肥料、機械力の利用が進んだ^{7) 14, 28)}。日本農業のこのような構造の変容は、確かに農業の生産性を著しく向上させたが、一方では様々な社会問題を引き起こした。とくに、化学肥料と農薬の多用で地域の環境汚染とそれに伴う人間の健康障害が進んでおり、それらの不適切な処理に起因する公害問題の発生が見られる^{7) 15, 28)}。

このような農業の近代化の矛盾の中から有機農業への関心や伝統的農業を見直す動きが各地で起きてきた⁷⁾。その動きの中で、環境

にやさしい完全無農薬の合鴨農法が注目されている^{8) 29) 30)}。

水田に家鴨を放飼する合鴨農法は、家鴨の雛を水田に放飼して、その旺盛な雑食性・食欲により、水田に繁茂する雑草と稲に被害を与える害虫の駆除を行う農法である。つまり、農薬に替わる家鴨が、除草や防虫作業の重労働を軽減するだけでなく、放飼によって土壌を攪拌して中耕の役割をしたり、家鴨の排泄する糞の肥効などによって稲の発育を良くすると同時に、安全な無農薬米と家鴨を生産することを目的とした、水田と家鴨が有機的に結合した有効な土地利用型の農法である。

家鴨の水田放飼については、中国、台湾、インドネシアなどアジア各地で昔から行われてきた⁴⁾。マガモの家畜化が古くから行われて^{6) 2)}、飼育羽数の最も多い国である中国^{1) 2)}

(世界の家鴨飼育羽数の62%)では、1595年から養鴨防虫法が行われてきたことが記録されている^{2) 7)}。それ以後も家鴨の水田放飼は

除草や防虫法として行われ、その効果は顕著であったことが報告されている^{5), 27), 57)}。また、水田の未利用飼料資源を有効に活用して、卵と家鴨肉の生産性を高めたという報告もある^{10), 13)}。インドネシアでは、家鴨は稲の収穫後に放飼され、水田に落ちた粃、水田や水路中の田螺、昆虫や小魚などを栄養源として育てられ、産卵を行ってきた⁴⁾。日本では、家鴨は古くから、食肉用として飼育されてきたが、一方では約400年前の安土・桃山時代に豊臣秀吉によって除草用に鴨を水田に放飼する農法が推奨され^{74), 75)}、それが関西地方を中心に戦後まで引き継がれてきたと言われている³¹⁾。なお、1950年代には家鴨の水田放飼について、広谷ら¹⁶⁻¹⁸⁾の一連の報告があるが、これらは主に、家鴨の雑食性を利用して、稲作と家鴨の育成を経済的に行うものであった。また、久米²³⁾および曾我部ら⁵²⁾は家鴨の水田放飼による除草・防虫効果を報告している。しかしながら、1955年以降は、

農業の近代化に伴う農薬や化学肥料の多用で地域の環境汚染が進行したため、家鴨を水田放飼することが困難となり、水田放飼に関する研究もほとんど見られなくなった。

家鴨の水田放飼は1985年以降の社会情勢の変化に伴って復活の兆しを見せている³²⁾。とくに、富山県砺波地方の置田や荒田ら¹⁾によって家鴨を用いた除草が継承され、その後、より完全な無農薬米生産を目指す福岡県の有機農業生産者の古野⁸⁾によって古典的農法であった合鴨農法が現代的なものに再構築された。

近年、稲作と家鴨飼育との結合によって水田の畜産的利用観点から、安全無農薬米と家鴨を同時に生産することを目的とした農法が急速に広がっている²⁹⁾。萬田ら^{33, 34)}はこの農法を確立するため、農薬、化学肥料および機械などによって近代化された稲作農法と対比することにより合鴨農法の有効性を検討し、合鴨が雑草やスクミリンゴガイ（通称、ジャ

ンボタニシ)などの駆除能力に極めて優れていること、ウンカ類に対する防虫効果があることを報告し、これらの成果を合鴨の行動面から裏付けている。

現在、全国的に驚くほどの広がりを見せている合鴨農法には、いわゆる交雑種である合鴨とその他の種々な品種が用いられてきたが、本農法に適した家鴨類の品種についてまだ明確にされていない。さらに、合鴨農法を確立するための研究として家鴨類の能力を品種間で比較検討したものは見当たらない。したがって、効果的に雑草や害虫の駆除を行い、水田放飼の効果と水稻の収量を高めると同時に、一方では産肉能力および繁殖能力の優れた品種を選定することが重要な研究課題となっている。

本研究では、マガモ、肉用改良種であるチェリバレーおよび両者の交雑種(F₁)の代表的な3品種を用いて、家鴨類の持つ様々な能力を総合的に評価することにより合鴨水稻作

における適性品種の選定を行うため、以下の点について検討した。

1) 水田放飼における家鴨類3品種の生態行動および除草・防虫能力について比較的検討を行った。

2) 水田放飼した家鴨類3品種の水稲の生育および収量に及ぼす影響について比較検討した。

3) 家鴨類3品種の水田放飼とその後の成長能力および産肉能力について比較検討した。

4) 家鴨類3品種の繁殖能力を評価するため、3品種の産卵率、受精率、孵化率ならびに卵質などについて比較的検討を行った。

第1章 家鴨類の行動および除草・防虫能力 の品種間差

第1節 緒言

水田放飼における家鴨類は、摂食・移動行動による除草、駆除および中耕濁水の機能を有するとともに、摂食の際に移動しながら稲に常に触れて刺激を与えて稲の生育を旺盛にする^{9, 52)}。家鴨類の糞尿はそのまま肥料として水田の土壌に還元される。このように、合鴨農法は農薬や化学肥料に依存しないエネルギー低投入かつ環境保全型の農業といえる^{9, 31)}。

合鴨農法を確立するための研究においては、交雑種であるアイガモとその他の種々な品種が用いられてきたが、本農法に適した家鴨類の品種については比較検討はされていない。したがって、効果的に雑草や害虫の駆除を行

い、水田放飼の効果をさらに高めるためには水田において働く能力の高い品種を選定することが重要である。

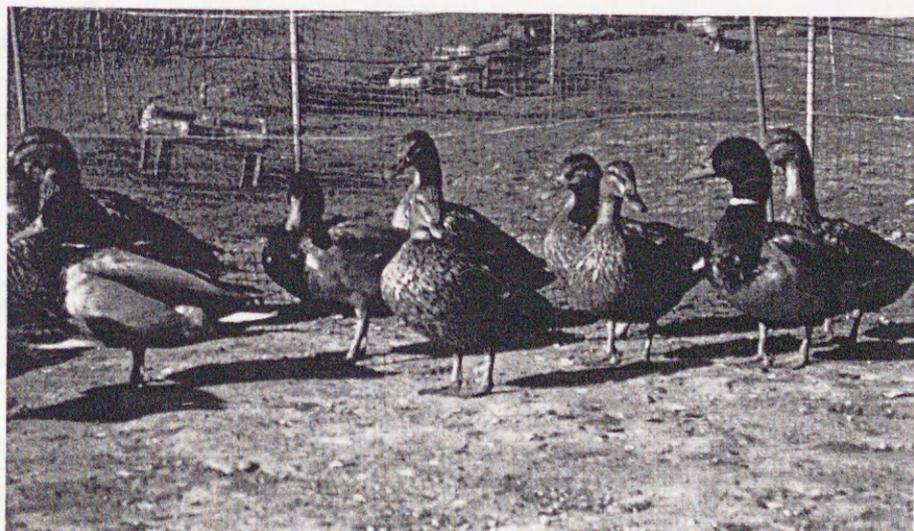
本章では、マガモ (Mallard)、チェリバレ
ー (Cherry balley) および両者の交雑種
(F₁, Crossbred) の3品種を用いて、水田
放飼における家鴨類の適性品種を選定するた
め、3品種の行動および除草・防虫能力につ
いて比較的検討を行った。



チェリバレー



F 1 (チェリバレー♀ × マガモ♂)



マガモ

写真1 実験に用いた家鴨類3品種

第 2 節 材料および方法

試験は鹿児島大学農学部附属農場の実験用水田で実施した。試験区をマガモ放飼区、交雑種 (F₁) 放飼区、チェリバレー放飼区、対照区および慣行区の 5 区に区分した (図 2)。試験区の概要は表 1、それぞれの栽培条件は表 2 に示すとおりである。なお、家鴨類放飼区のそれぞれの面積は 4.5 a で、対照区的面積は 3.5 a、慣行区は 0.21, 0.29 および 13.5 a とした。1994 年 6 月 10 日に、家鴨類放飼区と対照区の株間 30 × 30 cm で、慣行区の株間は 30 × 15 cm で田植えを行い、田植え約 1 週間後の 6 月 16 日にそれぞれ 3 品種とも 0 週齢のヒナを 8 羽放飼した。出穂期の 8 月 31 日に 3 品種とも水田から引き上げた。水田放飼期間は約 2 ヶ月半となった。なお、試験全体のスケジュールを図 1 に示した。

試験に用いた 3 品種は写真 1 に示すように、高橋人工孵化場より導入したマガモ、肉用種

表 1 試験区の概要

区分	品種	羽数	面積	1羽当りの面積
水 田	チェリバレー	8羽	450 m ² (4.5a)	56.25 m ²
	F ₁	8羽	450 (4.5)	56.25
	マガモ	8羽	450 (4.5)	56.25
舎 飼	チェリバレー	7羽	4 m ² (0.04)	0.57
	F ₁	8羽	4 (0.04)	0.5
	マガモ	6羽	4 (0.04)	0.67

表 2 実験水田の栽培条件

項目	家鴨放飼区 ¹⁾	無放飼区	慣行 1	慣行 2	慣行 3
面積 (a)	4.5	3.5	0.21	0.29	13.5
稲の品種	ヒノヒカリ	ヒノヒカリ	ヒノヒカリ	ヒノヒカリ	ヒノヒカリ
田植え日	6/10	6/10	6/5	6/5	6/5
株間 (cm)	30×30	30×30	30×15	30×30	30×15
施肥	無施用	無施用	施用 ²⁾	施用 ²⁾	施用 ²⁾
農薬散布	無施用	無施用	施用 ³⁾	施用 ³⁾	施用 ³⁾

※ 1)3区設け、家鴨3品種を放飼した

2)基肥 N- 4.0kg/10a、追肥 N- 2.0kg/10a

3)農薬散布は、8/10アドマイヤー、バダン (3kg/10a)

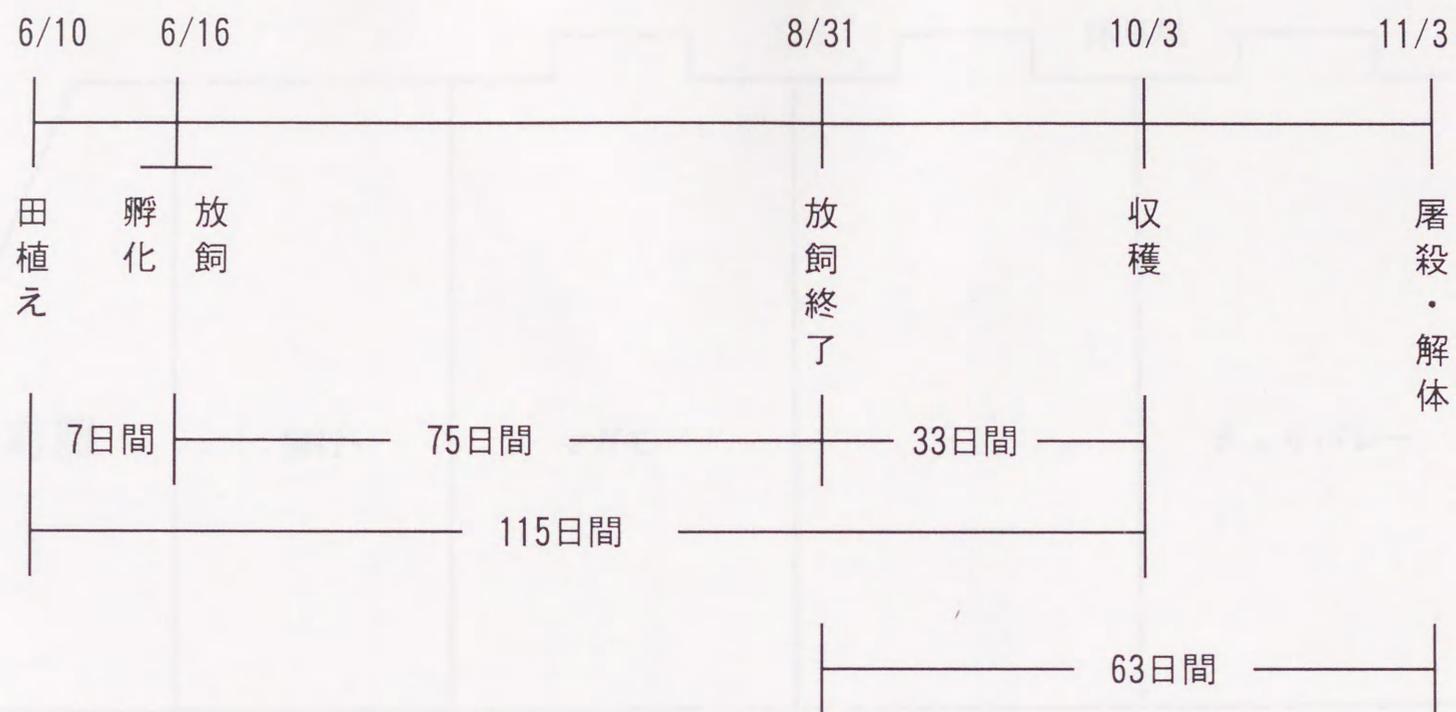


図 1 合鴨水稲作試験全体の計画 (1994)

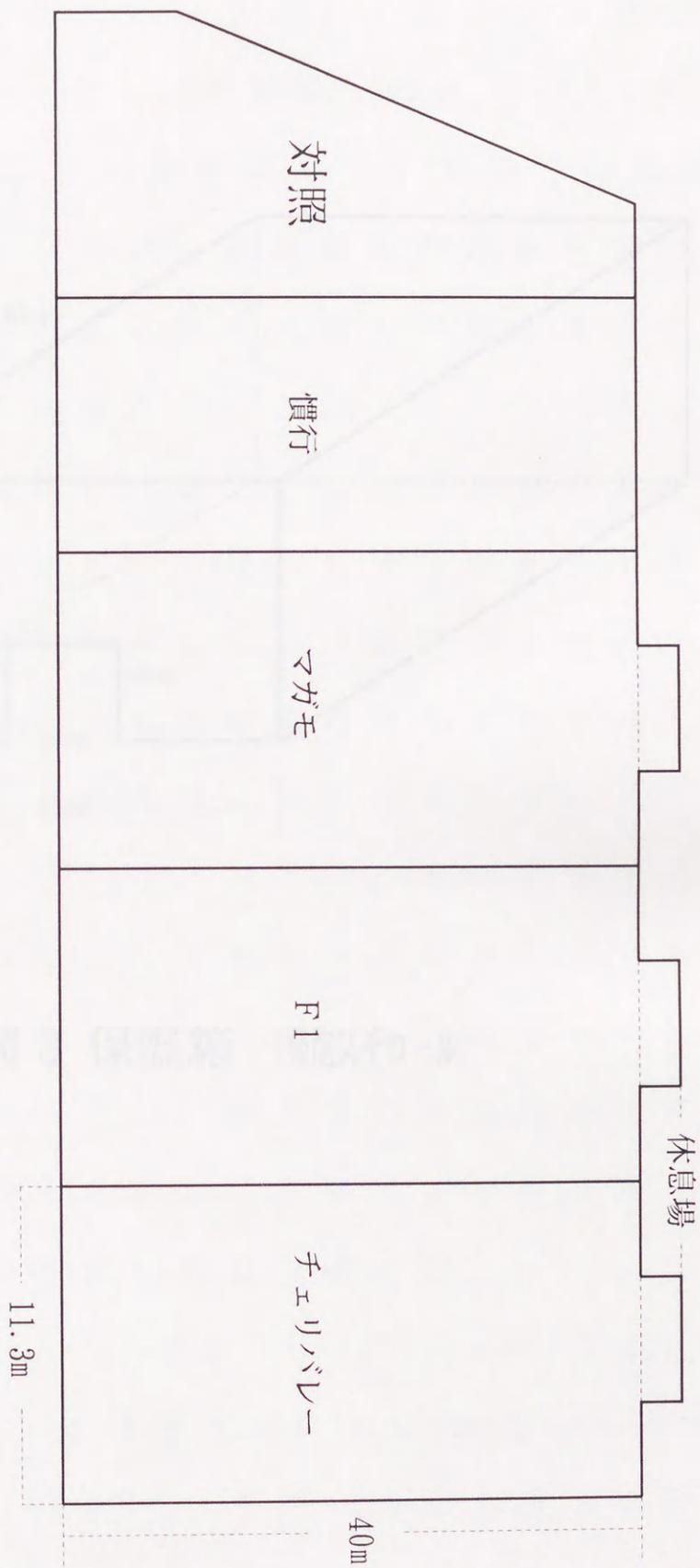


図2 試験区の水田の概要

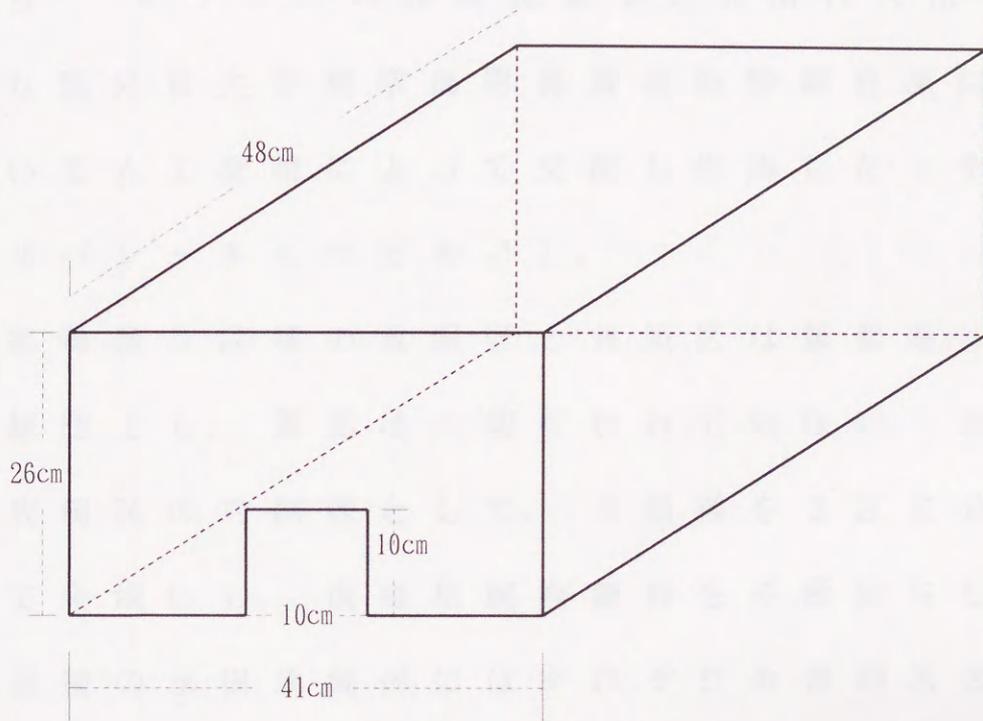


図 3 保温箱 (発泡スチロール)

として改良されたチェリバレーおよび両者の交雑種（以下、 F_1 ）である。なお、 F_1 は大西ら⁴⁷⁾のアヒルの精液採取法と精液注入法により鹿児島大学農学部附属農場動物飼育棟において人工授精によって交配し作出した（チェリバレー♀×マガモ♂）。

家鴨類3品種の放飼区と対照区は無農薬、無施肥とし、追肥は一切行われていない。水田放飼区の対照区として、3品種を3区に分けて舎飼いし、成鶏用配合飼料を不断給与し、3品種の水田放飼区にはそれぞれの舎飼区の摂食量の前半期50%、後半期70%相当の配合飼料を補助飼料として毎朝一回給与した。水田の畦にはそれぞれ2×2mの屋根付きの休憩場を設けた。なお、野犬等の外敵防除と家鴨の逃亡を防ぐために、試験田の周囲を高さ1.5mのアイガモ用電気柵で囲んだ。

6月28～29日（予備試験）と7月5～6日に計2回24時間の行動調査を行った。調査は各区の任意の4羽について、午前10時から翌日の午

前10時まで、点観察法により2分間隔で24時間行った。行動型は主に摂食行動、移動行動、休息行動ならびに羽づくろい行動などについて調査し、摂食行動と移動行動を合わせて労働行動とした。労働行動時間は家鴨類の除草・防虫・中耕濁水能力の指標をとした。なお、6月26日から7月4日の中の7日間、連続観察法により、毎日1時間計7時間の行動調査を行い、家鴨類3品種の虫の摂食行動と水中摂食行動回数について比較調査を行った。

水田内のウンカ類およびツマゲロヨコバイ等の害虫について6月23日から6月30日までは見取り法により1週間ごとに1区30株ずつ2回調査した。また7月7日から8月25日までは19×25cmの粘着板を用いて払い落とし法により1週間ごとに1区5株を2カ所、合計10株ずつ9回調査した。コブノメイガの被害については、各区25株ずつ1株当たりの被害葉数を調査し、全葉に対する比率で被害率を算出した。水田内の雑草については7月7日

から8月25日まで1週間ごとに雑草の発生状況を観察した。スクミリンゴガイ（通称、ジャンボタニシ）の発生頭数については0.2 m²の方形枠により、6月24日から8月25日まで週に一回、1区5カ所ずつ計10回調査しその枠内の生息頭数を数えた。なおスクミリンゴガイの卵塊数については6月24日から8月25日まで一週間ごとに、各区1×10 m²範囲内の卵塊数を10回調査した。

結果の統計分析はすべてt-検定により行った⁵⁸⁾。

第 3 節 結果および考察

1. 水田放飼における家鴨類 3 品種の生態行動

水田放飼における家鴨類 3 品種の摂食行動の推移を図 4 に示した。品種間で摂食行動パターンに大きな違いが認められず、いずれの区においても午前 1 時前後に摂食行動は観察されなかった。移動行動の推移を図 5 に示すように、品種間で移動行動パターンに大きな違いが認められず、いずれの区においても午前 1 時前後に移動行動が観察されなかった。休息行動の推移を図 6 に示すように、品種間で休息行動パターンに大きな違いは認められず、3 品種とも 2 3 時から午前 2 時までの休息行動が最も大きなピークを示した。羽づくろい行動および羽ばたき行動の推移を図 7 および図 8 に示すように、品種間では羽づくろいおよび羽ばたき行動パターンに大きな違いは認められなかった。したがって、3 品種間では

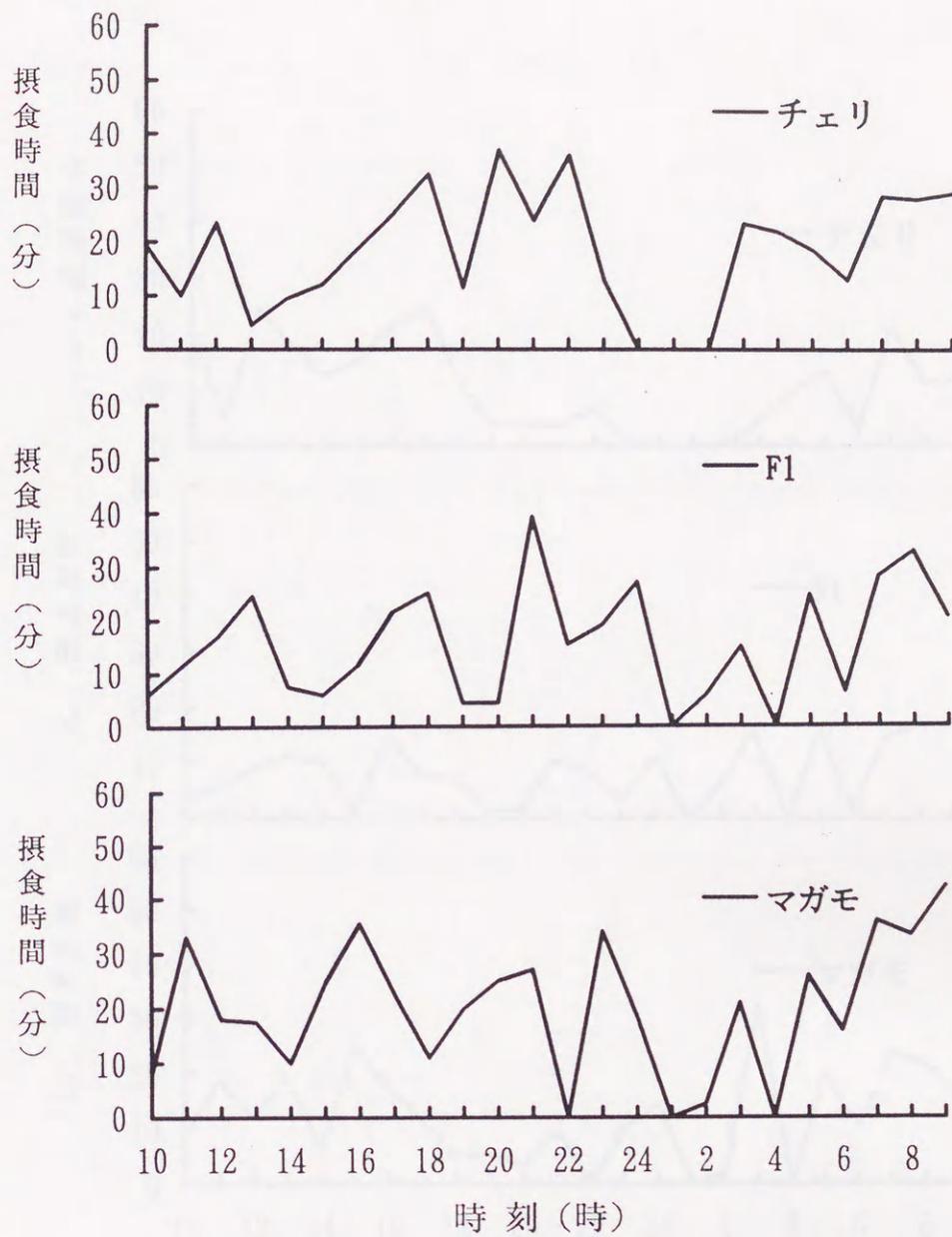


図4 水田放飼における家鴨類の摂食行動時間

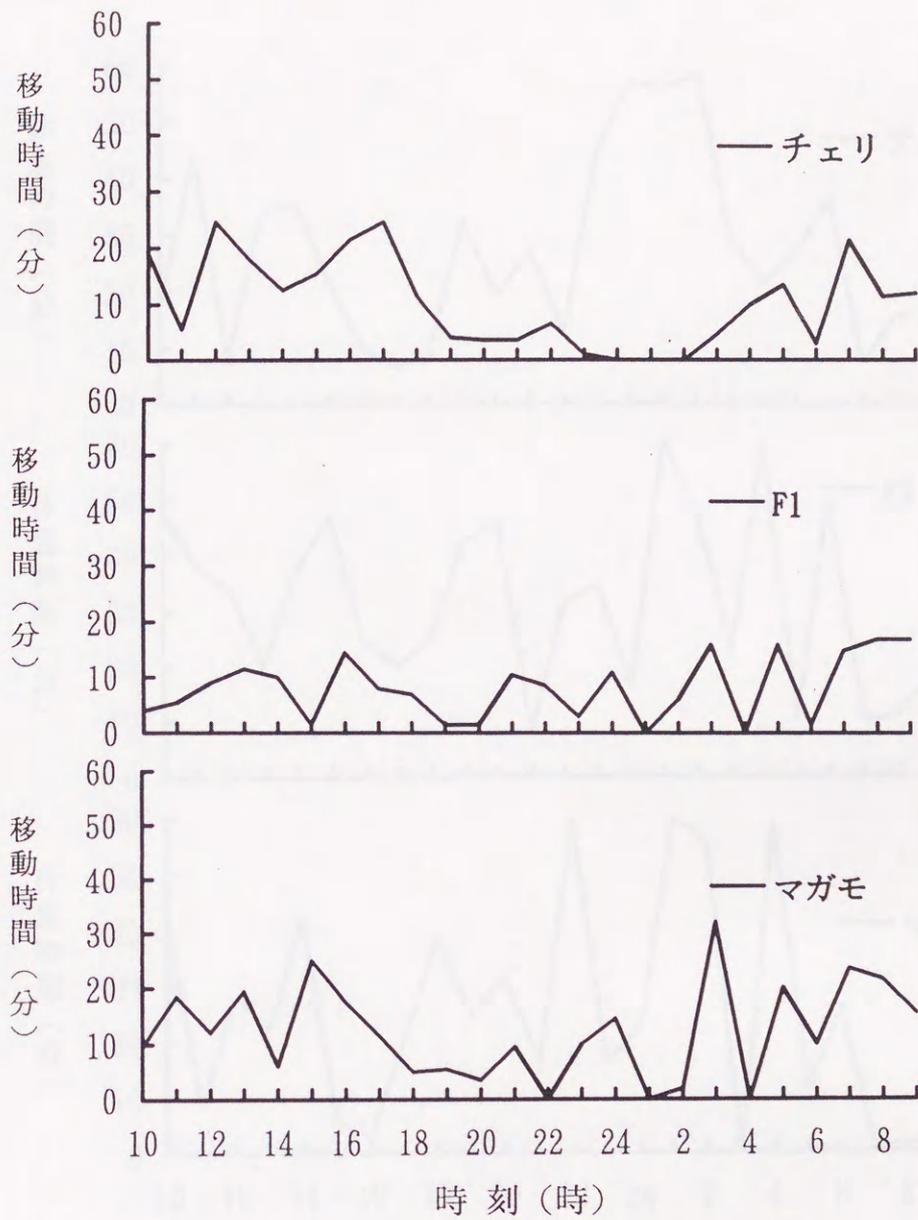


図5 水田放飼における家鴨類の移動行動時間

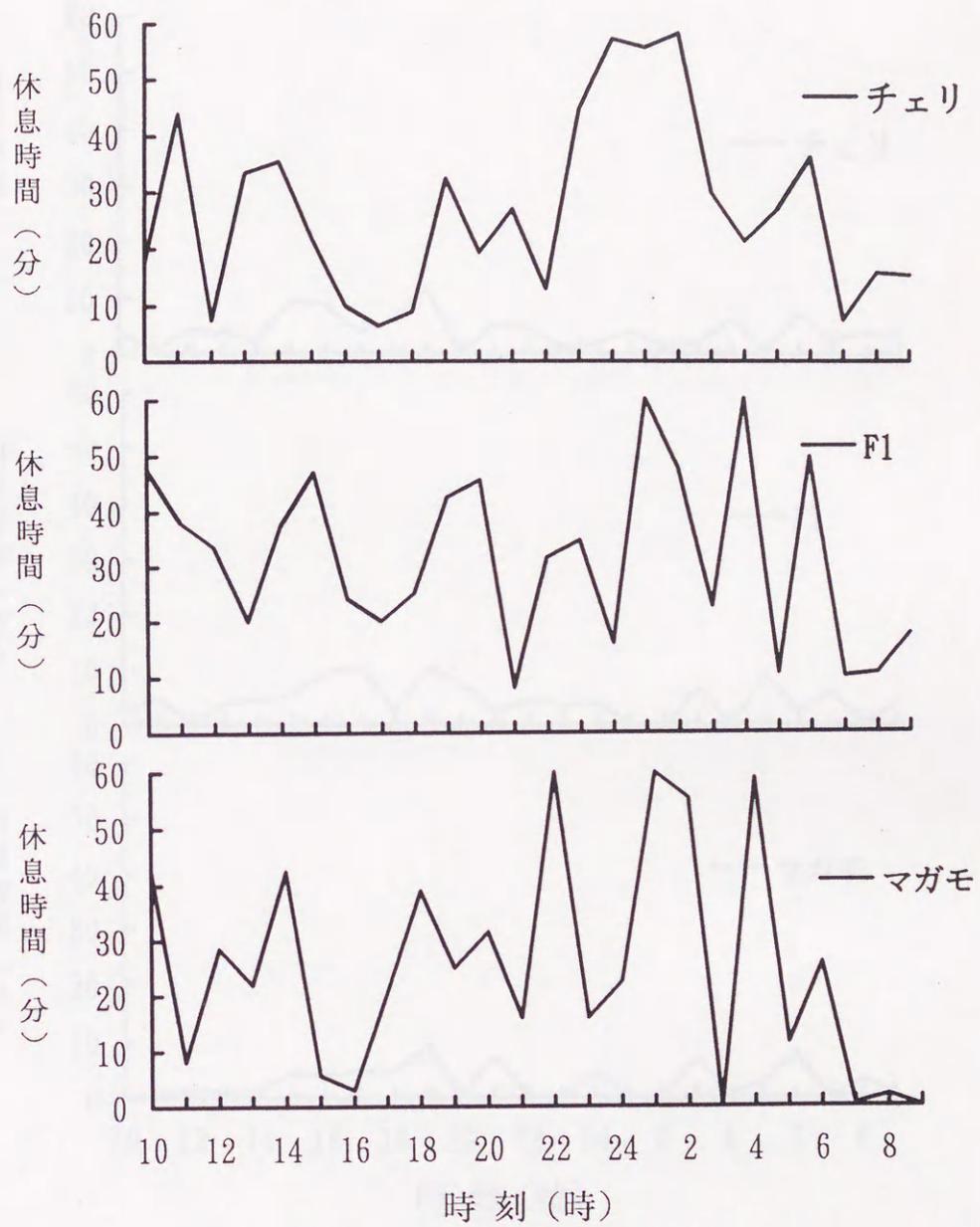


図6 水田放飼における家鴨類の休息行動時間

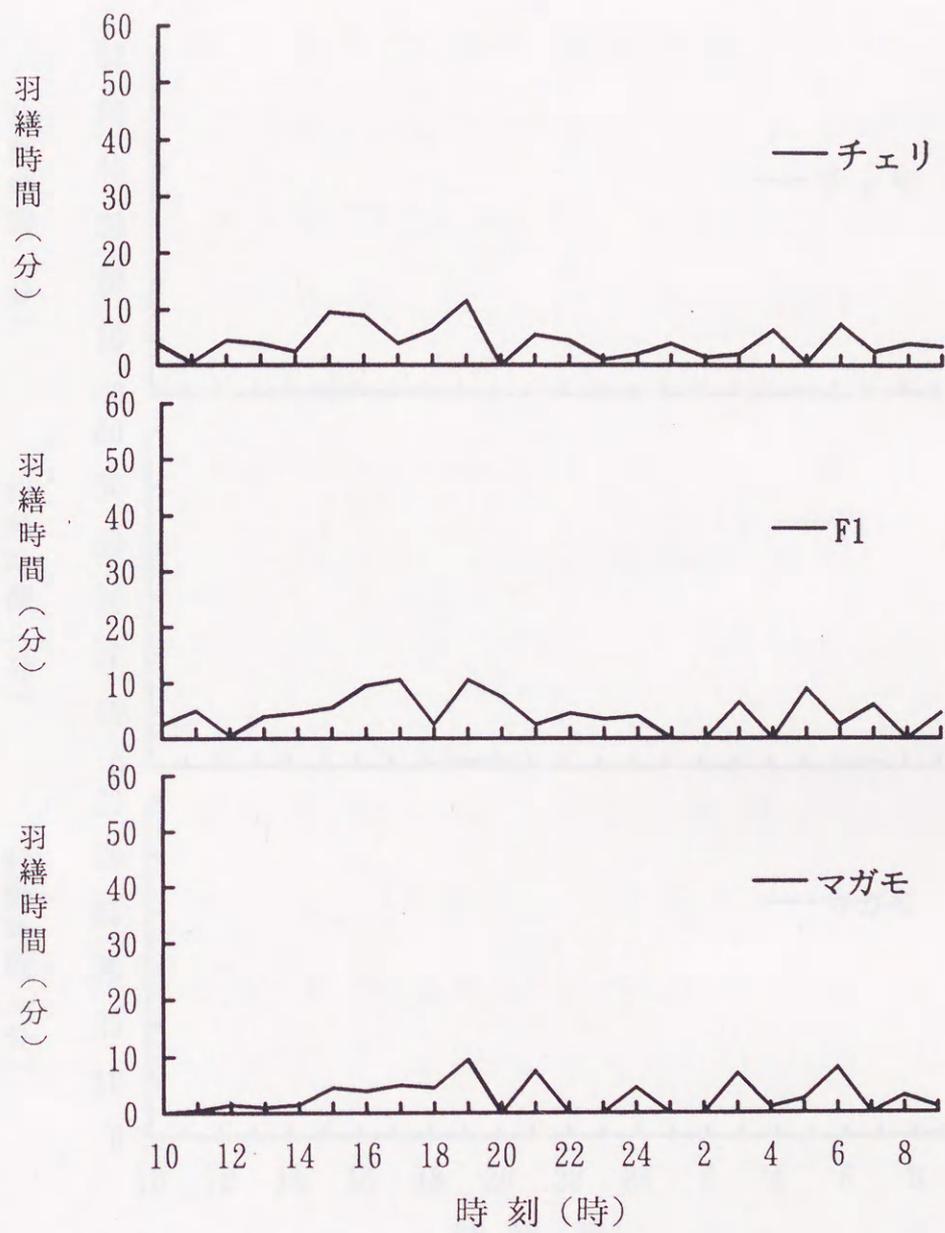


図7 水田放飼における家鴨類の羽繕い行動時間

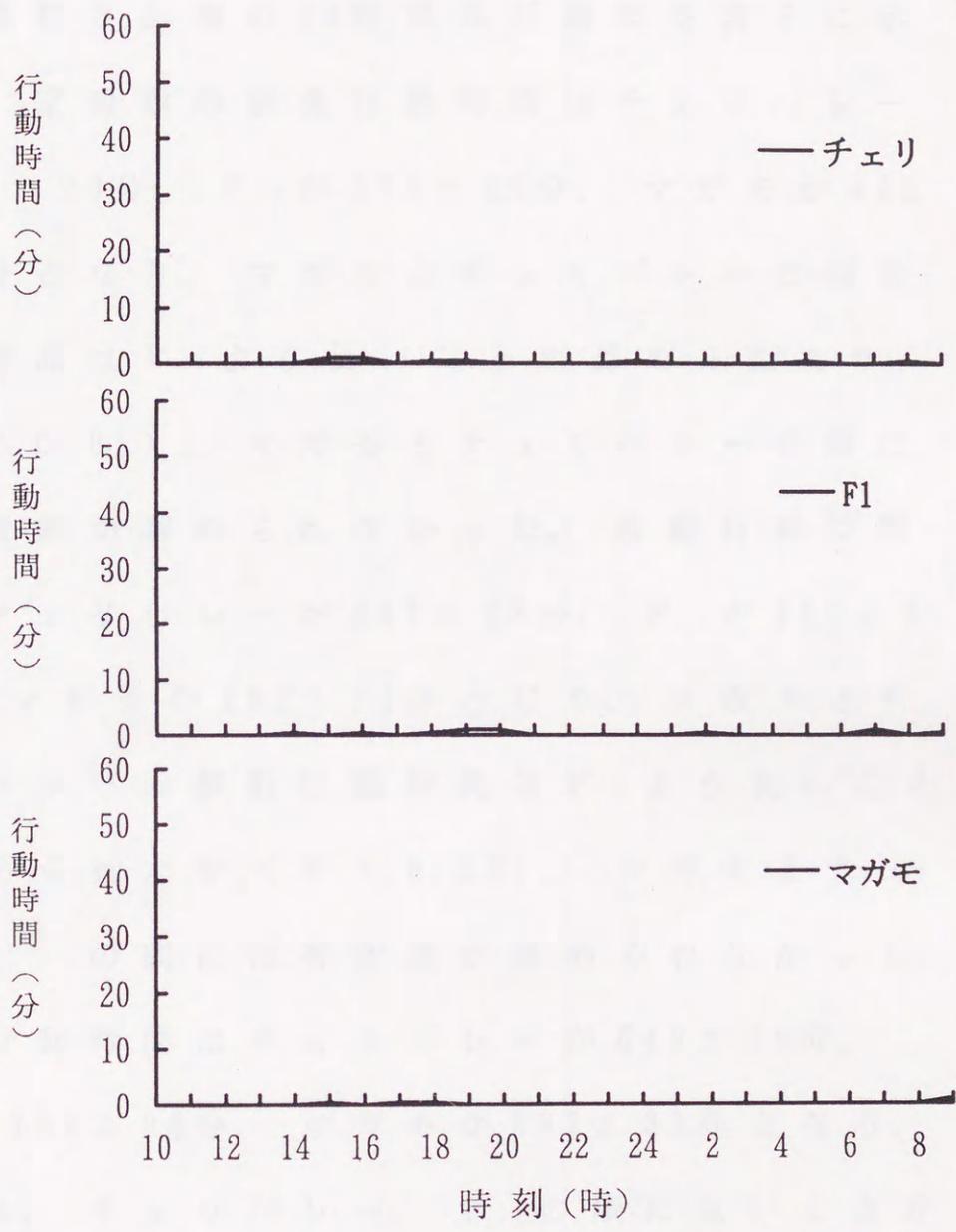


図8 水田放飼における家鴨類の羽ばたき行動時間

いずれの行動においても行動パターンに大きな違いは認められなかった。

家鴨類3品種の24時間の行動型を表3に示した。家鴨類の摂食行動時間はチェリバレーが 439 ± 20 分、 F_1 が 373 ± 29 分、マガモが 482 ± 44 分となり、マガモとチェリバレーの摂食行動時間は F_1 より長いことが認められたが ($P < 0.05$)、マガモとチェリバレーの間には有意差が認められなかった。移動行動時間は、チェリバレーが 247 ± 23 分、 F_1 が 196 ± 29 分、マガモが 292 ± 51 分となり、マガモとチェリバレーの移動行動時間は F_1 より長いことが認められたが ($P < 0.05$)、マガモとチェリバレーの間には有意差が認められなかった。休息行動時間はチェリバレーが 649 ± 38 分、 F_1 が 759 ± 36 分、マガモが 597 ± 35 分となり、マガモ、チェリバレー、 F_1 の順に短いことが認められた ($P < 0.05$)。

水田放飼した家鴨類の摂食行動は水田放飼の防除効果をも高めるのに重要な行動であり、

表3 水田放飼における家鴨類の行動型 (分)

品 種	採食時間	移動時間	休息時間	労働時間 ¹⁾
チェリバレー	439 ± 20.2 ^a	247 ± 22.7 ^a	649 ± 37.8 ^a	686 ± 7.1 ^a
F ₁	373 ± 28.7 ^b	196 ± 28.8 ^b	759 ± 36.1 ^b	569 ± 8.2 ^b
マガモ	482 ± 43.5 ^a	292 ± 50.9 ^a	597 ± 34.7 ^c	774 ± 10.9 ^c

縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

1)採食時間と移動時間の合計

移動行動は移動しながら足で水田を泥を攪拌中耕し、稲に常時触れて刺激を与えて稲の生育を旺盛にする効果的行動である^{9, 52)}。したがって、摂食行動と移動行動を合わせて労働行動とし、家鴨類の水田での働く能力を評価した。3品種の労働行動時間はチェリバレーが 686 ± 7 分、 F_1 が 569 ± 8 分、マガモが 774 ± 11 分となり、マガモの労働時間が最も長く、次いでチェリバレー、 F_1 の順に長いことが認められた ($P < 0.05$)。

家鴨類の1時間の摂食行動回数を表4に示した。3品種の稲茎葉上の摂食行動回数はチェリバレーが44.1回、 F_1 が46.9回、マガモが63.9回となり、マガモ、 F_1 、チェリバレーの順に多い傾向を示した。水中の摂食行動回数はチェリバレーが84.9回、 F_1 が76.1回、マガモが96.6回であり、マガモ、チェリバレー、 F_1 の順に多いものの、有意差は認められなかった。

以上の結果は野生種に近いマガモが家畜化

表4 水田放飼における家鴨類の1時間の摂食行動回数

品 種	虫の摂食 (回/時)	水中摂食 (回/時)
チェリバレー	44.1 ± 32.2	84.9 ± 44.3
F ₁	46.9 ± 29.3	76.1 ± 47.2
マガモ	63.9 ± 25.3	96.6 ± 66.3

された家鴨類よりも、水田内において旺盛な摂食行動を示すことを示唆しているものと思われた。

家鴨の行動については、松沢ら³⁶⁻³⁸⁾の一連の報告があるが、これらは主として家鴨の造巢行動、抱卵行動および育雛行動に関するものであり、水田放飼した家鴨類の摂食行動や一日の行動型については明らかにされていない。マガモなどの野鴨は夕暮れ時から明け方まで沼沢や水田などに飛来して採食することから、一般に夜行性の動物とされている⁵⁹⁾。また、萬田ら³⁴⁾は水田内に放飼された合鴨は主に夜半から早朝にかけて活発に摂食する行動が観察され、野鴨と同様の行動習性を具備していると報告している。本試験では、水田放飼した家鴨類3品種の行動型の日内変化については大きな違いが見られず、深夜から午前2時にかけて休息行動の最も大きなピークが見られた。したがって、24時間の行動型（行動時間）と1時間内の摂食行動回数につ

いて比較検討した限りでは、マガモが他品種に比較して水田内で働く能力の高い品種であることが示唆された。

2. 水田放飼における家鴨類3品種の除草および防虫能力

調査期間中いずれの区においても雑草がほとんど観察されず、家鴨類3品種間の除草能力に差は認められなかった。

セジロウンカの発生頭数の推移を図9に示した。株当たり発生頭数は6月下旬から7月下旬にかけて対照区および慣行区では最高6.1および3.3頭の最大のピークが見られ、8月上旬以降は徐々に減少傾向が見られた。6月下旬から8月上旬にかけて家鴨類3品種の放飼区では1頭以下の顕著な減少傾向が見られ、8月中旬以降はマガモ区で若干に増加傾向を示した。なお家鴨類3品種間では明確な差は見られなかった。

トビイロウンカの発生頭数の推移を図10

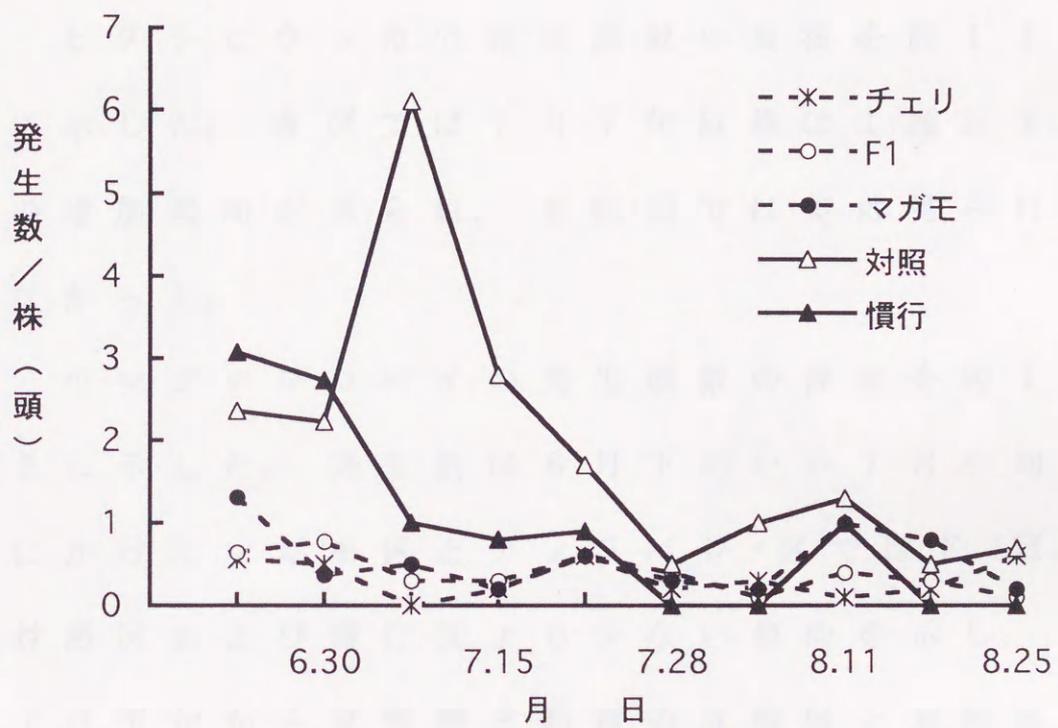


図9 実験水田におけるセジロウンカの発生頭数の推移

に示した。株当たりの発生頭数は7月下旬から8月中旬にかけて各区では増加傾向が見られ、それ以降は1頭以下の減少傾向が見られた。なお、各区间では明確な差見られなかった。

ヒメトビウソカワの発生頭数の推移を図11に示した。各区では7月下旬以降は1頭以下の増加傾向が見られ、各区间では差は見られなかった。

ツマグロヨコバイの発生頭数の推移を図12に示した。発生数は6月下旬から7月中旬にかけてマガモ区とチェリバレ-区ではF1区、対照区および慣行区より少ない傾向を示し、7月下旬から家鴨類3品種の放飼区と対照区は同様の増加傾向を示した。なお、7月下旬から家鴨類3品種間では明確な差は見られなかった。

ウンカ類およびツマグロヨコバイの発生頭数を表5に示した。セジロウンカの発生頭数は家鴨類3品種の放飼区に比較して対照区お

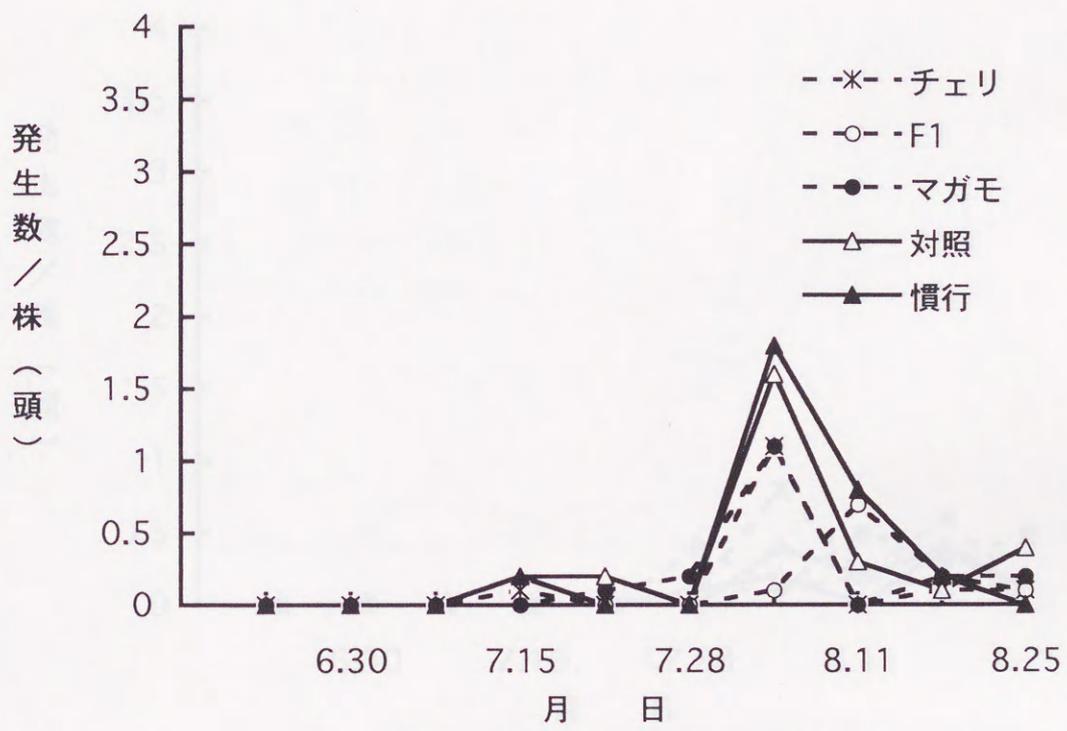


図10 実験水田におけるトビイロウンカの発生頭数の推移

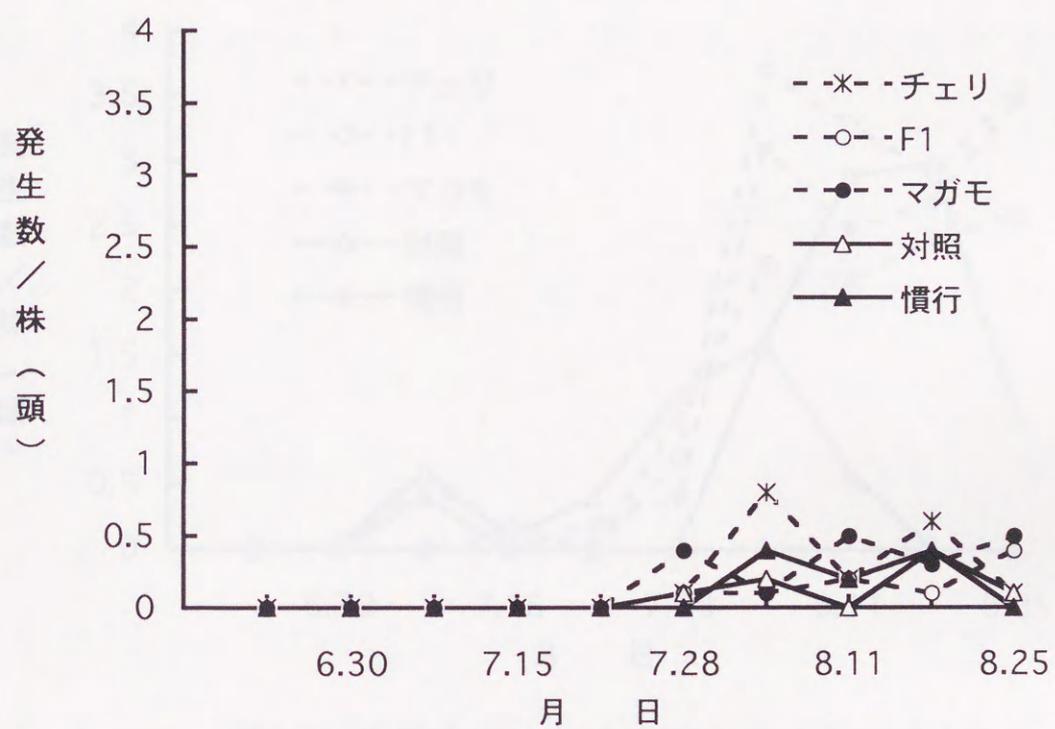


図11 実験水田におけるヒメトビウンカの発生頭数の推移

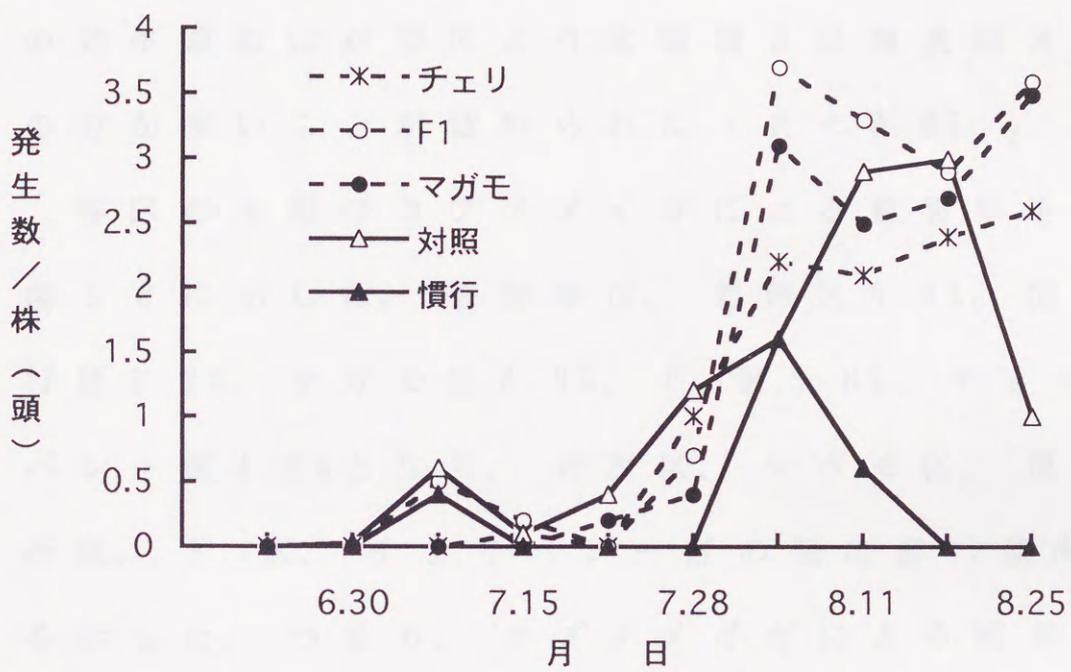


図12 実験水田におけるツマグロヨコバイの発生頭数の推移

よび慣行区で多いことが認められ ($P < 0.05$)、3品種間に有意差は認められなかった。また、トビイロウンカおよびヒメトビウンカの発生頭数は各区とも非常に少なく、各区间には有意差は認められなかった。ツマグロヨコバイの発生頭数は対照区より家鴨類3品種放飼区の方が多いことが認められた ($P < 0.05$)。

各区の水稲のコブノメイガによる被害率を図13に示した。被害率は、対照区8.4%、慣行区6.2%、マガモ区6.9%、F₁区5.8%、チェリバレー区4.5%となり、対照区、マガモ区、慣行区、F₁区、チェリバレー区の順に多い傾向を示した。つまり、コブノメイガによる被害率は、他の区に比較してチェリバレー区では抑えられている傾向が見られた。

スクミリンゴガイの卵塊数および発生頭数推移を図14に示した。卵塊数は6月下旬から7月中旬にかけて、家鴨類3品種放飼区、対照区および慣行区で非常に少なく、7月下旬以降、家鴨類3品種放飼区と比べて対照区

表5 実験水田におけるウンカ類およびツマグロヨコバイの発生頭数 (頭数/株)

区 分	セジロウンカ	トビイロウンカ	ヒメトビウンカ	ツマグロヨコバイ
チェリバレー	0.28 ± 0.2 ^a	0.14 ± 0.3	0.18 ± 0.3	1.04 ± 1.2 ^{a b}
F ₁	0.39 ± 0.2 ^a	0.11 ± 0.2	0.09 ± 0.1	1.49 ± 1.7 ^a
マガモ	0.55 ± 0.4 ^a	0.18 ± 0.3	0.22 ± 1.5	1.24 ± 1.5 ^{a b}
対照	1.92 ± 1.7 ^b	0.28 ± 0.4	0.08 ± 0.1	1.08 ± 1.1 ^{a b}
慣行	1.1 ± 1.3 ^{a b}	0.3 ± 0.5	0.1 ± 0.17	0.26 ± 0.5 ^b

縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

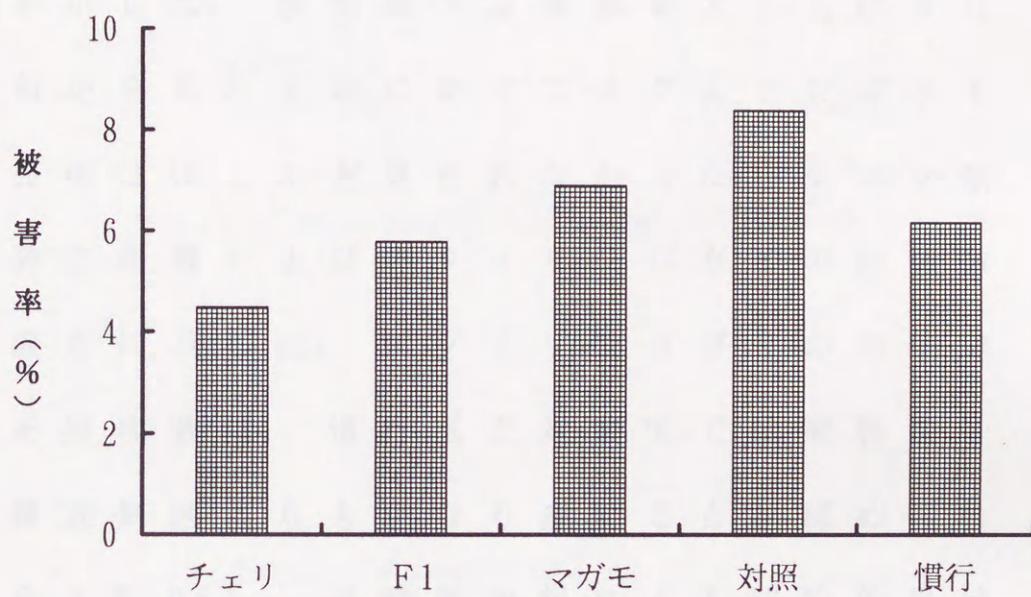


図13 実験水田におけるコブノメイガの被害率

と慣行区で増加するのが認められた。なお、3品種間に大きな差は見られなかった。スクミリンゴガイの発生頭数は、慣行区と対照区では6月下旬から7月中旬にかけてほとんど差が見られなかったが、7月下旬から増加傾向を示した。家鴨類3品種放飼区ともに6月下旬から8月下旬にかけてスクミリンゴガイの発生はほとんど見られなかった。タニシ類の発生頭数およびスクミリンゴガイの卵塊数を表6に示した。スクミリンゴガイの発生頭数と卵塊数は、慣行区と対照区では家鴨類3品種放飼区よりもかなり多いことが認められ ($P < 0.05$)、家鴨類放飼による防除効果は顕著であった。なお、3品種間では有意差は認められなかった。

スクミリンゴガイは九州地域を中心に、温暖地の水田や水路等に広く生息し、移植直後の苗やレンコン等の水生作物に被害を及ぼす有害小動物として知られている⁴⁸⁾。また、スクミリンゴガイの密度が増大すると稲に食害

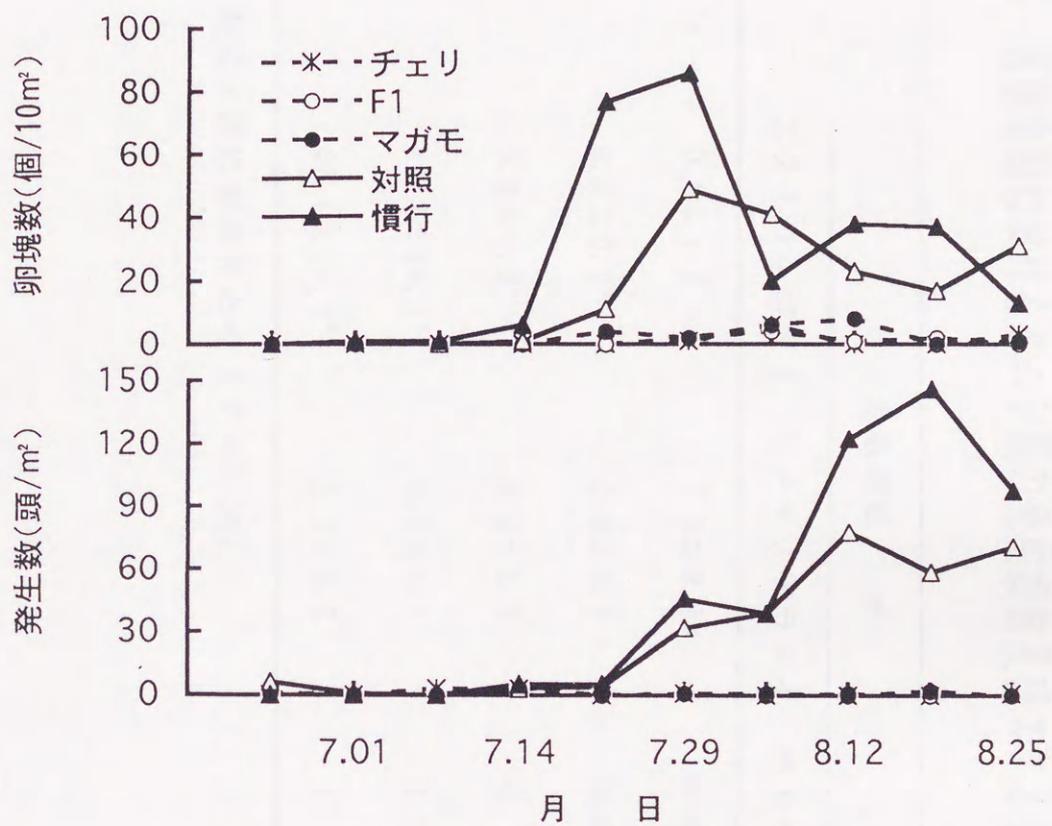


図14 スクミリンゴガイの卵塊数および発生頭数の推移

表6 実験水田におけるタニシ類の発生頭数及びスクミリンゴガイの卵塊数

区 分	生息頭数 / m ²			卵塊数 / 10 m ²
	スクミリンゴガイ	ヒメモノアラガイ	サカマキガイ	
チェリバレー	0.8 ± 1.2 ^a	2.5 ± 3.1	0.4 ± 0.7	1.0 ± 2.0 ^a
F ₁	0.6 ± 0.9 ^a	0.9 ± 0.7	0.8 ± 1.2	0.9 ± 1.3 ^a
マガモ	0.8 ± 1.0 ^a	0.4 ± 0.7	0	2.1 ± 2.9 ^a
対照	29.3 ± 30.1 ^b	0.7 ± 1.1	0.7 ± 0.8	17.4 ± 18.1 ^b
慣行	47.1 ± 57.7 ^b	2.3 ± 2.7	0	27.9 ± 31.5 ^b

縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

を引き起こすと報告されている⁴⁹⁾。本試験では、7月以降はスクミリンゴガイの発生頭数および卵塊数が対照と慣行区で多くなっているのに対して家鴨類3品種放飼区では抑えられており家鴨類のスクミリンゴガイに対する防虫能力があるものと思われた。

水田に被害を与えるウンカ類は主にセジロウンカ、トビイロウンカおよびヒメトビウンカ等である。セジロウンカは水稻生育初～中期に大量飛来し、トビイロウンカは7月頃に飛来して水稻生育中～後期に大量発生するとともに吸汁害をもたらすことが問題となり、ヒメトビウンカは国内で越冬し、水稻の吸汁に伴ってシマグレ病を伝染することが指摘されている^{42, 66)}。本試験では、水稻生育初～中期のウンカ類の発生数は対照区で増加したのに対して家鴨類3品種放飼区では抑えられており、水稻生育中期以降は家鴨類3品種放飼区では対照区と同様の傾向を示したが、防虫能力に3品種間差は認められなかった。な

お、 水稲初～中期のウンカ類の発生は家鴨類
3品種放飼区において顕著な防虫効果が見ら
れ、 中期以降は若干増加しその被害は小さい
と思われた。

嶋田ら⁵³⁾はツマグロヨコバイが一般に国内
で越冬し、 水稲生育中～後期に大量発生して
穂を吸汁することが主な問題とされると報告
している。 中国ではツマグロヨコバイについ
ても家鴨放飼による防除効果は顕著であった
と報告されている^{57, 76)}が、 萬田ら³³⁾はツマ
グロヨコバイについて、 合鴨放飼による防虫
効果は殆ど認められず、 稲の草丈の伸長によ
って、 茎葉上部に付いたツマグロヨコバイを
合鴨が摂食することが出来なかったと推測し
ている。 本試験においても同様のことが観察
され、 7月下旬以降は家鴨類3品種放飼区で
は対照区と同様の増加傾向を示した。 なお、
防虫能力に品種間差は認められなかった。

コブノメイガの幼虫のが水稲の収量に影響
を及ぼす時期については、 一般に水稲の幼穂

形成期から出穂期であることが知られている²¹⁾。また、御厨ら⁵⁰⁾は上位3葉の被害葉率10, 30, 50, 70および90%で水稻の減収率がそれぞれ2, 5, 8, 11および15%になるとしている。本試験では、各区における上位3葉の被害葉率は最大で8.4% (対照区)、最小で4.5% (チェリバレー区)であった。したがって、各区の水稻生育および収量に大きな影響はなかったものと思われた。

以上のように、水田内の雑草および害虫類の発生状況から見た家鴨類の除草および防虫能力には、3品種間に有意な差は認められなかった。

第 4 節 要 約

合鴨農法における家鴨類の適性品種を選定するため、マガモ、チェリバレーおよびF₁（マガモ×チェリバレー）の3品種の行動および除草・防虫能力について比較検討した。試験田を3つの放飼区（マガモ、チェリバレーおよびF₁）に分け、田植え1週間後にそれぞれ3品種とも0週齢のヒナを8羽放飼し、放飼期間は稲の出穂期までの（11週齢）約2カ月半とした。

結果を要約すると以下のとおりである。

1. 水田内における労働行動時間（摂食行動と移動行動の合計）はマガモが最も長く、次いでチェリバレー、F₁の順長いことが認められ、休息行動時間はマガモ、チェリバレー、F₁の順に短いことが認められた。なお、1時間当たりの摂食行動回数は、マガモがF₁およびチェリバレーに比較して多い傾向を示した。以上のことから、マガモは両品種に対

して水田での働く能力の高い品種であると思われた。

2. 雑草はいずれの区においてもほとんど観察されず、3品種間の差は認められなかった。

3. 水稲生育初～中期のウンカ類の発生数は家鴨類3品種放飼区において顕著な防虫効果が見られ、中期以降は若干に増加しその被害は小さいと思われた。ツマグロヨコバイの発生数は対照区と変わらず、家鴨類3品種放飼区において防虫効果は、認められなかった。水稲のコブノメイガによる被害葉率は、いずれの区においても少なく、収量に対する大きな影響はないと思われた。スクミリンゴガイの発生頭数および卵塊数は、対照区と慣行区で多くなっているのに対して家鴨類3品種放飼区では抑えられており、家鴨類のスクミリンゴガイに対する防虫効果が顕著であることが明らかとなった。

以上の結果から、家鴨類3品種の除草および防虫能力には、3品種間に有意な差は認め

られなかった。類の品種の違いが本種の生育と
成長に及ぼす影響

本家で、チェリパレー、ア、およびウガセ
の3品種の生育状況に於ける生育および生育
の各段階の成長について比較調査を行い、本
種および他の各品種と生育の各段階の成長に
ついて生育の進捗が認められなかったものの、
チェリパレーの生育における生育の各段階
に於ける生育の進捗が他の各品種
に於ける生育の進捗よりも遅いことが認められた。しかしなが
ら、各段階に於ける生育の進捗を決定
するためには、本種は生育や成長など生育
の各段階の進捗から生育の進捗も必要である。

本家で、ア、ア、チェリパレーおよびウ
ガセの各品種(ア)の各品種を用いて、本種
に於ける生育の進捗の各段階を決定するため、
本種および他の各品種の生育の進捗、生育の進

第2章 家鴨類の品種の違いが水稻の生育と 収量に及ぼす影響

第1節 緒言

前章では、チェリバレー、 F_1 およびマガモの3品種の水田放飼における行動および除草・害虫防除効果について比較検討を行い、家鴨類3品種の除草および害虫防除効果には、3品種間で有意差が認められなかったものの、マガモの水田における活動能力が他の2品種に比べて高いことが示唆された。しかしながら、合鴨農法における家鴨の適性品種を選定するためには、水稻の生育や収量など作物学・栽培学的観点からの検討も必要である。

本章では、マガモ、チェリバレーおよび両者の交雑種(F_1)の3品種を用いて、水田放飼における家鴨類の適性品種を選定するため、家鴨類放飼区の水稻の栄養成長期、生殖生長

期および登熟期の各生育段階の生育の変化と
収量成立過程との関係を、標準的な窒素施肥
料と栽植密度の慣行区と比較し、さらに家鴨
類3品種の水稲の生育収量に及ぼす影響につ
いて比較検討した。

第 2 節 材料および方法

試験は水稻品種にヒノヒカリを用い、1994年に鹿児島大学農学部附属農場水田で実施した。試験区をマガモ放飼区、 F_1 放飼区、チェリバレー放飼区、慣行1区（標準植）および慣行2区（疎植）の5区に区分した。マガモ、チェリバレーおよび両者の交雑種の（ F_1 ）3品種を供試して、水田放飼期間は、6月16日（0週齢）から8月31日（11週齢）までの約2か月とした。各放飼区の栽培条件および放飼条件は、第1章の表1のとおりである。慣行栽培区は、南九州における標準的栽植密度である慣行1区（22.2株/㎡）および放飼区と同一栽植密度の慣行2区（11.1株/㎡）とした。いずれの慣行区においても窒素6kg/10aの標準施肥量で農薬による病虫害防除を適宜行った。

各区10株について、移植後10日目（6/21）から出穂期（8/23）にかけて1週間おきに草

丈および莖数を調査した。幼穂形成期（7/22）および出穂期（8/27）に各区の水稻5株ずつを抜取り、地上部乾物重および葉面積を測定した。なお、各時期とも5株の地上部乾物重を実測したが、葉面積は、5株のうち平均的な2株を自動葉面積計（林電工社製）で測定し、それらの葉面積と葉身乾物重との比から他の3個体の葉面積を推定し、葉面積指数（LAI）を求めた。これらの測定値から幼穂形成期から出穂期の期間中の1日当たり個体群生長率（CGR）、相対生長率（RGR）および純同化率（NAR）を算出した。

収穫期（9/28）に家鴨類放飼各区から各20株、慣行1区および慣行2区から各10株をランダムに抜取り、十分風乾した後、それらのうち平均的な8株ならびに5株についてそれぞれ収量構成要素を調査し、籾収量を算出した。また、収量調査個体について地上部乾物重を測定して、それと出穂期の乾物重との差から出穂後の乾物生産量（ ΔW ）とし、それ

を 1 m² 当たり 総穎花数 で除して 1 穎花 当たり
乾物生産量 (△W / SP) を求めた。なお、
収量構成要素について 以下のような算出方法
に基づいて算出した。

$$1 \text{ 株 穂 数 と } 1 \text{ 株 穎 花 数 } = \text{実 測 数} \dots\dots\dots ①$$

$$\text{穂 数 と 穎 花 数 (m}^2\text{)} = ① \times \text{栽 培 密 度} \dots\dots\dots ②$$

$$\text{登 熟 歩 合} = 1 \text{ 株 登 熟 粒 数 } * \div 1 \text{ 株 穎 花 数} \dots\dots\dots ③$$

* 比重 1.06 の 塩 水 に 浸 け、 沈 ん で い た 粒 数

$$\text{千 粒 重 (g)} = \text{登 熟 粒 数 の 中 か ら (100 粒) 5 計} \\ \text{測 の 平 均 値} \times 10 \dots\dots\dots ④$$

$$\text{籾 収 量 (g/m}^2\text{)} = ③ \times \text{穎 花 数 (m}^2\text{)} \times 1 \text{ 粒 重} \dots\dots ⑤$$

$$\text{籾 藁 比} = 1 \text{ 株 籾 重} \times 1 \text{ 株 藁 重} \dots\dots\dots ⑥$$

7 月 初 旬 に 家 鴨 類 に よ る 水 稻 被 害 が 観 察 さ

れ、7月7日から1週間おきに4回、放飼各区の10カ所、各25株について水稻の被害程度と被害株率を追跡調査した。被害程度の判定は、0：正常、1：根が一部露出している、2：さらに稲株が押し倒されている、3：約半分の根が露出および4：ほとんどの根が露出または欠株の5段階とし、1以上を被害株とした。

結果の統計分析は分散分析⁶⁾により行った。

第 3 節 結果および考察

1994年の気象条件については、実験期間を通じて、長期の降雨はなく、平年に比べて高温多照で経過した。水稲の生育は良好で、多収年であった。

水稲移植4週間後（家鴨3週齢）の7月初旬から、家鴨が水稲の株元をつつき、根を食害する水稲被害が家鴨類放飼全区で観察された。被害は、各区の全域の不特定の株に観察され、その時期は水稲の分けつ中期であった。家鴨類による水稲の被害程度と被害株率を表7に示した。水稲の被害様相は家鴨品種により異なり、F₁区では、発生当初（7/4）から被害程度1を中心に各段階の被害が観察され、被害株率は98%に及んだ。これに対して、マガモ区の水稲被害は、発生当初では被害程度、被害株率ともにF₁区に比べて低かったが、発生2週目から被害株率は拡大し、4週目にはF₁区に相当する被害が観察された。一方、

表7 家鴨類による水稻の被害程度および被害株率

区分	7月7日		7月15日		7月22日		7月29日	
	被害程度	被害株率(%)	被害程度	被害株率(%)	被害程度	被害株率(%)	被害程度	被害株率(%)
チェリバレー	0.56±0.18 ^c	62.0±17.8 ^b	0.76±0.09 ^b	76.6±9.1 ^b	0.81±0.12 ^b	79.6±11.8 ^b	0.75±0.19 ^c	79.6±8.3 ^b
F ₁	1.26±0.28 ^a	98.0±6.3 ^a	1.22±0.29 ^a	88.8±11.8 ^a	1.34±0.61 ^a	93.2±9.9 ^a	1.34±0.34 ^a	97.6±5.1 ^a
マガモ	0.73±0.12 ^b	60.4±17.9 ^b	0.76±0.15 ^b	70.4±15.7 ^b	0.84±0.33 ^b	77.6±11.6 ^b	1.03±0.22 ^b	92.8±6.4 ^a

※ 縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

被害程度の評点法： 0. 正常 1. 根が若干露出 2. 押し倒す 3. 約半分の根が露出 4. 全株が浮き上げ或いは欠株

被害株率：全体に対する被害を受けた株率

チェリバレー区では、発生当初から被害程度、被害株率とも低く、それ以後の被害の拡大もなかった。したがって、家鴨類3品種の水稻に対する被害程度（7月29日）は、F₁が最も大きく、次いでマガモ、チェリバレーの順に大きいことが認められた（ $P < 0.05$ ）。

各区における水稻の草丈の推移を図15に示した。分けつ初期（6/21）から出穂期（8/23）まで、家鴨放飼区の草丈は慣行区に比較して明らかに低く推移した。とくに、分けつ終期（7/19）の草丈は、慣行1区に比べてチェリバレー区とマガモ区で23%、F₁区で28%低かった。

各区における水稻の1㎡当たり茎数の推移を図16に示した。標準的栽植密度の慣行1区の茎数が、疎植条件の家鴨放飼区および慣行2区に対して明らかに多かった。また、家鴨放飼区と慣行2区との間にも異なる推移が認められた。すなわち、分けつ中期（7/4）までは家鴨放飼区の茎数増加は慣行2区に比

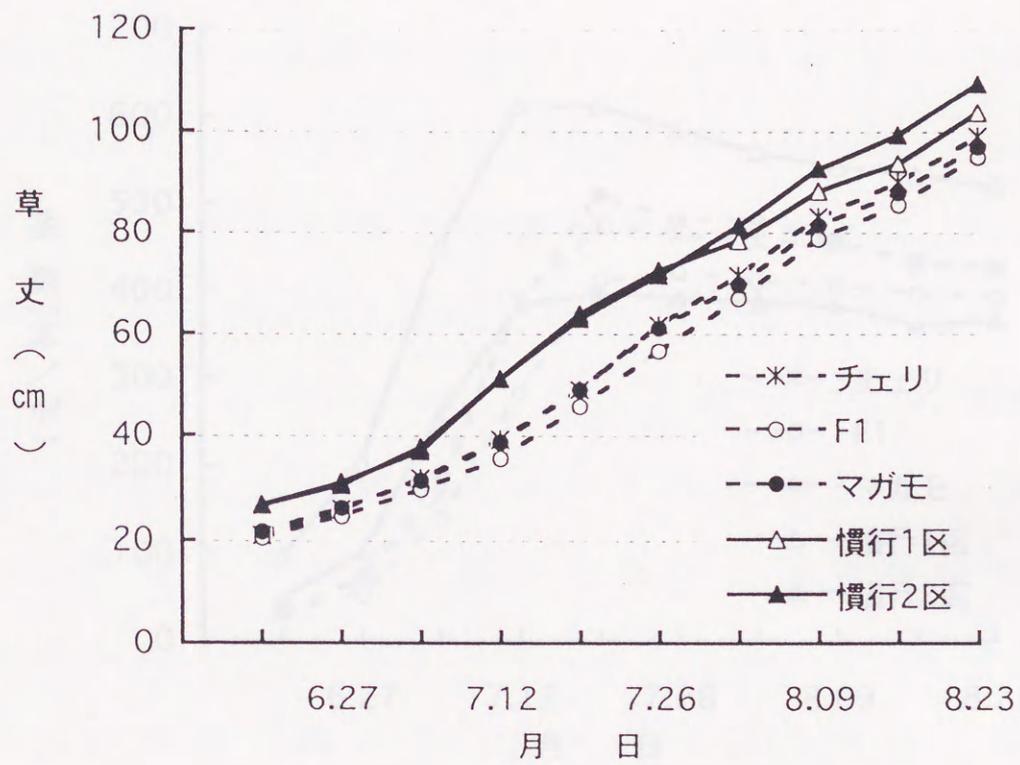


図15 各区における水稻の草丈の推移

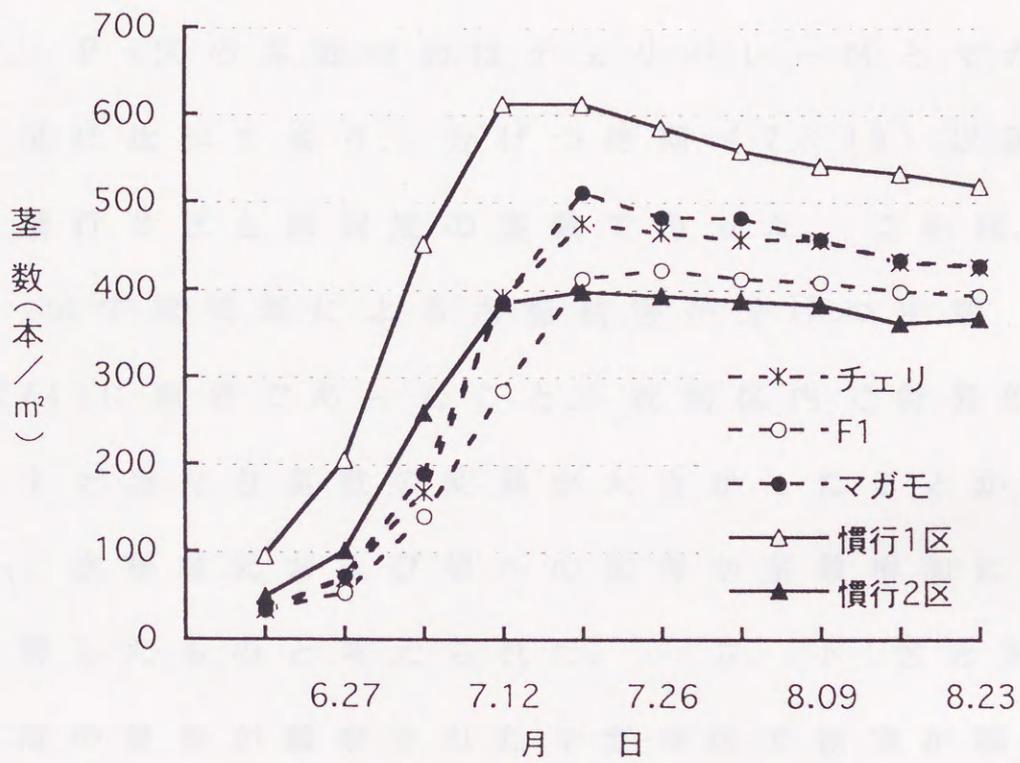


図16 各区における水稲のm²当り茎数の推移

べて明らかに抑制された。しかし、分げつ終期（7/19）では、チェリバレー区とマガモ区の1㎡当たり莖数は急激に増加し、慣行2区の莖数よりも明らかに多く、この関係は出穂期（8/23）まで変わらなかった。これに対して、F₁区の莖数増加はチェリバレー区とマガモ区に比べて劣り、分げつ終期（7/19）以後で慣行2区と同程度の莖数であった。これは、F₁区で家鴨類による水稻被害が分げつ中期（7/4）に顕著であったこと、放飼区内で特異的に1㎡当たり莖数の変異が大きかったことから、水稻株元および根への加害が莖数増加に影響したものと考えられた。一方、F₁区と同程度の被害が観察されたマガモ区で被害が顕著になったのは分げつ終期（7/19）以降であり、被害が比較的軽微であったチェリバレー区とともに莖数増加への顕著な影響は見られなかった。各区の最高分げつ期は慣行1区が最も早く到達して7月12日であり、チェリバレー区、マガモ区および慣行2区が7月19日、

F₁区は遅れて幼穂形成期後の7月26日であった。

窒素栄養を地力窒素に依存する自然農法では、水稻の生育初期において茎数増加が緩慢となることが知られている⁴³⁾。本実験でも分げつ中期までの家鴨類放飼区の茎数増加は慣行1区および慣行2区に比べて明らかに抑制された。家鴨放飼区の窒素栄養源は、地力窒素と家鴨類が排泄する糞であるが、分げつ初～中期(6/21～7/4)の家鴨類は2～3週齢であり、排糞量は少ないため、窒素栄養は主として地力窒素に依存するものと推測される。

山本ら⁷⁷⁾は、九州における水田の地力窒素発現量に対する地力窒素吸収量の割合は、7月初～中旬で35%前後と低く、7月中～下旬で55～75%、それ以降で70～80%で推移するとしている。したがって、家鴨類放飼区の初期生育は、慣行区に比べて抑制されたものと考えられる。

分げつ終期(7/19)の草丈と1株当り茎数

との関係を図17に示した。チェリバレー区とマガモ区では、草丈の伸長が抑制され、分げつが増加し、放飼区と同一栽植密度の慣行2区とは異なる草型の変化が認められた。

F₁区では、被害のため1株当たり茎数の変異は大きかったが、草丈の伸長は抑制され、他の2品種放飼区と同様な草型の変化であると考えられた。このように草丈の伸長の抑制と分げつ増加は、家鴨放飼に起因する草型の変化であり、節間伸長期以前の最高分げつ期における草丈の抑制は、葉身長の短縮であって、茎数の増加とともに分げつ中期～分げつ終期（7/4～7/19）の受光態勢に影響したものと推測される。萬田ら³⁵⁾も慣行区に対して合鴨放飼区の稲の草丈が低く、茎数は多かったと報告している。

植物は、物理的刺激によって矮性化することが知られ^{19, 25, 51, 60, 78)}、生長抑制はエチレン生成量の増大^{60, 78)}、ジベレリン含量の低下などによるものであるとされている。

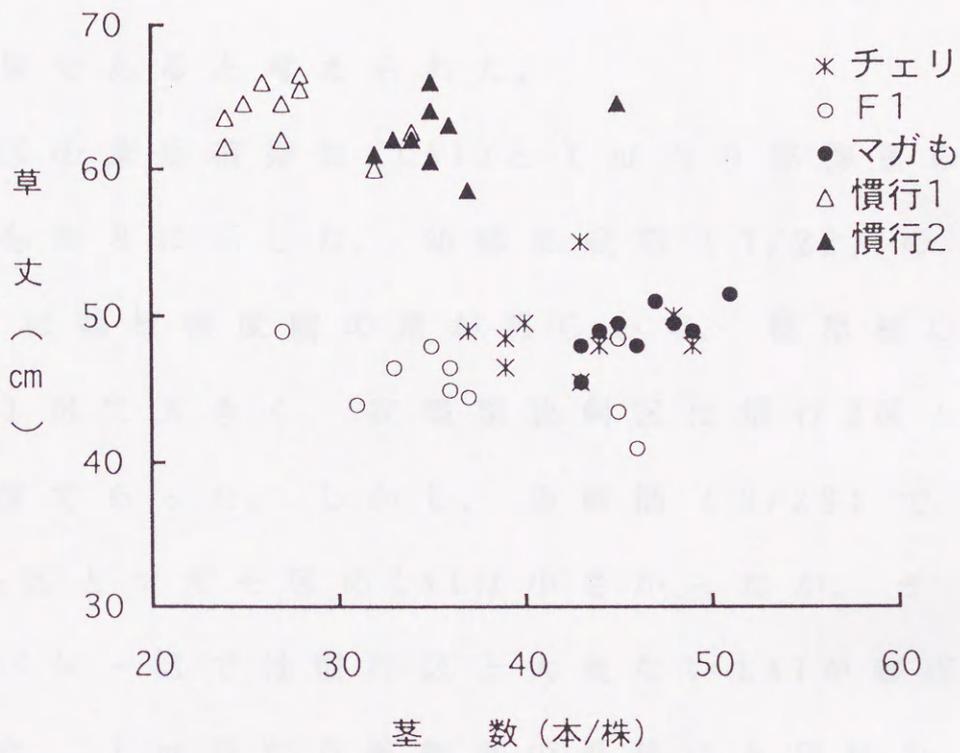


図17 分けつ終期における稲の茎数と草丈の関係

家鴨類放飼区における分けつ中期以降の水稻の草型の変化は、家鴨の採食、移動などに伴う水稻に対する接触刺激によってもたらされたものであり、水稻栽培における家鴨類放飼の効果であると考えられた。

各区の葉面積指数(LAI)と1 m²当り乾物重の推移を表8に示した。幼穂形成期(7/22)のLAIには栽植密度間の差が明らかで、標準植の慣行1区で大きく、家鴨類放飼区は慣行2区と同程度であった。しかし、出穂期(8/23)ではF₁区とマガモ区のLAIは小さかったが、チェリバレー区では慣行区と大差ないLAIが確保された。1 m²当たり乾物重の推移にも同様の傾向が見られ、幼穂形成期および出穂期では慣行1区の乾物重が大きかった。しかし、概して出穂期から収穫期の乾物増加は家鴨放飼区が大きく、中でもチェリバレー区では収穫期の乾物重は慣行1区と同程度であった。

幼穂形成期から出穂期までの葉面積指数(LAI)、個体群生長率(CGR)および純同化

表8 各実験区の水稲の葉面積指数と乾物重の推移

区 分	葉面積指数		乾物重 (g/m ²)		
	幼穂形成期 (7/22)	出穂期 (8/27)	幼穂形成期 (7/22)	出穂期 (8/27)	収穫期 (9/28)
チェリバレー	1.59±0.17 ^b	5.59±0.50 ^{a b}	217.3±28.3 ^b	997.4±91.1 ^{b c}	1853.2±175.8 ^{a b}
F ₁	1.76±0.28 ^b	5.21±0.86 ^b	220.4±43.0 ^b	930.5±124 ^{b c}	1614.5±263.9 ^c
マガモ	2.01±0.42 ^b	5.13±0.96 ^b	227.8±50.9 ^b	909.9±156.5 ^c	1694.5±120.7 ^{b c}
慣行1	3.98±0.62 ^a	6.42±0.58 ^a	432.1±70.3 ^a	1328.6±162.5 ^a	1973.5±310.2 ^a
慣行2	1.93±0.35 ^b	5.95±0.86 ^{a b}	248.4±30.4 ^b	1119.3±163.9 ^b	1810.4±200.8 ^{a b}

※ 1 : 株間は15×30cm 2 : 株間は30×30cm
縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

率（NAR）を表9に示した。LAIは、家鴨類放飼区では慣行1区および慣行2区比べて小さい傾向を示し、家鴨類3品種放飼区間ではほとんど差がなかった。CGRは、LAIの大きい区で大きくなる傾向があった。しかし、NARは、家鴨類放飼区で標準植の慣行1区より明らかに大きかった。家鴨類放飼区では、ほぼ同様なLAIであったにもかかわらず、NARはチェリバレー区、F₁区およびマガモ区の順に小さくなった。チェリバレー区のNARは、慣行2区と大差がなかった。

水稻のCGRに対する最適葉面積指数が存在し、主な外的要因として日射量で変動する^{40, 70}。1994年の幼穂形成期から出穂期の日照条件は、平年に比べて明らかに多照であったから、本実験における最適葉面積指数は高かったものと推測され、LAIの大きかった慣行1区でも大きいCGRが確保できたものといえよう。しかし、慣行1区のNARが明らかに低下したのは、相互遮蔽によるもの⁷¹であり、水稻群落は過繁茂

表9 各区の個体群生長率, 純同化率及び葉面積指数の比較

区 分	幼穂形成期から出穂期の生長		
	LAI	CGR (g/m ² /day)	NAR (g/m ² /day)
チェリバレー	3.59	21.65	6.81
F ₁	3.49	20.16	6.35
マガモ	3.57	18.93	5.70
慣行 1	5.20	25.59	5.03
慣行 2	3.94	24.86	6.82

※ 1 : 株間は15×30cm 2 : 株間は30×30cm

LAI: 葉面積指数 CGR: 1日当たり個体群生長率
NAR: 純同化率

の状態にあったと考えられた。

各区の出穂後乾物生産量 (ΔW) の比較を図 18 に示した。疎植条件である家鴨類放飼区および慣行 2 区の ΔW は標準植条件である慣行 1 区に比べて大きかった。疎植条件の中では、チェリバレー区とマガモ区で、 ΔW は慣行 2 区より大きく、F₁区では同程度であった。また、出穂後乾物生産量 (ΔW) が家鴨類放飼区で慣行 1 区及び慣行 2 区に比べて大きい或いは同様であったのは、群落内部への光の浸透が良く、有利な受光態勢となったのであると考えられた。したがって、家鴨類 3 品種放飼区間ではチェリバレー区の ΔW が明らかに大きいことが認められた。

各区の収量および収量構成要素を表 10 に示した。1 m² 当たり穂数については家鴨類放飼区が標準植の慣行 1 区より少ないことが認められたが ($P < 0.05$)、疎植の慣行 2 区との間に有意差はなかった。1 m² 当たり穎花数は、家鴨類放飼区と慣行区のと間に大きな差

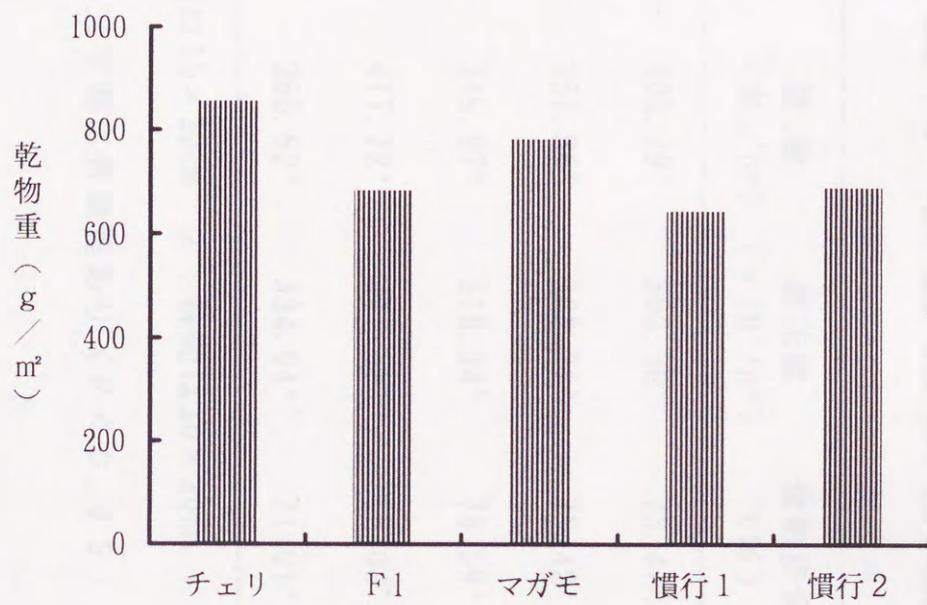


図18 各区の出穂後乾物生産量(ΔW)の比較

表 10 収量および収量構成要素

(1994年)

区 分	穂 数 (本/m ²)	穎花数 (×10 ² /m ²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	収 量 (g/m ²)	籾藁比
チェリバレー	408.29 ^b	362.30 ^a	73.47 ^a	25.7	685.7 ^a	0.76 ^a
F ₁	351.35 ^b	308.75 ^b	75.42 ^a	25.6	595.8 ^{a,b}	0.75 ^a
マガモ	349.97 ^b	318.34 ^b	78.59 ^a	25.4	642.4 ^{a,b}	0.76 ^a
慣行 1	477.72 ^a	347.59 ^{a,b}	65.04 ^b	25.3	572.36 ^b	0.59 ^c
慣行 2	366.62 ^b	334.04 ^{a,b}	71.01 ^a	24.6	591.76 ^{a,b}	0.68 ^b

※ 1 : 株間は15×30cm 2 : 株間は30×30cm

縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

がなかった。登熟歩合については家鴨類放飼区と慣行1区との間に有意差が認められたが ($P < 0.05$)、慣行2区との間には有意差が認められなかった。千粒重については家鴨類放飼区と慣行区との間には差がなかった。1㎡当たり籾収量は、家鴨類放飼区が慣行区よりもやや多い傾向にあり、とくにチェリバレー区の籾収量は慣行1区に比べて有意に多いことが認められた ($P < 0.05$)。籾藁比は、家鴨類放飼区が慣行区よりも有意に多いことが認められた ($P < 0.05$)。一方、家鴨類3品種放飼区間では穂数、登熟歩合、千粒重および籾藁比について有意差が認められなかったが、穎花数はチェリバレー区でマガモおよびF₁区に比べて有意に多いことが認められた ($P < 0.05$)。籾収量はチェリバレー区、マガモ区およびF₁区の順に多い傾向が見られたものの、有意差は認められなかった。

水稻の収量は、出穂前および出穂後に茎葉に貯蔵された炭水化物で構成されているが、

子実生産に対しては穎花数との関連から出穂後の貯蔵炭水化物の寄与率が高いことが知られている^{22, 39, 41, 67, 69}。そこで、各区における1穎花当たり出穂後乾物生産量 ($\Delta W / SP$) を比較し、その結果を図19に示した。家鴨類放飼区の $\Delta W / SP$ は標準植である慣行1区および疎植である慣行2区よりも高い値となり、家鴨類3品種間ではチェリバレーおよびマガモ区に比べてF₁区で低かった。このように、 $\Delta W / SP$ が、家鴨類放飼区で慣行1区および慣行2区に比べて高かったことは、家鴨類放飼区において生殖生長期間中に最適穎花数が確保されるとともに、出穂後の乾物生産が良好に行われたことを示し、糊藁比が明らかに高かったことはこれを裏付けている⁶⁸。NAKASEKO²⁵は、大豆への物理的刺激による草型の変化は、登熟期間中の乾物生産を向上させ、子実生産が増加したことを報告している。本実験の水稲においても同様なことが観察された。すなわち、家鴨の接触

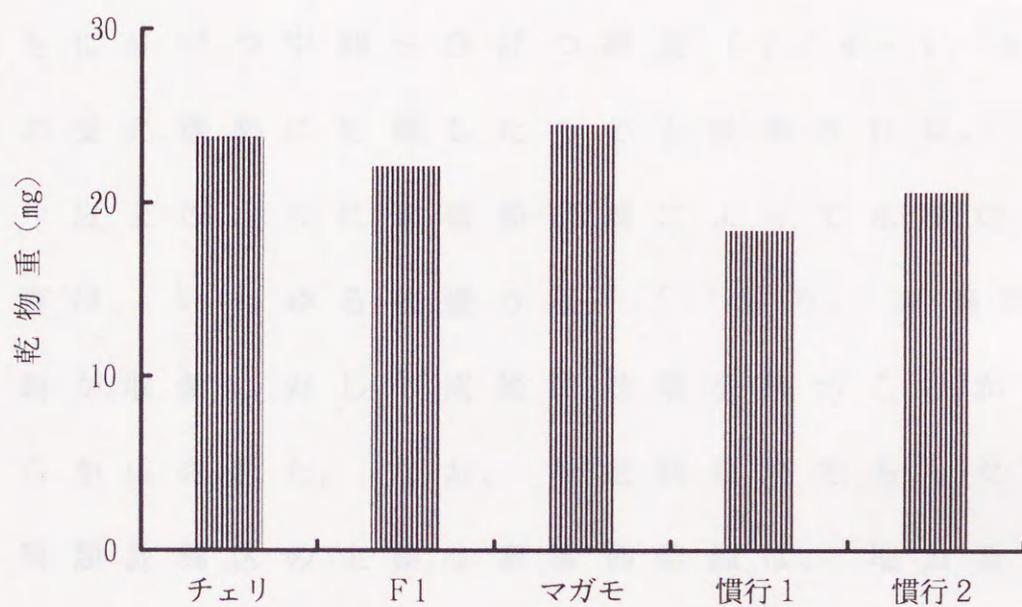


図19 1穎花当り出穂後乾物生産量($\Delta W/S P$)の比較

刺激によって家鴨放飼区で水稻の草丈の伸長が抑制され、分げつが増加し、草型が変化したものと推察された。節間伸長期以前の最高分げつ期における家鴨類放飼区の草丈の抑制は、葉身長の短縮であって、莖数の増加とともに分げつ中期～分げつ終期（7/4～7/19）の受光態勢に影響したものと推測された。

以上のように家鴨類放飼によって水稻の生育は、いわゆる秋優り型^{2, 11)}なり、家鴨類放飼が収量に対して直接的効果を持つことが明らかにされた。なお、無肥料栽培であった家鴨類放飼区の主要な窒素供給源は、地力窒素の発現と家鴨が排泄糞である。家鴨類3品種の排糞量および窒素含有率は、チェリバレー、F₁およびマガモの順に多かったことから（表13）、地力窒素発現と利用率が家鴨類3品種間等しいと仮定した場合、水稻に対する全窒素供給量は、チェリバレー区で大きかったものと考えられる。

したがって、以上の結果を総合すると、家

鴨類3品種放飼区間では、F₁区およびマガモ区に比べてチェリバレー区の水稲の乾物生産および収量性が優れており、チェリバレーが水田放飼の適性品種であると判断された。

第 4 節 要 約

合鴨農法における家鴨類の適性品種を選定するため、マガモ、チェリバレーおよびF₁の3品種の水田放飼が水稻の生育および収量に及ぼす影響について比較検討した。試験区をマガモ放飼区、チェリバレー放飼区、F₁放飼区、標準施肥料である慣行1区（22.2株／m²）および慣行2区（11.1株／m²）の5区に区分し、家鴨類の水田放飼期間は田植え1週間後の6月16日から出穂期の8月31日まで、約2ヵ月とした。なお、家鴨類3品種放飼区の水稻の栄養生長期、生殖生長期および登熟期の各生育段階の生育の変化と収量成立との関係を、異なる栽植密度の標準施肥料の慣行区と比較した上、さらに家鴨類3品種の水稻の生育収量に及ぼす影響について比較検討した。

1. 家鴨類の水稻に対する被害程度はF₁が最も大きく、次いでマガモ、チェリバレーの順に大きいことが観察された。

2. 水稻の草丈は、慣行1区および慣行2区に比べて家鴨類放飼区で抑制され、家鴨類3品種放飼区では、チェリバレー区、マガモ区およびF₁区の順に高い傾向を示したが、3品種間に大きな差はなかった。

3. 水稻の1㎡当たり莖数は、家鴨類放飼区では、慣行1区に比べて少なく、慣行2区に比べて多いことが認められた。なお、家鴨類3品種放飼区間では、F₁区の莖数増加はチェリバレー区およびマガモ区に比べて明らかに劣った。

4. 水稻の出穂後の乾物生産量(△W)は、家鴨類放飼区では、慣行1区に比べて大きかったが、慣行2区に比べて大きい或いは同様であった。なお、家鴨類3品種放飼区間では、チェリバレー区の△Wが最も大きく、次いでマガモ区、F₁区の順となった。

5. 1㎡当たり籾収量は、家鴨類放飼区では、慣行1区および慣行2区よりもやや多い傾向にあり、とくにチェリバレー区が慣行1区に

比べて有意に多いことが認められた。家鴨類
3品種放飼区間では、チェリバレー区、マガ
モ区およびF₁区順に多い傾向を示したが、有
意差は認められなかった。

以上のように、家鴨類放飼が水稻の生育収
量に対して直接的効果を持つことが明らかと
なり、家鴨類3品種放飼区の中でもチェリバ
レー区の水稲の乾物生産および収量性は優れ
ている。したがって、チェリバレーは、水稻
の生育および収量に及ぼす影響から見た水田
放飼の適性品種であると判断された。

第3章 家鴨類の成長および産肉能力の品種 間差

第1節 緒言

立崎^{6 1)}は水田放飼した家鴨が、水田放飼後の肥育では、舎飼区に比べて優れた肥育効果を示し増体量にかなりの違いが認められたと報告し、久米^{2 3)}および曾我部ら^{5 2)}は水田放飼した家鴨の成長速度が水田放飼期間で舎飼区に比べて遅れたが、水田から引き上げた後に舎飼区と同様の飼育することにより、成長が追いついたと報告している。さらに、萬田ら^{3 4)}は合鴨による水田放飼試験で、上述の家鴨による水田放飼試験の結果と同様の傾向を示したことを報告している。なお、園田^{5 4, 5 5)}は家鴨の肉用飼育試験において、水田放飼後20日間肥育した後の屠殺解体調査の結果、放飼区の正肉量が舎飼区よりも優れており、

肉質および脂肪の状態も良好であったと報告している。さらに、合鴨水稲作の確立するための研究として家鴨類の成長および産肉能力の品種間で比較検討した研究は見られない。したがって、合鴨水稲作の生産性を高めるため、一方成長および産肉能力の優れた品種を選定することが重要である。

本章では、マガモ、肉用改良種であるチェリバレーおよび両者の交雑種（F₁）の3品種を用いて、合鴨農法における適性品種選定の基礎的知見を得るため、3品種の水田放飼とその後の成長能力と産肉性について比較的検討を行った。

第 2 節 材料および方法

試験は 1994 年に鹿児島大学農学部附属農場の実験用水田で実施した。試験区をマガモ放飼区、チェリバレー放飼区および交雑種 (F₁) 放飼区の 3 つに区分し、それぞれ 8 羽 / 4.5 a ずつを供試した。なお、家鴨の水田放飼区の対照区として、3 品種各 8 羽ずつを 3 区に分けて舎飼いし、成鶏用配合飼料 (以下配合飼料) を不断給与した。3 品種の水田放飼区にはそれぞれの舎飼区の採食量の前半期 50%、後半期 (水田内の餌量が足りなくなったため) 70% 相当の配合飼料を毎朝一回給与し、水田から引き上げた後は配合飼料を不断給与した。水田放飼区のそれぞれの面積は 4.5 a で、株間を慣行水田区の約 2 倍の 30 cm × 30 cm とし、1994 年 6 月 10 日に田植えを行った。田植え約 1 週間後の 6 月 16 日にそれぞれの 3 品種とも 0 週齢のヒナを 8 羽放飼した。出穂期の 8 月 31 日に 3 品種とも水田から引き上げた。

したがって、水田放飼期間は約2ヵ月半となった。

試験に用いた3品種（写真1に示す）は、高橋人工孵化場より導入した、マガモ、肉用種として改良されたチェリバレーおよび両者の交雑種（以下、F₁）である。

水田放飼区と舎飼区の3品種の成長を比較するため、0週齢から20週齢まで、毎週一回、体重、体長および脚長を測定した。配合飼料の消費量については、毎日一回給与量と残食量を計り、その差から算出した。また、0週齢から20週齢までの飼料消費量と増体量から飼料要求率を求めた。

排糞量については、対照区とした舎飼区の排糞量を0週齢から11週齢まで毎日一回計ることにより3品種それぞれの水田放飼期間での排糞量を推定し、それぞれの排泄糞の成分についても分析を行った。

産肉性については、水田から引き上げた家鴨3品種を舎飼区と同様に、8月31日から11月

2日まで約2ヵ月間舎飼した後、屠殺解体し、枝肉量（Ⅲ型体重）、歩留り、ムネ肉、モモ肉、ササミ、可食内臓ならびに腹腔内脂肪などの各重量を測定し、比較した。食味テストは鹿児島大学農学部生物生産学科家畜生産学コース2～4年生の42名のパネラー（19～26歳、男14名、女13名、性別不明15名）により水田放飼した3品種のムネ肉とモモ肉を焼き肉およびさしみとしたものについて、嗜好順位を1.非常に高い、2.高い、3.普通、4.低いおよび5.非常に低い、の5段階とし評点法で実施した。

結果の統計分析は一元および二元配置分散分析により行った^{6, 58)}。

第 3 節 結果および考察

1. 家鴨類 3 品種の成長能力、飼料消費量および排糞量

水田放飼した 3 品種の導入時 (0 週齢) から終了時 (20) 週齢までの成長曲線を図 20 に示した。約 5 カ月齢時の体重は、チェリバレーで 3032.0 ± 370.9 g、 F_1 で 2080.8 ± 178.3 g、マガモで 898.1 ± 39.5 g となり、チェリバレーが最も大きく、次いで F_1 、マガモの順に大きい成長値を示し、3 品種間では統計的に有意差が認められた ($P < 0.05$)。なお、0 週齢から 11 週齢までの水田放飼期間での成長については、チェリバレーでは舎飼区に比べて低い成長値を示し ($P < 0.05$)、 F_1 とマガモは舎飼区と殆ど同様であった。水田から引き上げた後の肥育では、 F_1 とマガモが舎飼区と同様の成長値を示したのに対して、チェリバレーは水田放飼期間中の体重差のまま経過した。導入時と終了時の体格部位の成長については、

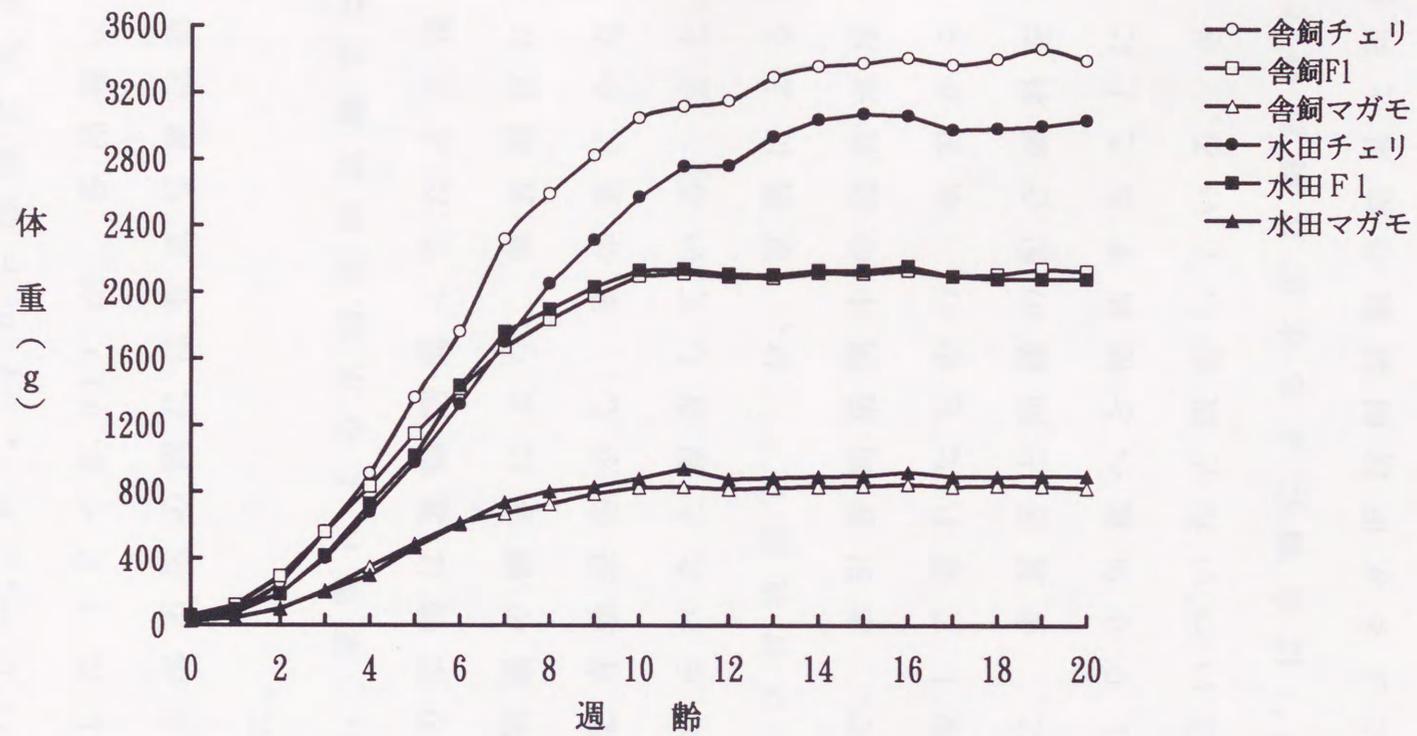


図 20 家鴨類 3 品種の成長曲線

表 1 1 に示すように、終了時（20 週齢）での 3 品種の体長と脚長の大きさは、両飼育区ともチェリバレー、F₁、マガモの順に大きい成長値を示した（ $P < 0.01$ ）が、各品種における舎飼区と水田区の間には有意な差は認められなかった。

立崎^{6 1)}は、家鴨による水田放飼試験では、放飼終了後の家鴨は放飼期間にきたえた強健さと旺盛な胃腸の働きにより、無放飼区に比べて優れた肥育効果を示し、増体量にかなりの違いが認められたと報告している。また、久米^{2 3)}および曾我部ら^{5 2)}は、家鴨による水田放飼試験で、水田放飼期間中の発育速度が舎飼区に比較して遅れたものの、水田から引き上げた後に、舎飼区と同様の配合飼料を 70% 量から 100% 量へと補給することにより、成長が追いついたと報告している。さらに、萬田ら^{3 4)}は合鴨による水田放飼試験では、上述の家鴨による水田放飼試験の結果と同様の傾向を示したことを報告している。本試験

表 11 家鴨類の体格部位の成長値

(cm)

区分	品 種	導入時 (0日齢)		終了時 (20週齢)	
		体 長	脚 長	体 長	脚 長
水 田 区	チェリバレー	18.0±0.75 ^a	4.4±0.13 ^a	77.2±2.55 ^a	12.8±0.29 ^{a,b}
	F ₁	17.9±0.61 ^a	4.5±0.11 ^{a,b}	70.8±2.14 ^b	12.3±0.26 ^c
	マガモ	16.1±0.41 ^b	3.8±0.23 ^c	57.7±2.05 ^c	9.8±0.20 ^d
舍 飼 区	チェリバレー	18.8±0.65 ^a	4.7±0.11 ^b	76.7±4.93 ^a	13.3±0.51 ^a
	F ₁	18.5±0.65 ^a	4.3±0.19 ^a	70.6±3.43 ^b	12.5±0.62 ^{b,c}
	マガモ	15.9±0.83 ^b	3.7±0.12 ^c	55.5±2.01 ^c	9.6±0.21 ^d

縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.01)

Mean±SD

では、チェリバレーの水田放飼期間での成長は、舎飼区よりも遅れ、水田放飼終了後に肥育しても追いつかなかったが、F₁とマガモの成長は、水田放飼期間と水田放飼終了後の肥育期間のいずれも舎飼区と同様な傾向を示した。このことから、水田放飼のF₁とマガモでは水田内の生物類の摂食で栄養補給できるが、チェリバレーについては、水田内の生物類の摂食のみでは栄養が不足することが示唆された。

家鴨類3品種の各週齢における1日当たり飼料消費量の推移を図21に示した。水田放飼した3品種の導入時(0週齢)から終了時(20週齢)までの飼料消費量は、舎飼区に比べて少ないものであった。1日当たりの平均飼料消費量は、舎飼区のチェリバレーで187.3g、F₁で160.3g、マガモで99.3gであり、水田区のチェリバレーで147.7g、F₁で128.4g、マガモで58.4gであった。なお、水田区で1日当たり節約できた飼料量はチェリバレーで39.

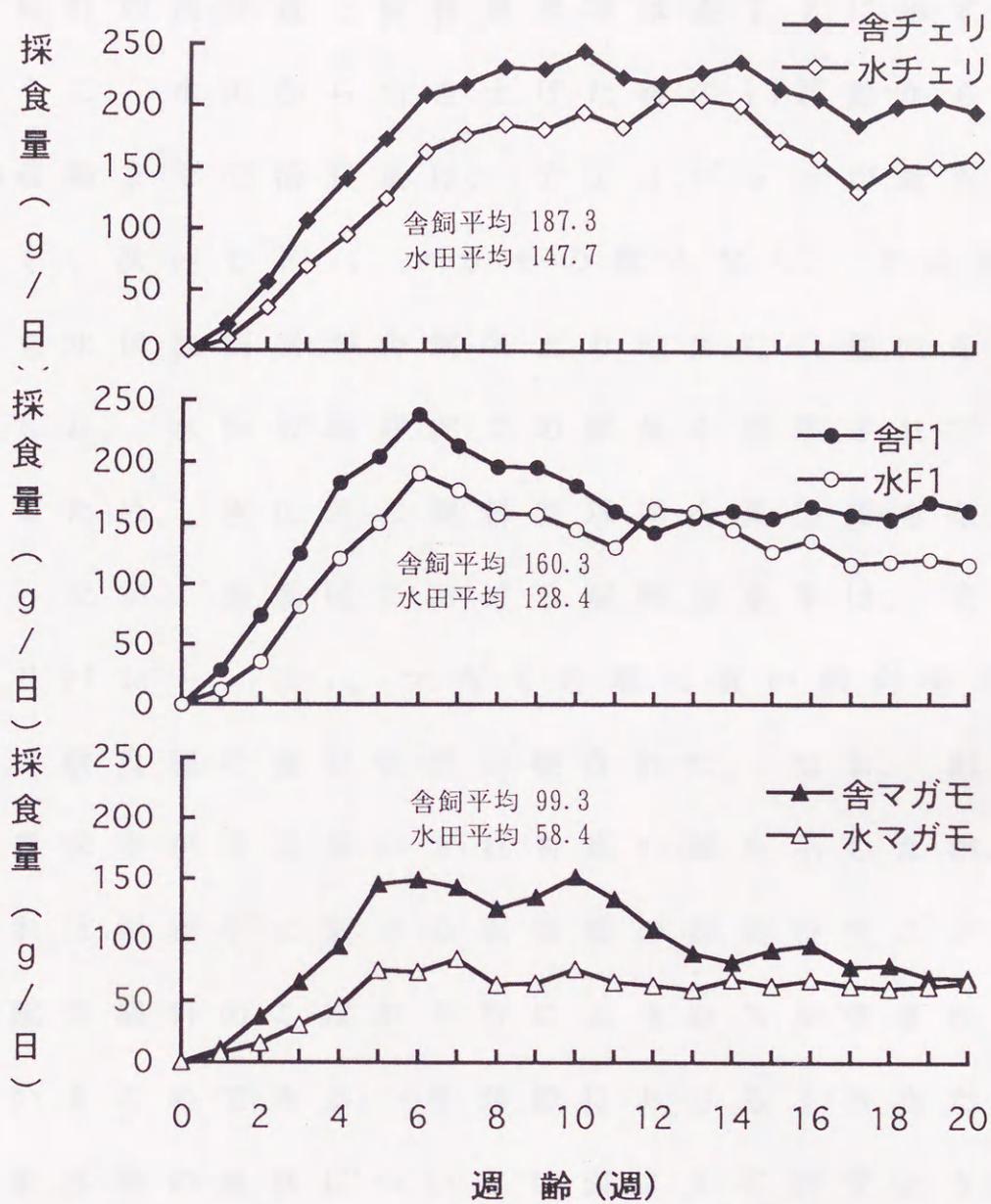


図21 家鴨類の各週齢における1日当たり飼料消費量の推移

6g、F₁で31.9g、マガモで40.9gとなった。配合飼料の消費量と飼料要求率は表12に示すように、水田から引き上げた後の11週齢から20週齢までの消費量は、チェリバレーが最も多く、次いでF₁、マガモの順となり、3品種とも水田放飼区が舎飼区よりは少ない傾向を示した。水田放飼期間での餌量が制限されているため、水田区の飼料要求率を算出できなかったが、舎飼区における飼料要求率は、チェリバレー、F₁、マガモの順に低い傾向を示し、改良種の優位性が示唆された。なお、飼料要求率が各品種いずれも高い値を示したが、これは飼育中における家鴨類の採食特性による配合飼料のこぼれる等によるロスが含まれているためである。各週齢における1日当たり飲水量の推移については図22に示すように、チェリバレーとF₁の飲水量は前半期でほとんど差なかったが、後半期チェリバレーの方が少ない傾向を示し、後半期におけるマガモは他の2品種に対してかなり少ない値を示

表12 配合飼料の消費量および飼料要求率

(g)

区分	品 種	0 - 11週齢		11 - 20週齢		0 - 20週齢		
		増体量	消費量	増体量	消費量	増体量	消費量	飼料要求率
水 田 区	チェリバレー	2707.4 ^a	9908.7	274.4 ^a	10759.1	2982.8 ^a	20677.8	
	F ₁	2077.9 ^b	9499.5	-56.5 ^b	8480.1	2021.4 ^b	17979.6	
	マガモ	911.3 ^c	4197.9	-42.0 ^c	3972.1	869.3 ^c	8170.0	
舎 飼 区	チェリバレー	3058.0 ^d	12969.3	276.9 ^a	13251.4	3334.9 ^d	26220.7	7.9
	F ₁	2054.5 ^b	12553.0	17.4 ^{a^b}	9883.9	2071.9 ^b	22436.9	10.8
	マガモ	807.5 ^c	8606.3	-8.3 ^{a^b}	5290.4	799.2 ^c	13896.7	17.4

縦列の異文字間に有意差あり (P<0.05)

した。なお、1日当たり平均飲水量はチェリバレーで637.5g、F₁で695.4g、マガモで256.3gとなり、マガモの飲水量は最も少ない値を示した。家鴨の水田放飼について、広谷ら¹⁶⁻¹⁸⁾の一連の報告があるが、これらは主に家鴨の雑食性を利用して、稲作とアヒルの育成を経済的に行うものであった。また、柳田ら^{72, 73)}は、家鴨が低栄養水準での肥育が期待出来、未利用飼料資源の有効利用への道が開けると指摘している。本試験でも、水田内の飼料資源を利用して配合飼料が節約できるとともに、家鴨類を舎飼区と同様に育成することができると思われた。

家鴨類水田放飼期間中の排糞量および化学成分については表13に示すように、家鴨類3品種の排糞中窒素(N)、燐(P)及び加里(K)含有率は、3品種とも同様の傾向を示し、1羽当たり排糞量およびN-P-Kの含量はチェリバレーが最も多く、次いでF₁、マガモの順に多い傾向を示した。

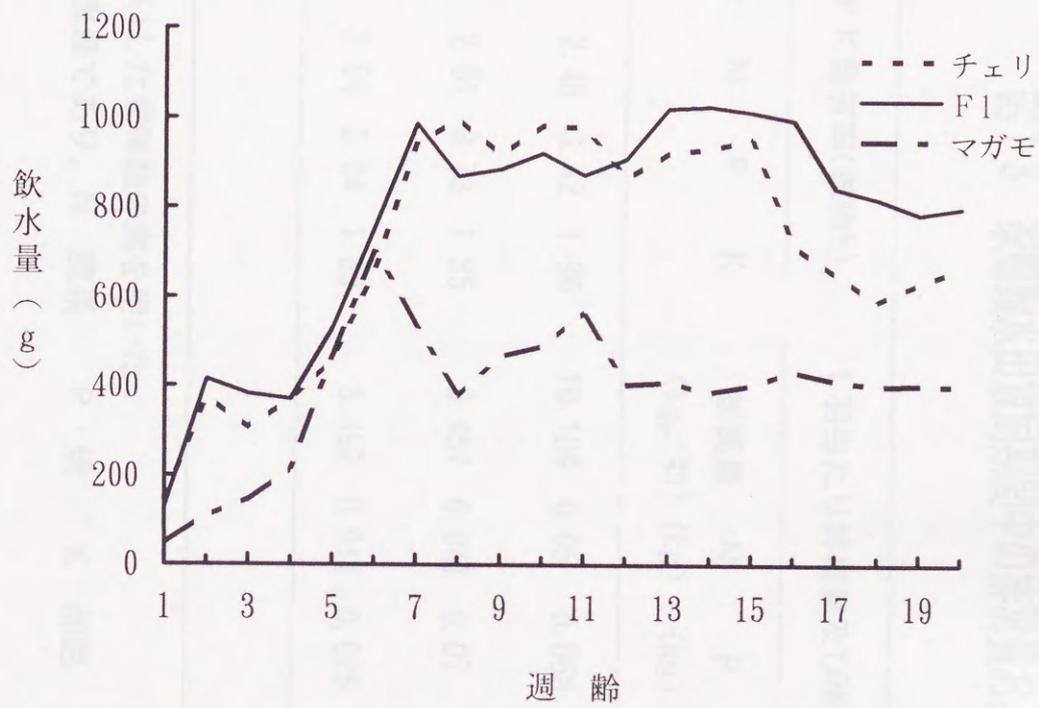


図 2 2 各週齢における 1 日 1 羽当り飲水量の推移

図13 家鴨類水田放飼期間中の排糞量および化学成分

品 種	N P K 含有率(乾物%)				1羽当たり排糞量及びNPK含量				18羽/10aの排糞量及びNPK含量			
	水分	N	P	K	排糞量 (kg/羽)	N (kg)	P (kg)	K (kg)	排糞量 (kg/18羽)	N (kg)	P (kg)	K (kg)
チェリバレー	80.4	2.48	3.42	1.90	10.199	0.05	0.068	0.038	183.6	0.9	1.22	0.68
F ₁	80.1	2.51	3.73	1.65	9.457	0.047	0.07	0.031	170.2	0.84	1.26	0.56
マガモ	81.1	2.54	3.84	1.89	3.492	0.017	0.025	0.012	62.8	0.31	0.45	0.22
施肥基準(10a)									6kg	6kg	6kg	

※ 実験には舎飼いした家鴨類の糞を用いた

排糞量は現物重量であり、N : 窒素 P : 燐 K : 加里

なお、1羽当たり排糞量とN-P-K含有率から、10aあたりに18羽を放飼すると仮定して算出したN-P-Kの含量（肥料効果）は、チェリバレーでN : 0.90kg、P : 1.22kg、K : 0.68kg、F₁でN : 0.84kg、P : 1.26kg、K : 0.56kg、マガモではN : 0.31kg、P : 0.45kg、K : 0.22kgとなり、チェリバレーとF₁はほぼ同様であったが、マガモはN-P-Kの含量は最も少ない値を示した。したがって、水田放飼の、家鴨の排泄糞に肥料効果のあるものと思われた。久米^{23, 24}もまた、水田放飼の家鴨が土を攪拌することによって中耕の役割を果たしたり、排泄糞の肥効によって稲の発育を促進し、増収をもたらすと報告している。本試験では、3品種の中でチェリバレーとF₁の排糞量はマガモに比べて多いことが認められ、肥料効果も期待できると推測された。しかし、その肥効程度に関する具体的データは現在までのところ得られていない。

2. 家鴨類 3 品種の産肉能力

産肉性については、表 14 に示すように、3 品種の生体重に対する歩留りが、水田区のチェリバレーで 61.2%、 F_1 で 60.4%、マガモで 63.5% となり、舎飼区のチェリバレーで 60.7%、 F_1 で 62.2%、マガモで 62.1% となった。両飼育区間で有意差は認められず、また、いずれの区においても 3 品種間で有意差は認められなかった。生体重に対する各部分肉の割合については、両飼育区ともマガモのムネ肉が他品種に比べて多いことが認められたが ($P < 0.05$)、チェリバレーと F_1 の間には有意差は認められなかった。モモ肉については、両飼育区ともチェリバレー、 F_1 、マガモの順に多い値を示し ($P < 0.05$)、ササミについては、マガモ、 F_1 、チェリバレーの順に多い値を示した ($P < 0.05$)。腹腔内に蓄積された脂肪については、両飼育区ともチェリバレーが最も多く、次いで F_1 、マガモの順に多いことが認められた ($P < 0.05$)。また、枝肉

表14 家鴨類3品種の枝肉量および各肉量の生体重に対する割合

区分	品種	体重 (g)	枝肉重量 (g)	歩留り (%)	部分肉の割合(%)			内蔵 (%)	腹腔内 脂肪(%)
					ムネ肉	モモ肉	ササミ		
水 田 区	チェリバレー	3032 ^a	1857 ^a	61.2	16.1 ^a	13.5 ^a	1.7 ^{a,b}	4.6	1.2 ^{a,b}
	F ₁	2081 ^b	1258 ^b	60.4	15.2 ^a	12.0 ^{a,b}	1.9 ^a	4.7	0.9 ^a
	マガモ	898 ^c	570 ^c	63.5	19.9 ^b	9.2 ^c	2.4 ^c	5.0	0.3 ^c
舎 飼 区	チェリバレー	3391 ^d	2058 ^a	60.7	16.5 ^a	12.6 ^{a,b}	1.5 ^b	4.3 ^a	1.4 ^b
	F ₁	2128 ^b	1324 ^b	62.4	16.2 ^a	11.3 ^b	1.9 ^a	4.9 ^b	0.9 ^a
	マガモ	824 ^c	512 ^c	62.1	18.9 ^b	8.6 ^c	2.4 ^c	5.3 ^c	0.2 ^c

※ 異なる肩文字を付した同縦の平均値間に有意差有り(P<0.05)

量（Ⅲ型体重）については、水田区および舎飼区ともチェリバレーの方が F_1 とマガモに比較して多いことが認められた（ $P < 0.05$ ）。

園田^{54, 55}は、家鴨の肉用飼育試験において、水田放飼後20日間の肥育した後の屠殺解体調査の結果、放飼区の正肉量が舎飼区よりも優れており、肉質および脂肪の状態も良好であったと報告している。本試験の結果から、水田放飼区のマガモと F_1 は舎飼区と同様の産肉性を示したが、水田放飼区のチェリバレーは舎飼区に比べて劣っていた。このことからチェリバレーは従来、濃厚飼料主体で肉用種として改良されてきたため、水田放飼では、栄養摂取量が不足し、その後の成長が遅れ、産肉性も劣ったものと推定される。

食味テストの結果は表15に示すように、ムネ肉の嗜好順位が、焼き肉でチェリバレー：3.4、 F_1 ：2.8、マガモ：3.1となり、さしみでは、チェリバレー：3.1、 F_1 ：2.8、マガモ：2.9となった。モモ肉の嗜好順位は、焼き

肉でチェリバレー：3.1、F₁：2.5、マガモ：2.8となり、さしみではチェリバレー：2.8、F₁：2.7、マガモ：2.9となった。すなわち、ムネ肉とモモ肉における焼き肉ととさしみの嗜好性はいずれもF₁、マガモ、チェリバレーの順に高い傾向を示し、ムネ肉とモモ肉を平均した総合評価による嗜好性は、F₁、マガモ、チェリバレーの順に高い傾向を示した。したがって以上の結果より、F₁の嗜好性は最も高く、次いでマガモ、チェリバレーの順に嗜好性が高いことが明らかにされた。なお、嗜好性には年齢および性による差異は認められなかった。

以上の結果を総合すると、成長および産肉成績から見た限りでは、F₁が水田放飼に適した品種であると思われた。

表15 家鴨類3品種のムネ肉およびモモ肉の食味テストによる嗜好順位

品 種	ムネ肉		モモ肉		総合評価
	焼き肉	さしみ	焼き肉	さしみ	
チェリバレー	3.4±0.62 ^a	3.1±0.89	3.1±0.79 ^a	2.9±0.72	3.1±0.24 ^a
F ₁	2.8±0.76 ^b	2.8±0.71	2.5±0.83 ^b	2.7±0.87	2.7±0.14 ^b
マガモ	3.1±0.80 ^{a,b}	2.9±1.01	2.8±0.98 ^{a,b}	2.8±0.99	2.9±0.13 ^{a,b}

※ 食味テストの評点法：1.非常に高い 2.高い 3.普通 4.低い 5.非常に低い

縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

Mean±SD

第 4 節 要 約

合鴨農法における家鴨類の適性品種を選定するため、マガモ、チェリバレーおよびF₁（マガモ×チェリバレー）の3品種の成長および産肉能力について比較検討した。試験田を3つの放飼区（マガモ、チェリバレーおよびF₁）に分け、田植え約1週間後にそれぞれ3品種の0週齢のヒナを放飼した。放飼期間は稲の出穂期までの11週齢とし、その後20週齢まで舎飼肥育して屠殺解体し、産肉諸形質について検討した。なお、水田放飼区の対照区として、それぞれの3品種につき配合飼料単一給与の舎飼区を設けた。

1. 20週齢終了時における3品種の家鴨類の体重は、水田放飼区、舎飼区ともにチェリバレー、F₁およびマガモの順に大きいことが認められた。

2. 0～20週齢の水田放飼区における家鴨類の成長は舎飼区に比較してチェリバレーが低

い傾向を示したが、 F_1 とマガモは舎飼区とほとんど同様の傾向を示した。

3. 0～20週齢の水田放飼区における家鴨類の1日当たり平均飼料消費量は多い順にチェリバレー、 F_1 、およびマガモであったが、家鴨類の水田放飼期間での排泄した糞の窒素含量は、チェリバレーと F_1 ほとんど同様の傾向を示し、チェリバレーと F_1 に対してマガモは最も低い傾向を示した。

4. 枝肉歩留りは、3品種間ならびに水田放飼区と舎飼区の間有意な差は認められなかった。腹腔内脂肪はチェリバレーが最も多く、次いで F_1 、マガモの順に多い傾向を示した。

5. 3品種の家鴨類の食味テストの結果は、 F_1 、マガモおよびチェリバレーの順に嗜好性が高い傾向を示した。

以上の結果から、産肉能力においては3品種のうちで F_1 が水田放飼に適した品種であることが示唆された。

第4章 家鴨類の繁殖能力の品種間差

第1節 緒言

家鴨は産卵能力や産肉能力の優れた家禽であることから、中国、ヴェトナム、インドネシアなどの東南アジア諸国で卵・肉用あるいは兼用として多く飼育されている^{62, 63, 65}。一方、日本においても合鴨水稲作用の役畜として様々な家鴨類が飼育されている。このように、家鴨は利用価値の高い家禽であり、アジア地域においては今後ますます家鴨類に対する需要が増大するものと考えられる。一方、日本においては合鴨水稲作の急速な広がりに伴って、田植えという一時期に集中する雛の大量需要に応えていくには、現在の関西、関東地方に偏る孵化業者の生産供給量のみではおのずから限度がある。したがって、各地域でその供給体制をどのように図っていくかが

重要となっている。

第1～第3章においては、水田放飼における家鴨類3品種の行動、除草・防虫能力、産肉性および水稲の生育収量に及ぼす影響について比較検討したが、家鴨類の繁殖能力について詳細に検討されていない。したがって、合鴨水稲作を確立するための一助として、産卵能力と孵化率の高い品種を選定することが必要である。

本章では、マガモ、肉用改良種であるチェリバレーおよび両者の交雑種(F_1)の3品種を用いて、産卵率、受精率、孵化率ならびに卵質などを比較的検討した。

第 2 節 材 料 お よ び 方 法

試験は1994年6月から1995年8月にかけて、鹿児島大学農学部附属農場の実験圃場で実施した。試験区をマガモ区、チェリバレー区およびF₁区の3つに区分し、3品種とも同日6月16日に孵化したマガモ16羽（♀13：♂3）、チェリバレー15羽（♀12：♂3）およびF₁20羽（♀16：♂4）を供試して、1区当たり約30m²の運動場に放し飼いした。なお、各区の角に4×1mの屋根付き休息場を設け、野犬などの外敵防除と家鴨の逃亡を防ぐために、各区の周囲を高さ2mの電気柵で囲んだ。試験開始時から終了時まで3品種とも成鶏用配合飼料を不断給与するとともに、水槽を設け、水を毎朝交換した。試験期間は1994年6月16日（0日齢）から1995年8月1日（411日齢）まで約14ヵ月であった。卵は毎朝回収後、泥などによる卵の汚れを落とすため水洗し、布で軽く拭いて乾燥した後、入卵まで10～15℃の貯卵室で

保存した。また、孵化率および卵質の調査は、3品種それぞれの受精率が50%以上に到達してから行った。

試験に用いた3品種（写真1）は、高橋人工孵化場より導入したマガモ、肉用種として改良されたチェリバレーおよび両者の交雑種（F₁）である。

初産卵日の170日齢（約24週齢）から試験終了日の411日齢（約59週齢）まで定期的に（週1回）3品種の飼料給与量・残食量および卵重を計り、それぞれの各時期における飼料消費量の推移、卵重の推移および卵重に対する飼料要求率を求めた。また、卵数を毎朝記録し、3品種の産卵率について比較した。

卵質調査については、回収当日の卵を用いて卵重、卵の短径、卵の長径、卵殻の厚さ、濃厚卵白の高さ、卵黄の高さおよび卵黄の直径などを卵質検査機器（富士平工業社製）により、卵白のpHをはガラス電極pHメーターにより測定した^{20, 44}。すなわち、卵形係数

(卵の大きさ)、ハウユニット(HU、濃厚卵白の水様化の程度)、卵黄係数(卵膜強度)、卵白のpHおよび卵殻の厚さなどを調べ^{3, 20, 44)}、3品種の卵質について比較した。各項目については以下のような方法に基づいて算出した。

$$\text{卵形係数}(\%) = (\text{卵短径} \div \text{卵長径}) \times 100$$

$$\text{ハウユニット(HU)} = 100 \cdot \log(H - 1.7W^{0.37} + 7.6)$$

H: 濃厚卵白の高さ(mm), W: 卵重(g)

$$\text{卵黄係数} = \text{卵黄の高さ} \div \text{卵黄の直径}$$

$$\text{卵殻の厚さ} = (\text{鈍端部の厚さ} + \text{先端部の厚さ} + \text{中央部の厚さ}) \div 3$$

孵化率については、立体電気孵卵機(全慶園社製)を用い、卵の鈍端を上にして卵座に傾けて孵卵した。孵卵温度は37~37.8℃に設定し²⁶⁾、湿度は約70%とした。また、産卵1

週間および2週間後の卵を定期的に（月2回）
入卵し、3品種卵の受精率、中止率、死籠率
ならびに孵化率などについて比較した。さら
に、0、1、2および3週間貯卵した卵を入卵し、
3品種の貯卵週数に伴う中止率、死籠率およ
び孵化率の推移について比較した。

結果の統計分析は分散分析⁶⁾により行った。

第3節 結果および考察

家鴨類3品種の日齢別産卵率の推移を表16に示した。産卵開始日齢はチェリバレーが170日齢で最も早く、次いでF₁が176日齢、マガモが259日齢の順であった。50%産卵到達日齢はチェリバレーが206日齢で最も早く、次いでF₁が213日齢、マガモが267日齢の順であった。チェリバレーでは231~290日齢に97%、F₁では261~350日齢に96%、マガモでは291~320日齢に58%と産卵率のピークが見られ、それ以降はそれぞれの産卵率は徐々に低下する傾向が見られた。171~410日齢までの平均産卵率については、チェリバレーで74.58%、F₁で74.48%およびマガモで21.96%となり、チェリバレーとF₁がほぼ同様の産卵率を示したのに対してマガモの産卵率は明らかに低かった ($P < 0.05$)。

佐藤ら^{5,6)}は、マガモ、チェリバレー、カーキーキャンベル、青首アヒルおよび市販合鴨

表16 家鴨類3品種の日齢別産卵率の推移(%)

1994-1995年

品 種	50%産卵 到達日齢	日 齢							平均 171~410	
		171~200	201~230	231~260	261~290	291~320	321~350	351~380		381~410
		(12月)	(1月)	(2月)	(3月)	(4月)	(5月)	(6月)		(7月)
チェリバレー	206	14.44 ^a	59.72 ^a	96.39 ^a	97.22 ^a	89.17 ^a	85.28 ^a	84.17 ^a	70.28 ^a	74.58 ^a
F ₁	213	4.58 ^b	44.38 ^b	85.83 ^b	95.21 ^a	95.00 ^b	96.46 ^b	92.29 ^b	82.08 ^b	74.48 ^a
マガモ	267	0.00	0.00	1.28 ^c	38.72 ^b	58.97 ^c	45.64 ^c	23.85 ^c	7.18 ^c	21.96 ^b

※ 縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

の 5 品種の 151~450 日 齢 の 平 均 産 卵 率 に つ い て チェリバレーが他の 4 品種に比べて優れていたが、マガモは 20% 前後の最も低い産卵率を示したと報告している。本実験においてもチェリバレーと F₁ の平均産卵率は約 75% であったのに対してマガモの平均産卵率は約 22% であり、同様の結果が得られた。マガモは野生種に近縁しているため、改良種であるチェリバレーおよび F₁ に比べて産卵能力が劣ったものと推察された。また、中西・造田^{4,5)} はマガモの産卵性および産卵季節の変動を検討した結果、平均産卵率は約 41% であったと報告しており、マガモの産卵能力が低いことを示している。

3 品種の日齢別卵重の推移を表 17 に示した。チェリバレーと F₁ の卵重は産卵開始時で小さく後から徐々に大きくなり、291~380 日 齢 で最大のピークが見られ、381 日 齢 以降低下傾向が見られたが、マガモの 171~410 日 齢 までの卵重に大きな変化は見られなかった。3 品種

表17 家鴨類3品種の日齢別卵重の推移 (g)

1994-1995年

品 種	日 齢								平均
	171~200 (12月)	201~230 (1月)	231~260 (2月)	261~290 (3月)	291~320 (4月)	321~350 (5月)	351~380 (6月)	381~410 (7月)	
チェリバレー	76.00	80.95 ^a	86.4 ^a	88.86 ^a	89.9 ^a	88.95 ^a	89.14 ^a	85.00 ^a	85.65 ^a
F ₁	73.13	75.53 ^b	80.47 ^b	82.36 ^b	83.93 ^b	82.13 ^b	81.46 ^b	76.93 ^b	79.49 ^b
マガモ	0.00	0.00	0.00	60.86 ^c	59.00 ^c	59.40 ^c	59.66 ^c	62.75 ^c	60.33 ^c

※ 縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

の171～410日齢までの平均卵重はチェリバレーが85.7gで最も大きく、次いでF₁が79.5g、マガモが60.3gの順に大きいことが認められた (P < 0.05)。

3品種の1日1羽当たり飼料消費量の推移を表18に示した。3品種の261～380日齢までの飼料消費量は急激に増加したが、これは産卵率と卵重の増加によるものである。また171～410日齢までの平均飼料消費量は、チェリバレーが293.05gで最も多く、次いでF₁が224.3g、マガモが169.86gの順に多いことが認められた (P < 0.05)。

3品種の卵重に対する飼料要求率を表19に示した。3品種の171～410日齢までの飼料要求率の推移については、チェリバレーで大きな変動は認められなかったが、F₁とマガモではばらつきが大きかった。それぞれの171～410日齢までの平均飼料要求率については、チェリバレーが3.42、F₁が2.82およびマガモが2.99であり、チェリバレーとマガモの間に有

表18 家鴨類3品種の1日当たり飼料消費量の推移 (g)

1994~1995年

品 種	日 齢								平均
	171~200 (12月)	201~230 (1月)	231~260 (2月)	261~290 (3月)	291~320 (4月)	321~350 (5月)	351~380 (6月)	381~410 (7月)	
チェリバレー	249.32 ^a	262.42 ^a	271.37 ^a	321.41 ^a	306.02 ^a	316.33 ^a	326.47 ^a	291.03 ^a	293.05 ^a
F ₁	198.35 ^a	212.41 ^a	217.80 ^a	272.53 ^b	254.94 ^{a,b}	220.31 ^b	218.79 ^b	199.06 ^b	224.27 ^b
マガモ	145.29 ^b	152.19 ^b	174.21 ^b	215.16 ^b	217.52 ^b	169.55 ^c	155.00 ^c	129.94 ^c	169.86 ^c

※ 縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

表19 家鴨類3品種の卵重に対する飼料要求率

1994~1995年

品 種	日 齢								平均 171~410
	171~200 (12月)	201~230 (1月)	231~260 (2月)	261~290 (3月)	291~320 (4月)	321~350 (5月)	351~380 (6月)	381~410 (7月)	
チェリバレー	3.28	3.24	3.14	3.62	3.4	3.56	3.66	3.42	3.42 ^a
F ₁	2.71	2.81	2.71	3.31	3.04	2.68	2.69	2.59	2.82 ^b
マガモ	0.00	0.00	0.00	3.54	3.88	2.85	2.60	2.07	2.99 ^{a,b}

※ 縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

意差はなかったが、チェリバレーとF₁の間には有意差が認められた (P < 0.05)。卵重および飼料消費量がチェリバレー、F₁、マガモの順に大きかったが、これは各品種の体格の違いによるものと思われた。

3品種の卵質の比較を表20に示した。卵形係数は、チェリバレーが72.6%、F₁が75.7%、マガモが77.9%であった。このように、F₁とマガモの卵形係数が75%~80%の範囲内で中型(M)の卵を示し、チェリバレーの卵形係数が60%~75%の範囲内で大型(L)の卵を示した。ハウユニットについては、チェリバレーが86.3、F₁が90.2、マガモが85.4であり、3品種間に有意差は認められなかった。卵黄係数については、チェリバレーが0.47、F₁が0.44、マガモが0.43であり、チェリバレーの卵黄膜強度はF₁とマガモに比べて有意に大きいことが認められた (P < 0.05)。卵白pHについては、チェリバレーとF₁は同程度の7.82を示したが、マガモは8.14と有意に高い

表20 家鴨類3品種の卵質の比較

品 種	卵 重 (g)	卵形係数(記号) (%)	ハウユニット	卵黄係数	pH	卵殻の厚さ (mm)
チェリバレー	89.1±6.76 ^a	72.6±3.31(L) ^a	86.3±8.37	0.47±0.02 ^a	7.82±0.26 ^a	0.53±0.02 ^a
F ₁	84.3±5.95 ^a	75.7±2.59(M) ^b	90.2±4.95	0.44±0.02 ^b	7.82±0.15 ^a	0.51±0.02 ^b
マガモ	58.9±4.11 ^b	77.9±1.95(M) ^b	85.4±6.93	0.43±0.03 ^b	8.14±0.3 ^b	0.41±0.02 ^c

縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

※(記号)は卵の大きさを示す

値を示した ($P < 0.05$)。卵殻の厚さについては、チェリバレー、F₁およびマガモの順に大きく、それぞれに有意差が認められた ($P < 0.05$)。

鶏卵の産卵直後の卵白pHは7.5~8.0で、卵黄係数は約0.44、ハウユニットは74以上で安定しているが、産卵後時間の経過にとともに、卵白の炭酸ガスが放散されることによって卵白pHが上昇し、濃厚卵白と卵黄が扁平となるに伴い卵質が低下する^{28, 44, 64})。本荘ら²⁰)は、家鴨卵の貯卵日数が長くなるに伴い、濃厚卵白が水様化し、胚盤が卵殻膜にゆ着する危険性が高くなり、孵化率に悪影響を及ぼすと指摘している。本実験では産卵当日の新鮮卵の卵質について比較検討したが、3品種のハウユニットはいずれも高い値を示し、3品種間に有意差は認められなかった。また、卵黄係数、卵白pHおよび卵殻厚さについて、チェリバレーがF₁とマガモに比べて優れていると思われ、3品種の卵質の違いをより明確に

するため、貯卵日数の経化に伴う卵質の変化についても検討する必要があると思われた。

3品種の孵化を2～6月にかけて約10回実施し、その孵化成績を表21に示した。3品種の受精率は、チェリバレーで93%、 F_1 で96%、マガモで39%となり、チェリバレーと F_1 の間に有意差はなかったが、これら2品種に比べてマガモがかなり低いことが認められた ($P < 0.05$)。入卵個数に対する中止率および死籠率は3品種間で有意差は認められなかった。孵化率については、チェリバレーと F_1 との間に有意差が認められなかったものの、これら2品種に比べてマガモがかなり低いことが認められた ($P < 0.05$)。受精卵個数に対する中止率および死籠率については、チェリバレーと F_1 との間に有意差が認められなかったが、これら2品種に比べてマガモが有意に高いことが認められた ($P < 0.05$)。受精卵個数に対する孵化率については、チェリバレーで77.9%、 F_1 で67.9%、マガモで44.9%となり、

表 2.1 家鴨類 3 品種の孵化成績

品 種	入卵個数	受精率(%)	対入卵 (%)			対受精卵 (%)		
			中止率	死籠率	孵化率	中止率	死籠率	孵化率
チェリバレー	140	93.88±2.6 ^a	2.87	17.81	73.21 ^a	3.04 ^a	19.05 ^a	77.91 ^a
F ₁	168.5	96.91±0.51 ^a	5.41	25.65	65.86 ^a	5.58 ^a	26.47 ^a	67.95 ^a
マガモ	107	39.31±11.6 ^b	4.27	17.66	17.38 ^b	13.27 ^b	42.26 ^b	44.97 ^b

※ 縦列の異文字間に有意差あり (P < 0.05)

チェリバレーとF₁との間に有意差が認められなかったが、これら2品種に比べてマガモがかなり低い値を示した ($P < 0.05$)。

3品種の月別受精率・中止率および孵化率の推移を図23に示した。2月から5月までの各月における受精率および中止率については、チェリバレーおよびF₁いずれも同様な推移を示したが、マガモでは、6月に受精率の低下と中止率の上昇傾向が見られた。また、2月から5月までの孵化率は、チェリバレー、F₁、マガモの順に高い傾向を示し、各品種月別の孵化率の推移については大きな変動は見られなかった。

チェリバレーとF₁に比べてマガモの対入卵孵化率および対受精孵化率がかなり低かったが、これはマガモの受精率が極端に低かったことと、受精卵個数に対する中止率および死籠率が高かったことが孵化率に悪影響を及ぼしたものと推察された。佐藤ら^{5,6)}もマガモの人工孵化による雛の確保は極めて困難である

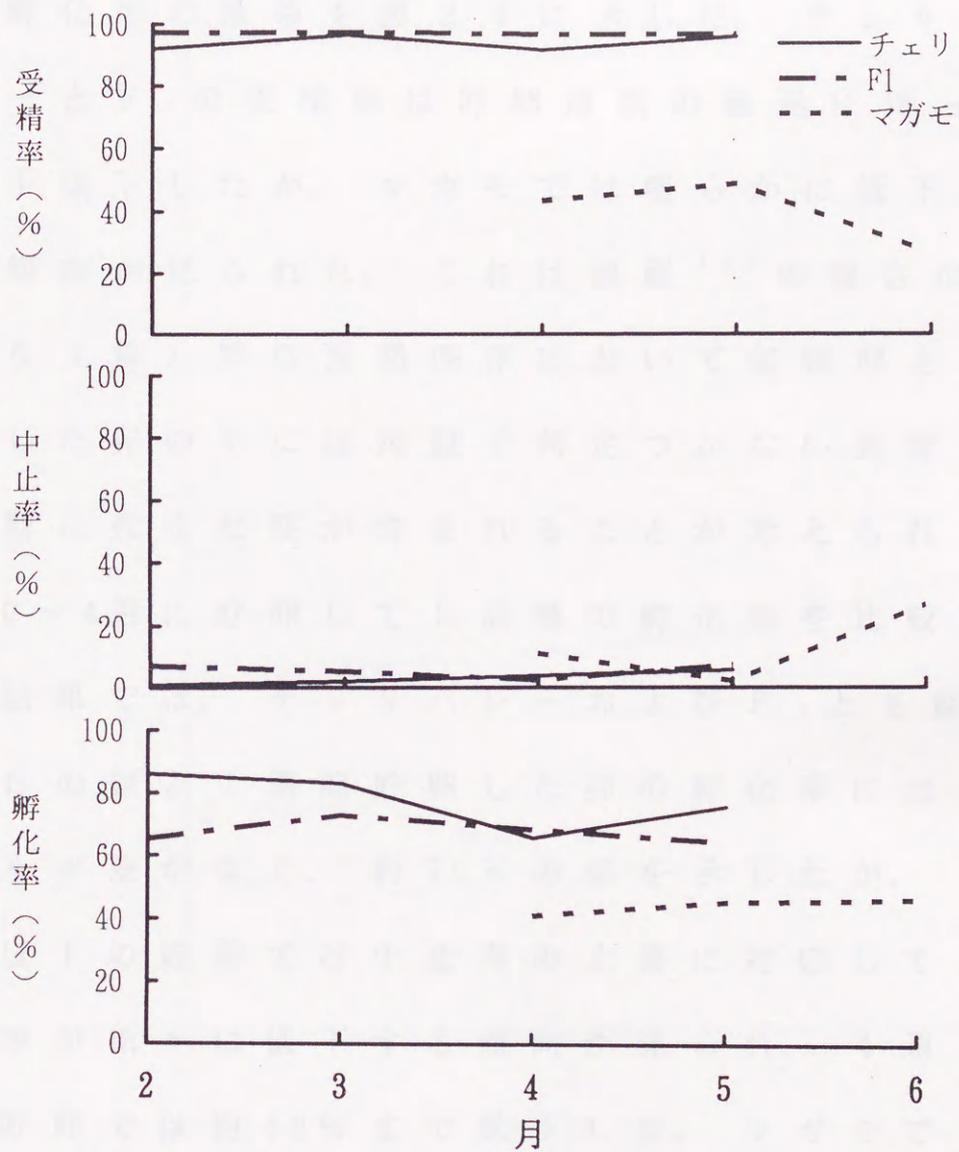


図23 家鴨3品種の月別受精率・中止率及び孵化率の推移

と報告している。

3品種の貯卵週数に伴う受精率・中止率および孵化率の推移を図24に示した。チェリバレーとF₁の受精率は貯卵週数の経過に伴って若干低下したが、マガモでは明らかに低下する傾向が見られた。これは西藤⁴⁶⁾の報告のとおり(鶏)卵の長期保存において無精卵と判定した卵の中には肉眼で判定つかない発育の初期に死んだ胚が含まれることが考えられる。0~4週に貯卵して3品種の孵化率を比較した結果では、チェリバレーおよびF₁とも産卵当日の卵と1週間貯卵した卵の孵化率にはほとんど差がなく、約70%の値を示したが、それ以上の貯卵では中止率の上昇に対応して孵化率が徐々に低下する傾向が見られ、4週間の貯卵では約40%まで低下した。マガモでは当日の卵で約50%の孵化率を示したが、貯卵1週間目から中死率の急激な増加に伴って孵化率が急に低下し、2週貯卵の卵で孵化率は0となった。これらのことから、チェリバレー

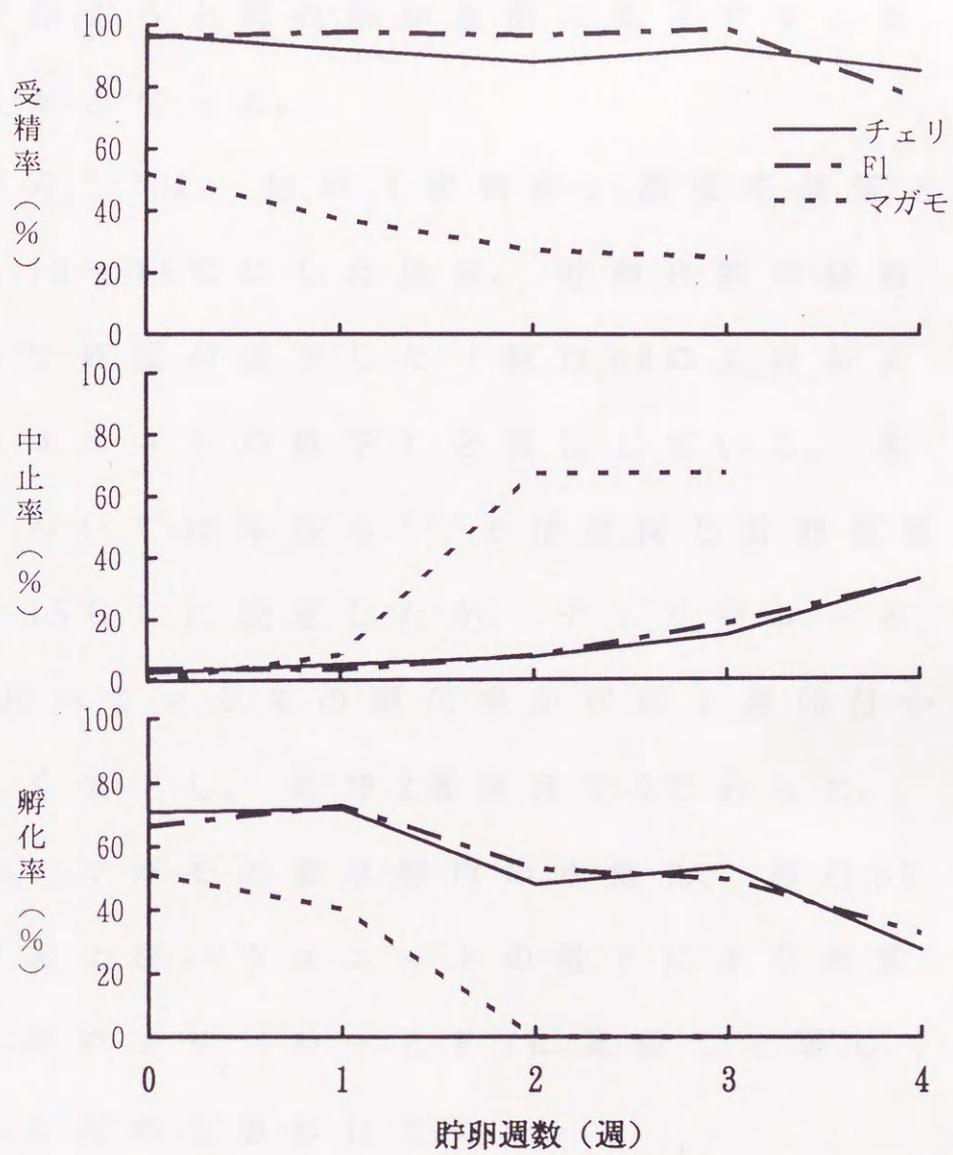


図24 家鴨3の品種貯卵週数に伴う受精率・中止率及び孵化率の推移

と F₁ の卵では約 2 週間まで貯卵しても孵化率が急激に低下しないが、マガモの卵を 1 週間以上貯卵すると孵化率が急激に低下することが明らかとなった。

本荘ら²⁰⁾は、貯卵（家鴨卵）温度を最適とされる 13～16℃にした場合、貯卵日数の経過に伴って卵質が低下した（卵白 pH の上昇およびハウユニットの低下）と報告している。本実験においては本荘ら²⁰⁾とほぼ同じ貯卵温度（10～15℃）に設定したが、チェリバレーと F₁ に比べてマガモの孵化率が貯卵 1 週間目から著しく低下し、貯卵 2 週間目で 0 であった。これは、マガモの濃厚卵白の水様化、卵白 pH の上昇およびハウユニットの低下により卵質の低下がチェリバレーと F₁ に比較して著しく速まったためと思われた。

したがって、3 品種の産卵率、飼料要求率、卵質、受精率ならびに孵化率などについて比較した結果を総合すると、チェリバレー、F₁、マガモの順に優れており、3 品種の間で

第 4 節 要 約

合鴨水稲作における家鴨類の適性品種を選定するため、マガモ、チェリバレーおよびF₁の3品種の繁殖能力について検討した。試験区をマガモ区、チェリバレー区およびF₁区の3つに区分し、3品種とも1994年6月16日に孵化したマガモ16羽（♀13：♂3）、チェリバレー15羽（♀12：♂3）およびF₁20羽（♀16：♂4）を供試して、1区当たり約30㎡の運動場に放し飼いした。試験期間は1994年6月16日（0日齢）から1995年8月1日（411日齢）までの約14ヵ月であった。試験開始時から終了時まで3品種とも同様に、成鶏用配合飼料を不断給与し、産卵開始時から試験終了時まで週1回飼料摂食量を計った。

3品種の産卵率、受精率、孵化率ならびに卵質などについて比較検討した結果を要約すると以下のとおりである。

1. 171～410日齢までの平均産卵率について

ては、チェリバレーで74.6%、F₁で74.4%およびマガモで21.9%となり、チェリバレーとF₁に比べてマガモの産卵率が明らかに低いことが認められ、卵重はチェリバレーが85.6g、F₁が79.5g、マガモが60.3gの順に大きいことが認められた。

2. 171~410日齢までの1日1羽当たり飼料消費量は、チェリバレーが293g、F₁が224g、マガモが170gの順に多いことが認められた。対卵重飼料要求率についてはチェリバレーが3.42、F₁が2.82およびマガモが2.99となり、チェリバレーとマガモの間に有意差はなかったが、チェリバレーとF₁の間に有意差が認められた。

3. ハウユニットについては、3品種間には有意差を認められなかった。卵形係数、卵黄係数および卵殻厚さでは、チェリバレーはF₁とマガモに比べて優れており、卵白pHについては、チェリバレーとF₁は同程度であったが、マガモは有意に高い値を示した。

4. チェリバレーとF₁に比べてマガモの受精率はかなり低いことが認められた。孵化率については、チェリバレーで77.9%、F₁で67.9%、マガモで44.9%となり、チェリバレーとF₁との間に有意差が認められなかったが、これら2品種に比べてマガモがかなり低いことが認められた。

5. 以上の結果から、3品種間ではチェリバレーが家鴨類の繁殖能力から見た合鴨水稻作における適性品種であることが示唆された。

総 括

現在、全国的に驚くほどの広がりを見せている合鴨水稲作には、従来交雑種である合鴨とその他の様々な品種が用いられてきたが、本農法に適した家鴨類の品種についてまだ明確にされていない。さらに、合鴨農法を確立するための研究として家鴨類の能力を品種間で比較検討したものは見当たらない。したがって、効果的に雑草や害虫の駆除を行い、水田放飼の効果と水稲の収量を高めると同時に、一方では産肉能力および繁殖能力の優れた品種を選定することが緊急の研究課題となっている。

本研究では、マガモ、肉用改良種であるチェリバレーおよび両者の交雑種（ F_1 ）の代表的な3品種を用いて、家鴨類の持つ様々な能力を総合的に評価することにより合鴨農法における適性品種の選定を行うため、水田放飼

における家鴨類 3 品種の生態・行動（労働能力）および除草・防虫能力、水稻の生育と収量に及ぼす影響、水田放飼とその後の成長能力および産肉能力ならびに繁殖能力（産卵率、受精率、孵化率ならびに卵質）などについて比較的検討を行った。

水田放飼した家鴨類 3 品種の行動を観察した結果、3 品種間ではいずれの行動においても行動パターンに大きな違いは認められなかった。マガモとチェリバレーの水田内における採食時間および移動時間は F_1 より有意に長いことが認められ、マガモとチェリバレーの間に有意差は認められなかった。労働時間（採食行動時間と移動行動時間の合計）はマガモ、チェリバレー、 F_1 の順に長いことが認められ、休息時間は、 F_1 が最も長く、次いでチェリバレー、マガモの順に長いことが認められた。なお、1 時間当たりの摂食行動回数は、マガモ、チェリバレー、 F_1 の順に多い傾向を示したが、3 品種間に有意差は認められ

なかった。

雑草はいずれの区においてもほとんど観察されず、3品種間に差は認められなかった。水田内の発生状況から見た家鴨類のウンカ類、ツマグロヨコバイならびにスクミリンゴガイなどに対する防除能力には、3品種間に有意な差は認められなかったが、水稻のコブノメイガによる被害葉率は、チェリバレー、マガモ、F₁の順に小さい傾向が見られた。

水稻の分けつ中期(7/4)から家鴨が稲の根を食害する水稻被害が家鴨類放飼全区で観察され、その被害程度と被害株率はF₁区が最も大きく、次いでマガモ区、チェリバレー区の順に大きかった。水稻の草丈は、3品種間でほとんど差が認められなかったが、1 m²当たり莖数は、チェリバレー区とマガモ区に比べてF₁区で明らかに少なかった。出穂後の乾物生産量(△W)はチェリバレー区、マガモ区、F₁区の順に大きかった。1 m²当たりの莖数と△Wが多くなるにつれて、1 m²当たり

初収量がチェリバレー区、マガモ区、F₁区の順に多い傾向を示したものの、その差は有意ではなかった。

0～20週齢の水田放飼区におけるチェリバレーの成長は、舎飼区に比較して低い傾向を示したが、F₁とマガモは舎飼区とほぼ同様の傾向を示した。0～20週齢までの1日1羽当たり飼料消費量は水田放飼および舎飼区とも体格の違いから、チェリバレー、F₁、マガモの順に多かったが、水田放飼期間で排泄した糞中の窒素含量（現物）については、チェリバレーとF₁がマガモに比べて高い傾向を示した。

20週齢終了時における3品種の家鴨類の体重は、水田放飼区、舎飼区ともにチェリバレー、F₁およびマガモの順に大きいことが認められた。

枝肉歩留りについては、3品種間ならびに水田放飼区と舎飼区の間には有意差は認められなかったが、枝肉量（Ⅲ型体重）については、水田放飼区および舎飼区ともチェリバレー、

F₁、マガモの順に多いことが認められた。腹腔内脂肪は、チェリバレー、F₁、マガモの順に多い傾向を示し、食味テストの結果から、F₁、マガモおよびチェリバレーの順に嗜好性が高くなる傾向が認められた。

171～410日齢までの平均産卵率は、チェリバレーとF₁でほぼ同様であったのに対して、マガモの産卵率が明らかに低いことが認められた。卵重および1日1羽当たり飼料消費量は、チェリバレー、F₁、マガモの順多いことが認められた。ハウユニットについては、3品種間には有意差が認められなかった。卵形係数、卵黄係数および卵殻の厚さについては、チェリバレーが他の2品種に比べて高い値を示したが、卵白pHはチェリバレーとF₁が同程度であったのに対してマガモが低かった。また、チェリバレーとF₁に比べてマガモの受精率は明らかに低かった。孵化率については、チェリバレーで77.9%、F₁で67.9%、マガモで44.9%の順に高い傾向を示したが、チェリバ

レーとF₁との間に有意差が認められず、マガモの孵化率が明らかに低いことが認められた。

以上の結果をふまえて、合鴨水稲作における家鴨類3品種の適性能力を総合的に評価するため、能力の高い順に1, 2, 3の3段階に分け、各順位の指数として順位1に3点、2に2点および3に1点を与えた。3品種の各能力の各項目で示した指数から労働能力(X₁)、防除能力(X₂)、稲の生育・収量(X₃)、成長能力(X₄)、産肉能力(X₅)および繁殖能力(X₆)などそれぞれの平均評価指数を求め、その平均指数の合計($\Sigma X = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6$)から総合評価を行った。その結果は表22に示すとおりである。生態・行動の平均指数はマガモ、チェリバレー、F₁の順に多いことが認められ、防除能力の平均指数は3品種とも同様となり、3品種間に有意差は認められなかった。稲の生育と収量に及ぼす影響の平均指数は、チェリバレーが最も多く、次いでマガモ、F₁の順

に多いことが認められた。成長能力の平均指数は F₁、チェリバレー、マガモの順に多い傾向を示し、産肉能力の平均指数は F₁、マガモ、チェリバレーの順に多い傾向を示した。繁殖能力の平均指数はチェリバレーが最も多く、次いで F₁、マガモの順に多いことが認められた。3品種それぞれの能力の示した平均指数を総合すると、3品種それぞれの総合評価指数はマガモ 11.65 ($\Sigma X = 2.6 + 2.0 + 1.92 + 1.88 + 2.0 + 1.25$)、F₁ 10.94 ($\Sigma X = 1.2 + 2.0 + 1.33 + 2.12 + 2.12 + 2.17$)、チェリバレー 13.41 ($\Sigma X = 2.2 + 2.0 + 2.75 + 2.0 + 1.88 + 2.58$) となり、チェリバレーが最も多く、次いでマガモ、F₁の順に多いことが認められた。

以上の結果を総合すると、3品種のうちでチェリバレーが合鴨水稻作における適性品種であることが示唆された。

表22 合鴨水稲作における家鴨類の総合評価指数

(評価順位1:3点 順位2:2点 順位3:1)

性能	項目	マガモ	F ₁	チェリバレー
労働能力	摂食行動	2.5	1	2.5
	移動行動	2.5	1	2.5
	労働行動	3	1	2
	休息行動	3	1	2
	摂食行動回数	2	2	2
	X ₁	平均指数	2.6	1.2
防除能力	除草能力	2	2	2
	防虫能力	2	2	2
	コブノメイガ防虫能力	2	2	2
	X ₂	平均指数	2.0	2.0
稲の生育収量	水稲の根の被害率	2	1	3
	水稲の草丈	2	2	2
	水稲の茎数	2.5	1	2.5
	排泄糞の肥料成分量	1	2	3
	乾物生産量	2	1	3
	水稲の籾収量	2	1	3
	X ₃	平均指数	1.92	1.33
成長能力	終了時体重	1	2	3
	水田放飼中の成長	2.5	2.5	1
	配合飼料消費量	3	2	1
	飼料要求率	1	2	3
	X ₄	平均指数	1.88	2.12
産肉能力	枝肉歩留り	2	2	2
	枝肉量	1	2	3
	腹腔内脂肪	3	2	1
	食味テスト	2	2.5	1.5
X ₅	平均指数	2	2.12	1.88
繁殖能力	産卵率	1	2.5	2.5
	卵重	1	2	3
	ハウユニット	2	2	2
	卵質	1.5	1.5	3
	受精率	1	2.5	2.5
	孵化率	1	2.5	2.5
	X ₆	平均指数	1.25	2.17
総合評価指数 (ΣX)		11.65	10.94	13.41

$$\text{総合評価指数} (\Sigma X) = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6$$

謝 辞

本研究を遂行するにあたり多大な御指導、御協力を頂きました宮崎大学農学部動物生産学科家畜管理学的研究室の園田立信教授、鹿児島大学農学部生物生産学科家畜育種学的研究室の橋口勉教授、家畜管理学的研究室の萬田正治教授、中西良孝助教授、農学部附属農場の中釜明紀先生、ならびに人工受精について御指導頂きました同大学農学部生物生産学科家畜繁殖学的研究室の中西喜彦教授、後藤和文助教授に深く感謝いたします。また、本試験に行うにあたり御助言、御協力いただきました農学部附属農場の松元里志技官に深く感謝いたします。

さらに、本研究を行うにあたり、御協力頂きました鹿児島大学農学部生物生産学科作物学的研究室の皆様方、共同研究者の高山耕二氏、池田典子氏、矢吹良平氏をはじめとする当研究室の皆様は深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 荒田清耕 : アイガモ農法 25～32、58～74頁、
富山市地方・小出版流通センター、1993.
- 2) 嵐嘉一 : 水稲の生育と秋落診断 (第2節)、
29～143頁、養賢堂、東京、1960.
- 3) Brant, A. W., A. W. Otte and K. H. Norris :
Recommended standards for scoring and
measuring opened egg quality. Food
Technology, 5:356-361, 1951.
- 4) 畜産技術協会 : インドネシア特用家畜 (ア
ヒル) 調査報告書、畜産技術協力推進事業、
54 p p、1994.
- 5) 陳烈・赴愛珍 : 青年鴨の放牧飼養法 [科
学養鴨 (第1版)]、129～137頁、金盾出
版社、北京、1991.
- 6) 榎日出夫 : Stat View[®]による統計解析、金
原出版株式会社、東京、1994.
- 7) 古沢広祐 : 「アジア型有機農業のすすめ」
現代農業・臨時増刊、12～24頁、農山漁村

- 文化協会、東京、1994.
- 8)古野隆雄：新合鴨水稲同時作の理論と実際、
全国合鴨水稲会、1991.
- 9)古野隆雄：合鴨ばんざい、24～31、43～49、
148～150頁、農山漁村文化協会、東京、19
92.
- 10)F . T . Z eng, L . Q . W ang, X . P . Q iu :
The Per The Perfor mance of Meat and
Their Hybrids Crazing in Paddy Fieds,
Proceedings of The International Sate-
llite Conterence for The X VIII World's
Poultry Congress, Beijing China, 72-78,
1988.
- 11)藤井義典：佐賀県を中心にした暖地水稲作
の発展過程、農業および園芸、55(8)：28～
32、1980.
- 12)FAO Production year book.vol.44:189-1
98, 1990.
- 13)呉 剛明：鶏・鴨・ガチョウの飼養技術問
答（第1版）、90～91頁、広東科学出版社、

- 中国広東、1988.
- 14) 原 剛 : 日本の農業、139~148頁、岩波新書、東京、1994.
- 15) 本田幸雄 : 水田が地球を救う、「日本型有機農業への道(第2版)」、142~159頁、(株)ワールドウオッチジャパン、東京、1994.
- 16) 広谷陽一・野村新一郎・神尾克二 : アヒルの水田放飼試験、畜産の研究、3(3): 131~136、1949.
- 17) 広谷陽一・野村新一郎・神尾克二 : アヒルの水田放飼試験、畜産の研究、7(5): 57~58、1953.
- 18) 広谷陽一 : 水田放飼を中心としたアヒルの飼育管理、畜産の研究、9(5): 455~480、1955.
- 19) H. Suge: Growth and gibberellin production in *Phaseolus vulgaris* affected by mechanical stress. *Plant Physiol* 16(8): 1557-1560, 1978.
- 20) 本荘司部・大本勳・古市比天司・岩本敏

- 雄・諏訪一男・守尾進：家鴨の孵化率改善
対策、岡山鶏試研報、21：102～107、1979.
- 21)井上栄明・深町三朗：施肥・防除体系の異
なる水田でのコブノメイガの発生生態と被
害、九州病虫害研究会報、36：103～107、
1990.
- 22)石塚喜明・田中明：水稻の生育経過に関
する研究〔2〕、日本土壌肥料学雑誌、23
(2)：21～24、1952.
- 23)久米小十郎：アヒルの水田放飼による駆除
・除草とその要領、畜産の研究、6(4)：24
3～246、1952.
- 24)久米小十郎：食肉としてのアヒルの飼養経
済、畜産の研究、7(6)：441～444、1953.
- 25)K. Nakaseko: Productivity of a Dwarf
Type Soybean Induced by Mechanical
Stimulation Applied during Vegetative
Stage. Japan. Jour. Grop Sci. 57(4):782-78
9, 1998.
- 26)Kortlang, C. F. H. F.: In Duck Production

Science and World Practice. FARRELL, D. J. and P. Stapleton, (Ed.) 168-177. University of New England, 1986.

27) L. Chen: The Historical and Present Situations and the Development of the Combination of Duck Husbandry with agriculture in china, Proceedings of the International Symposium on Waterfowl Production, the Satellite Conference for the X VIII World's Poultry Congress, Beijing china. 153-155, 1988.

28) 水間 豊・並河 澄・猪 貴義・宮崎 宏・大島 正尚・萬田 正治・豊田 裕・小野寺 良次・五斗 一郎・大久保 忠旦・伊藤 巖：新畜産学、105～106頁、朝倉書店、東京、1991.

29) 萬田 正治：農家の暮らしと環境を守るアイガモ農法、日本の科学者、27(11)：49～54、1992.

30) 萬田 正治：アイガモ農法、食の科学、6月号、2～9頁、東京、1992.

- 31) 萬田正治 : 合鴨の飼育技術の基礎、農業技術体系畜産編6 中小家畜、17~30頁、農山漁村文化協会、東京、1994.
- 32) 萬田正治 : アイガモの定義と用途、畜産の研究、47(1) : 167~170、1993.
- 33) 萬田正治・内田秀臣・中釜明紀・松元里志
・下敷領耕一・渡邊昭三 : 合鴨水田放飼による雑草および防虫効果、日本家禽学会誌、30(5) : 365~370、1993.
- 34) 萬田正治・内田秀臣・中釜明紀・渡邊昭三
: 水田に放飼した合鴨の成長および行動、日本家禽学会誌、30(5) : 383~387、1993.
- 35) 萬田正治・内田秀臣・中釜明紀・松元里志
・下敷領耕一・渡邊昭三 : 稲の生育および収量に及ぼす合鴨の水田放飼の影響、日本家禽学会誌、30(6) : 443~447、1993.
- 36) 松沢安夫・杉村勝 : アヒルの造巢行動の観察、日本家禽学会誌、18 : 313~318、1981.
- 37) 松沢安夫・藤田勝・杉村勝 : アヒルの抱卵行動の観察、日本家禽学会誌、18 : 335~

341、1981.

38) 松沢安夫・杉村勝・藤田勝：アヒルの育雛行動の観察、日本家禽学会誌、20：312～318、1983.

39) 村田吉男：水稻の光合成とその栽培学的意義に関する研究、農業技術研究報告D、9：1～170、1961.

40) 村田吉男・猪山純一郎：[水稻の光合成に関する研究(9)] 密植多肥条件下の水稻の光合成作用と乾物生産、日本作物学会紀事、27：9～11、1958.

41) 松島省三・和田源七：水稻収量成立原理とその応用に関する作物学的研究 [XLVII、水稻登熟機構の研究(9)]、水穂前貯蔵炭水化物・出穂後蓄積炭水化物及び出穂時窒素量が水稻の登熟歩合並びに収量に及ぼす影響、日本作物学会紀事、27：201～203、1958.

42) 農山漁村文化協会編：稲の病気と害虫、原色作物病虫害百科-診断と防除-、21～33、23

- 3～259頁、農山漁村文化協会、東京、1994.
- 43)農山漁村文化協会編：[農業技術(作物編
*追録第10号)]、自然農法での生育相と生
理・機能、-解放状態での生育・生理-、20
5～212頁、農山漁村文化協会、東京、1988.
- 44)内藤元男監修：畜産大辞典“X I 畜産物と
その利用3.卵の項執筆”、1005～1012頁、
第6版、養賢堂、東京、1978.
- 45)中西武・造田高市：マガモの産卵性と産
卵季節の変動、日本家禽学会誌、12：25～
26(春季大会)、1975.
- 46)西藤克己：地域動物資源の利用による特産
鶏肉・鶏卵の開発(種卵の長期保存技術)、
東北地域重要新技術研究成果、No.13、148
～153、1991.
- 47)大西靖彦・加藤義一・二村喜久雄：アヒル
の人工授精に関する研究、農業技術研究報
告G(畜産)第11号、1～16、1955.
- 48)小澤朗人・牧野秋雄：スクミリングガイの
生態と防除、植物防疫、43：502～505、1989.

- 49)大隈光善・田中浩平・須藤新一郎：スク
ミリンゴガイによる水田雑草防除、雑草研
究、39(2)：114～119、1994.
- 50)御厨初子・口木文考・山口純一郎：九州病
害虫研究会報、34：103～105、1988.
- 51)P. Allen Hammer, Cary A. Mitchell, and
Thomas C. Weiler: Height Control in
Greenhouse Chrysanthemum by Mechanical
Stress. HORTSCIENCE, VOL. 9(5):474～475,
1974.
- 52)曾我部 要・中村商洋・半田成次郎・中村
国次・田村幸男：アヒルの水田放飼試験、
大阪府立種畜場彙報、1：1～10、1953.
- 53)嶋田一明：ツマグロヨコバイの穂加害によ
る減収について、九州病虫害研究会報、31
：82～83、1985.
- 54)園田 正：アヒルの肉用飼育とその方法、
畜産の研究、21(1)：239～243、1967.
- 55)園田 正：アヒルの肉用飼育とその方法、
畜産の研究、21(2)：315～317、1967.

- 56) 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：合鴨の交配様
式および飼養管理技術、大分県農業技術セ
ンター研究報告、20：79～95、1990.
- 57) 中山大学昆虫学研究所編著：養鴨除虫 [害
虫生物防除的原理及び方法 (第2版)]、2
87～291、科学出版社、北京、1984.
- 58) TURBO STAT version 2.00 A：1-106頁、
統計処理ソフトウェア、メデイウエル株式
会社、福岡、1989.
- 59) 高野伸二編：日本の野鳥、96～97頁、山と
溪谷社、東京、1990.
- 60) 鄭永浩・太田保夫：物理的刺激によるイ
ネの生長抑制とアブシジン酸生産量との関
係について、日本作物学会紀事、49(4)：6
15～616、1980.
- 61) 立崎善吉：アヒルの水田放飼に関する試験
[1]、畜産の研究、7(4)：61～62、1952.
- 62) 田名部雄一：アヒルの特性と利用の方向
[1]、畜産の研究、47(1)：163～166、1993.

- 63) 田名部 雄一 : アヒルの特性と利用の方向
[2]、畜産の研究、47(2):639~641、1993.
- 64) 田名部 尚子 : 鶏卵の品質 - 消費者の嗜好
性と鶏卵の利用性の側面から、日本家禽学
会誌、32(1):1~11、1995.
- 65) 田中 実 : 肉用アヒルの生産と需要、畜産
の研究、29(5):639~641、1975.
- 66) 宇根 豊・日鷹一雅・赤松富仁 : 害虫、減
農薬のための田の虫図鑑、14~27頁、農山
漁村文化協会、東京、1992.
- 67) 和田源七 : 水稻収量成立に及ぼす窒素栄養
の影響、-とくに出穂期以降の窒素の重要性
について-、農業技術研究報告A、16:27~
167、1969.
- 68) 和田源七 : 水稻の同化産物配分に関する研
究 [3]、日本作物学会紀事、39:26~32、
1970.
- 69) 翁 仁憲・武田友四郎・縣 和一・箱山 晋
: 水稻の子実生産に関する物質生産的研究
[1]、日本作物学会紀事、51(4):500~5

09、1982.

70) 翁 仁憲・武田友四郎・縣 和一・箱山 晋
：水稲の子実生産に関する物質生産的研究
[2]、日本作物学会紀事、51(4)：510～5
18、1982.

71) 翁 仁憲・武田友四郎・縣 和一・箱山 晋
：水稲の子実生産に関する物質生産的研究
[3]、日本作物学会紀事、51(4)：519～5
28、1982.

72) 柳田昌秀・野中 進・毛利集造：アヒルの
飼料利用性に関する研究 [1]、飼料組成が
発育に及ぼす影響、大阪府農林技術センタ
ー研究報告、13：99～104、1976.

73) 柳田昌秀・野中 進：アヒルの飼料利用性
に関する研究 [2]、低栄養飼料が発育に及
ぼす影響、大阪府農林技術センター研究報
告、14：99～104、1977.

74) 柳田昌秀：アヒル「肥育と採卵の実際」、
5～9頁、農山漁村文化協会、東京、1981.

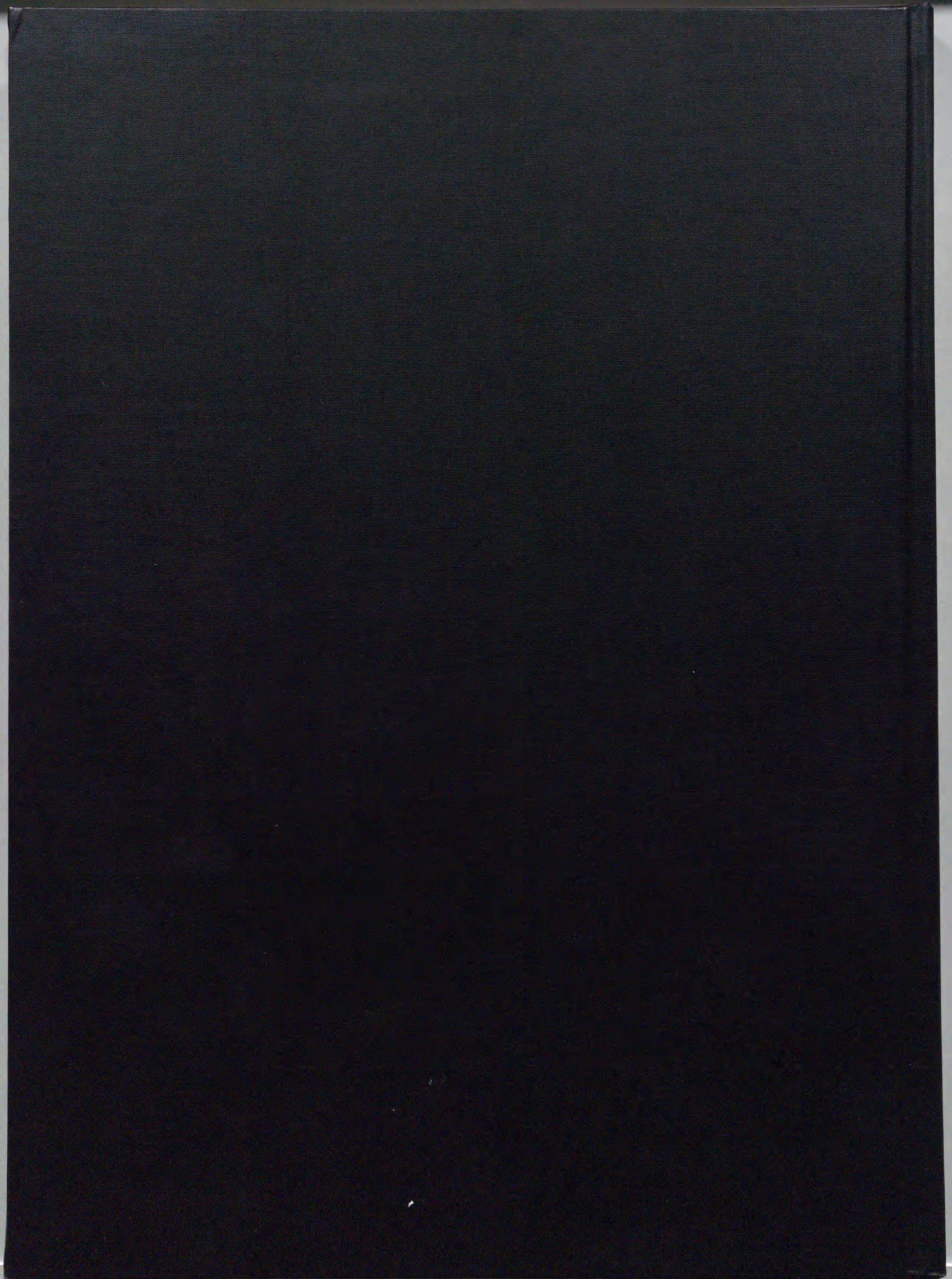
75) 柳田昌秀：水禽アヒル・アイガモ「畜産全

書ヤギ・めん羊・ウサギ・家禽・実験動物
・ミツバチ、他編」、389～406頁、農山漁
村文化協会、東京、1983.

76) 楊肯牧・曹光友・歐陽茂・曾衡秀編：中鴨
の飼養管理、[實用養鴨技術(第1版)]、
271～285頁、湖南科學技術出版社、中國湖
南省長沙市、1982.

77) 山本富三・田中浩平・角重和浩：(1993)暖
地水田における地力窒素発現パターンと施
肥の診断[2]、日本作物学会紀事、62(3)
：360～371、1993.

78) Y. Hiraki and Y. Ota: The relationship
between growth inhibition and ethylene
production by mechanical stimulation
in, *Lilium longiflorum*. *Plant Physiol*
16:185-189, 1975.



Inches 1 2 3 4 5 6 7 8
cm 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak



Blue

Cyan

Green

Yellow

Red

Magenta

White

3/Color

Black

Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM: Kodak

A

1

2

3

4

5

6

M

8

9

10

11

12

13

14

15

B

17

18

19

