

水田および畑地放飼における家鴨類の
適性品種に関する研究

高山 耕二

1999

①

水田および畑地放飼における家鴨類の 適性品種に関する研究

高山 耕 二

1999

目 次

(頁)

| | |
|--|----|
| 第 1 章 緒 論 | 1 |
| 第 2 章 水田放飼における家鴨類の品種間差 | |
| 緒言 | 7 |
| 第 1 節 家鴨類初生雛の水への順応性および耐寒性 | |
| 目的 | 8 |
| 材料および方法 | 8 |
| 結果および考察 | 10 |
| 第 2 節 家鴨類の排泄糞による肥料供給量 | |
| 目的 | 17 |
| 材料および方法 | 17 |
| 結果および考察 | 17 |
| 第 3 節 家鴨類の除草・駆虫能力，生態行動ならびに それらが水稻生産に及ぼす影響 | |
| 目的 | 20 |
| 材料および方法 | 20 |
| 結果および考察 | 26 |
| 第 4 節 要約 | 58 |
| 第 3 章 畑地放飼における家鴨類の品種間差 | |
| 緒言 | 60 |
| 材料および方法 | 61 |
| 結果および考察 | 65 |
| 要約 | 86 |
| 第 4 章 家鴨類の産肉性の品種間差 | |
| 緒言 | 87 |

| | (頁) |
|-----------------------------|-----|
| 材料および方法 | 87 |
| 結果および考察 | 89 |
| 要約 | 97 |
| 第 5 章 家鴨類の雛生産能力の品種間差 | |
| 緒言 | 98 |
| 材料および方法 | 98 |
| 結果および考察 | 100 |
| 要約 | 112 |
| 第 6 章 合鴨農法からみた家鴨類の体型および行動特性 | |
| 緒言 | 113 |
| 材料および方法 | 113 |
| 結果および考察 | 115 |
| 要約 | 128 |
| 第 7 章 総合考察 | 129 |
| 第 8 章 摘要 | 134 |
| 謝辞 | 136 |
| 参考文献 | 137 |

第1章 緒 論

世界は20世紀半ばから主要穀物の品種改良，農薬・化学肥料の使用および灌漑の整備による急激な食糧増産を記録してきたが，それも頭打ちとなっており，21世紀における急激な人口増加が食糧危機をもたらすことが懸念されている^{1,2)}。このような状況の下，わが国における食料自給率(1996年度)はカロリーベースで42%，穀物自給率では29%と極めて低く³⁾，飽食といわれる我々の食生活は大部分が海外からの食料輸入に頼っているのが現状である。戦前までのわが国の農業はアジア・モンスーン地帯の特徴である温暖多湿な気候に順応し，水田の稲麦を中心に雑穀，野菜を育て，その中で自給飼料を中心に家畜(牛，馬など)も用畜，役畜および糞畜として飼育するなど自給型の小規模複合経営が行われてきた⁴⁾。しかしながら，戦後における農業の近代化政策の中で水田と畜産の結びつきは次第に低下していき，水田においては化学肥料・農薬の使用と機械化が進められることで米の生産性は著しく向上したものの，裏作としての麦栽培がアメリカからの安価な穀物輸入により崩壊し，畜産では濃厚飼料の輸入に依存した大規模な加工型畜産が展開されたため，わが国の食料自給率は穀類を中心に次第に低下した^{4,5)}。これに加え，1991年の牛肉の輸入自由化，1995年の米の部分開放などはわが国の農業を取り巻く環境をより厳しいものとしており，同時に深刻な問題となっている農家の高齢化，後継者不足は中山間地を中心にした耕作放棄をもたらし，農業の生産基盤の弱体化が懸念されている³⁾。農業の持つ役割には，食糧の供給に加え，国土・環境の保全，社会・教育的な面があるにもかかわらず，戦後におけるわが国の農業は単なる食糧の供給基地として1961年に制定された農業基本法に沿った経済効率の追求を前提とした農業経営と農業技術の体系化に力点が置かれてきた²⁾。その結果，耕種農業における農薬の過度の使用は作業者への薬害や残留毒性などの問題を引き起こすとともに，有機質肥料に代わる化学肥料の投入は地力の低下をもたらした²⁾。また，畜産では濃厚飼料の輸入に依存した加工型畜産の展開が悪臭，水質汚濁などの畜産公害を引き起こした⁶⁾。こうした近代化農業に対し，1971年に有機農業研究会が「人間の健康が経済的見地に優先されなければならない」という観点から，「環境破壊を伴わず地力を維持培養しつつ，健康的

で味の良い食べ物を生産する農法を探究し、その確立に資する」(同研究会規約第1条)を志す人々により発足された²⁾。その後、ごく一部の局地的な運動として展開されてきた有機農業は、近年、食品の安全性への関心が深まってきた消費者と、環境への配慮の必要性を認識し始めた農家の中に徐々に浸透していった。こうしたなかで除草、駆虫などを目的として、水田に家鴨類を放飼し、無農薬による安全な米と鴨肉を同時に生産する「合鴨水稻同時作」が全国各地で確実な広がりを見せている⁷⁾。提唱者である古野隆雄氏は「合鴨水稻同時作」を単に水稻生産における家鴨類の旺盛な食欲を利用した除草、害虫駆除技術としてではなく、排糞による肥料供給、泳ぐ際の脚掻きによる中耕・濁水および家鴨類による稲刺激を加えた5つの総合効果による稲作技術として体系づけるとともに、水田を家鴨類の生活の場としてとらえ、害虫や雑草などの未利用資源を利用しながら水稻と家鴨類を同時に育てる畜産技術としても体系づけている⁸⁾。合鴨水稻同時作では、水稻の無農薬栽培の最大のネックとなっていた除草作業が家鴨類を放飼することで克服されるとともに、雑草や害虫を家鴨類の餌として発想を転換することで、水田が畜産の場となり、農業の近代化の中で失われていった家畜の持つ用畜、糞畜および役畜としての機能を活かすことが出来る。また、合鴨水稻同時作は、水田から安全な米と鴨肉を供給するとともに、無農薬栽培であるため生態系および環境が保全され、家鴨類が水田で働く姿は子供達や消費者の農業への関心を高めると同時に農家が米作りを楽しめるという近代化の中で失われていた農業の持つ本来の役割を全て備えた極めて総合性の高い技術である。その結果、米は消費者により高値で取引され、生産農家に所得向上をもたらしている。

温暖多湿な気候条件のもと、水田が広がるアジアでは家鴨類の飼育が盛んであり、川、家の周囲の水場などで家鴨類が泳ぐ姿を見る機会は多く、そこで生産される肉、卵は人々の貴重な動物性蛋白源となっており、世界の総飼育羽数(7.2億羽)の86%がアジアに集中している⁹⁾。家鴨類は、今から約3,000年前に中国において野生のマガモを家畜化したのが始まりとされており、その後インドネシアなど東南アジアにおいても中国とは別のマガモ集団から家畜化が行われたとされている¹⁰⁻¹²⁾。こうした地理的、歴史的背景から、家鴨類を水田に放す農法はアジアにおいて古くから行われており、中国では800年近い歴史を持

ち¹³⁾、インドネシア、ベトナムなどでは収穫後の水田で家鴨類に落穂拾いをさせながら、水田から水田へ移動する遊牧が行われてきた¹⁴⁾。わが国においても、古くは平安時代より飼育され、豊臣秀吉が今から400年前に大阪の河内地方で鴨の水田放飼を推奨したとされており^{15,16)}、この伝統的な農法は明治以降は鴨が家鴨に姿を変えて近畿地方を中心に受け継がれていった¹⁷⁾。昭和20年代には、広谷¹⁸⁾により水田放飼における家鴨類の飼育管理方法が紹介されるとともに、水稻および家鴨生産からみたさまざまな有用性については久米¹⁹⁾および曾我部ら²⁰⁾などにより報告されている。しかしながら、昭和11年には50万羽を数えた家鴨類の飼育羽数も、昭和30年代のブロイラーの進出により激減し、それに伴い家鴨類の水田放飼も当時は野犬などの外敵対策のために夜間の放飼を行っていなかったため、家鴨類の毎日の出し入れに手間がかかるなどの問題点も抱えていたことから、戦後農業の近代化の中で非能率的な農法として次第に衰退していった^{16,17)}。その後、富山県砺波地方の置田敏雄氏と荒田清耕氏が取り組んでいた「合鴨除草法」を、1987年に福岡県桂川町の古野隆雄氏が継承し、外敵対策として電気柵の利用を考案したことにより、水田に家鴨類を放す伝統農法は「合鴨水稻同時作」として現代風に再構築された¹³⁾。合鴨農法の有用性について、萬田ら²¹⁻²³⁾は合鴨が夜間に旺盛な摂食行動を示したことから昼夜放飼方式が最良であることを明らかにするとともに、農薬、化学肥料の使用を前提にした近代稲作技術との比較から合鴨が雑草、ウンカ類およびスクミリンゴガイの駆除能力に優れていおり、水稻収量についても慣行栽培との間に差がないことを科学的に裏付けている。合鴨農法の基本的な技術については、実践農家によって次第に確立されつつあり、現在では約1万戸の農家が全国各地で同農法を実践していると考えられている。また、合鴨農法はわが国と同じ稲作文化を持つ韓国に加え、家鴨の食文化が定着しているベトナムにおいても導入されており、高い評価を得ている²⁴⁾。

しかしながら、わが国の合鴨農法が一農法として定着するためにはいくつかの課題を抱えている⁷⁾。その主なものとして、家鴨類放飼に適した苗作り、栽培密度および施肥方法など水稻栽培技術の確立、水田放飼した家鴨類の雛を襲うイタチ、野犬およびカラスなどの外敵に対する防除方法の確立、水田から引き上げた家鴨類の処理・流通ルートの確立などが挙げられる。このような合鴨

農法の抱える重要課題の1つとして、家鴨類の適性品種の選定が挙げられる。現在、合鴨農法では肉用として多種の家鴨類とカモ類の交配により作出された合鴨あるいは家鴨類が水田放飼されている²⁵⁾。その中でも、小型の合鴨(カーキーキャンベルとマガモの交雑種)は合鴨農法で最も普及している。しかし、合鴨は水田での働きに優れているものの、水田引き上げの際飛んで逃げることもあり、また、鴨肉として販売するには肉量が少ないことが経験的に知られている。したがって、現在のところ、水田での働きに加え、水田引き上げ後の利用も視野に入れた合鴨農法における適性品種は明らかにされていない。合鴨農法における適性品種は、水田および畑地放飼における働き、水田引き上げ後の産肉性、毎年必要となる雛の生産、人が管理しやすいという5つ項目で優れた能力を持つ品種であると考えられる(表1)。EDAR²⁶⁾はわが国の代表的な肉用種であるチェリバレー、マガモおよび両者の1代交雑種を用いて、水田での行動ならびに除草・駆虫能力、成長・産肉能力および繁殖能力などについて品種間で比較検討し、総合的にみてチェリバレーが合鴨農法に最も適した品種であることを示唆している。しかしながら、合鴨農法における適性品種を選定するためには、肉用種に加え、卵用種および卵肉兼用種の利用、さらには国内種に加え外国種の利用という点からも検討する必要がある。家鴨が家畜化された中国およびインドネシアでは、長い年月をかけて用途別に多種多様な品種が作出されており、中国では肉用種であるペキン種がよく知られているが、一般には川や湖で放飼されている“麻鴨(マーヤ)”と呼ばれる卵肉兼用の中国系在来種が多く飼育されている^{27,28)}。一方、インドネシアでは独特な直立姿勢をした卵用種のインディアンランナーが有名であり、同品種は英国に導入された後、その産卵能力の高さからカーキーキャンベル作出の基礎家鴨として用いられたことで知られている²⁹⁾。しかし、合鴨農法における中国系在来種およびインディアンランナーの能力は現在まで明らかにされていない。

そこで本研究では、中国、インドネシアよりそれぞれ中国系在来種およびインディアンランナーを導入し、これにわが国の合鴨農法で最も普及している肉用種の合鴨(カーキーキャンベルとマガモの交雑種)を加えた家鴨3品種を用いて、適性品種の条件(表1)について品種間で比較検討を行い、合鴨農法に適した家鴨類の品種を選定する上での基礎的知見を得ることにした。したがって、

表 1 . 合鴨農法における適性品種の条件

- | | |
|---|--|
| <p>(1) 水田での働きに優れている</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水への順応性および耐寒性 ・ 除草 ・ 駆虫 ・ 中耕・濁水 ・ 水稻への刺激 ・ 肥料供給 | <p>(4) 雛生産能力が高い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 産卵能力 ・ 孵化率 ・ 種卵の貯蔵性 ・ 育雛率 ・ 卵質 |
| <p>(2) 畑地での働きに優れている</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 除草 ・ 駆虫 | <p>(5) 管理しやすい</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 飛ばない ・ 人に慣れやすい |
| <p>(3) 産肉性に優れている</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 成長 ・ 肉量 ・ 肉の食味性 ・ 脱毛性 | |

第2章では、合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の水田放飼における能力を明らかにするために、初生雛の水への順応性および耐寒性、排泄糞による肥料供給量、水田での除草・駆虫能力、生態行動ならびにそれらが水稻生産に及ぼす影響を品種間で比較検討した。第3章では、家鴨3品種の畑地放飼における能力を明らかにするために、茶園での家鴨類の除草・駆虫能力、生態行動およびそれらが茶収量に及ぼす影響について、品種間で比較検討を行った。第4章では、水田放飼した家鴨3品種の産肉性を明らかにするために、成長、産肉量、肉の食味性および脱毛性について品種間で比較検討した。また、第5章においては、家鴨3品種の雛生産能力を産卵能力、種卵の受精率・孵化率および貯蔵性、育雛率、卵質の面から品種間で比較検討することで、明らかにした。第6章では、家鴨3品種の合鴨農法における体型的特徴ならびに行動特性を明らかにするために、それらの体型、飛翔力、人に対する逃避反応、雛と親鴨の虫摂食行動の違いおよび摂食可能な高さについて品種比較を行った。そして、最後に第7章では、家鴨3品種の水田放飼における能力(X1)、畑地放飼における能力(X2)、産肉性(X3)、雛生産能力(X4)および行動特性(X5)の5項目について、指数評価を行い、合鴨農法における合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の能力を総合評価($Y=X1+X2+X3+X4+X5$)した。

第2章 水田放飼における家鴨類の品種間差

緒言

水田放飼された家鴨類は、水稻に対し除草・駆虫、中耕・濁水、稲への刺激および肥料供給などの形で働きかけ、最終的にはその生育および収量に良い影響を及ぼすことが報告されている²¹⁻²³⁾。しかし、その効果をより高めるためには、水田放飼の際に具備すべき水への順応性および耐寒性に優れるとともに、水田放飼開始から引き上げまでの一連の働きにおいてより高い能力を持つ家鴨類の適性品種の選定が必要である。EDAR²⁶⁾は、わが国の代表的な肉用種であるチェリバレー、マガモおよび両者の1代交雑種を用いて、水田での行動、除草・駆虫能力、肥料供給量およびそれらが水稻生育・収量へ及ぼす影響について、品種間で比較検討した結果、行動ではマガモ、水稻生育・収量においてはチェリバレーがそれぞれ優れた能力を示したと報告している。しかしながら、EDAR²⁶⁾以外に水田放飼における家鴨類の能力を品種間で比較した例は見当たらない。

そこで本章では、合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の水田放飼における能力を明らかにするために、家鴨3品種の水への順応性および耐寒性、肥料供給量の推定、さらには水田での除草・駆虫能力、生態行動ならびに水稻生産に及ぼす影響について品種間で比較検討した。

第1節 家鴨類初生雛の水への順応性および耐寒性

目 的

合鴨農法では、一般に水慣らしを行いながら飼育した2～3週齢の初生雛を田植え後2～3週間の水田に放飼する。しかしながら、水慣れや耐寒性が不十分な家鴨類の初生雛が水田放飼直後に風雨あるいは気温の低下により衰弱死するケースが生産現場で問題視されており、家鴨類の水田放飼上の問題点となっている。家禽類である鶏については雛の体温調節機能や耐寒性に関する報告がみられるものの^{30,31)}、水禽である家鴨類については雛の体温調節機能や耐寒性、加えて水への順応性に関する研究報告は見当たらない。

そこで本節では、合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の初生雛の水への順応性および耐寒性について、品種間で比較検討した。

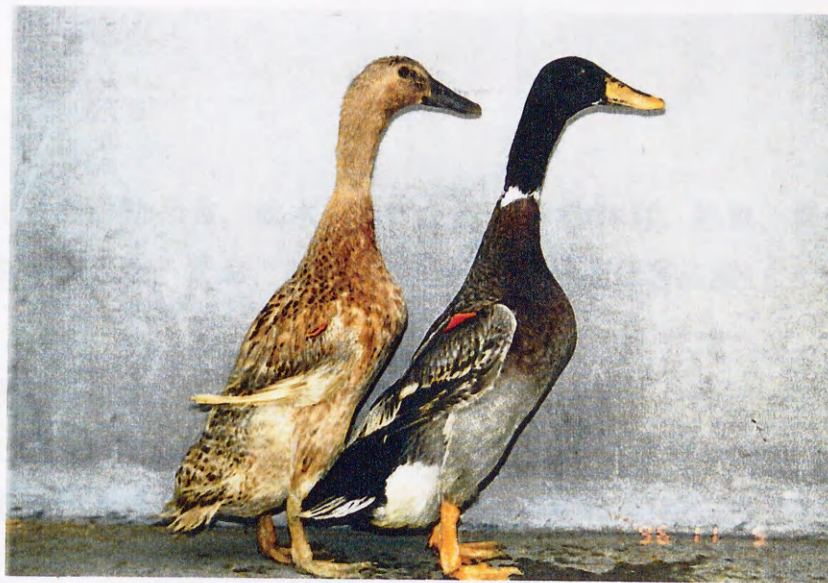
材料および方法

1 水への順応性

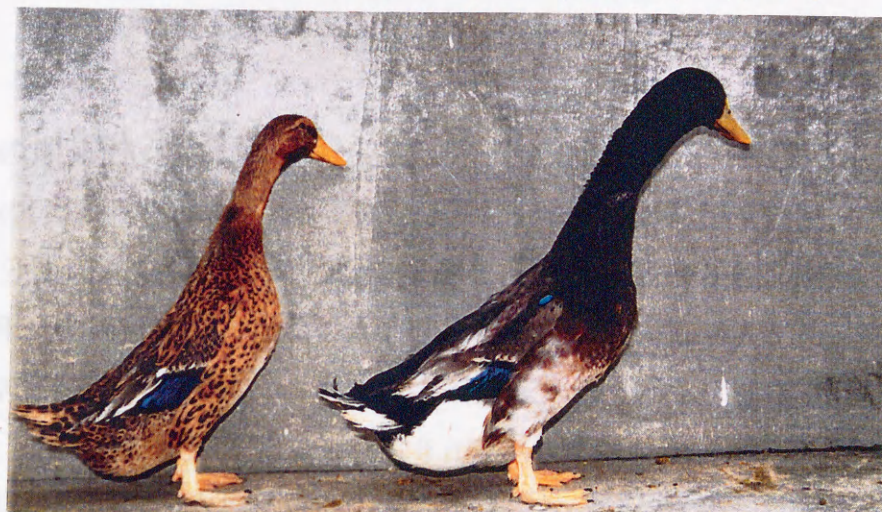
試験は、1997年10月に鹿児島大学農学部で行った。10月11日に孵化した合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種(写真1)の初生雛各30羽を用いて、雛が0, 3, 6, 9および12日齢になった時点で水温を20℃に設定した恒温槽(タイテック(株)製 COOLNIT CL-80F)に各品種6羽ずつ最大60分間水浴させ、水浴開始から横転するまでの時間(水浴時間)を測定した。各日齢の雛は供試するまで水浴経験はなく、水温については水田を仮定して設定した。

2 耐寒性

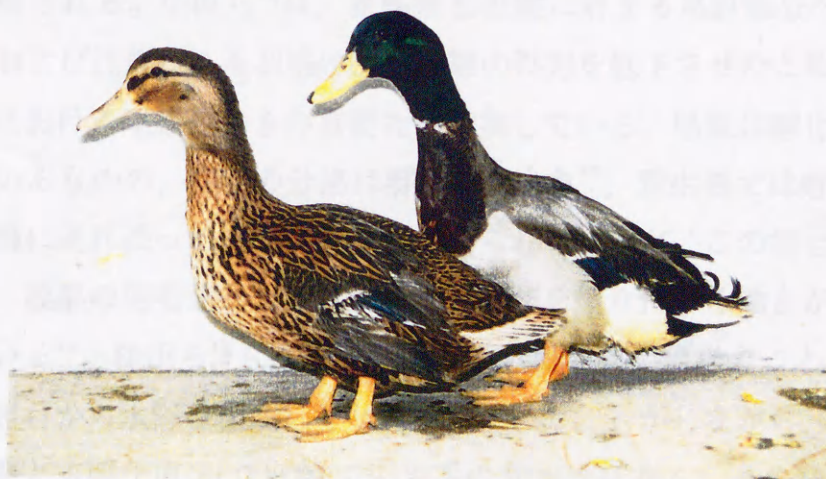
試験は、1997年3月に鹿児島大学農学部附属農場内の動物飼育棟で行った。供試動物には、1997年3月18日に孵化した合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の初生雛各54羽を用いた。家鴨3品種を餌付け後、市販成鶏用配合飼料(ME: 2,800Kcal/kg, CP: 16.0%)を不断給与しながら保温を行わずに育雛し、7日齢までの生存状況を調査した。試験期間中、家鴨3品種の初生雛をタイムラプスビデオ(SONY製 SVT-L200)を用いて録画し、5分間隔の点



インディアンランナー(左♀, 右♂)



中国系在来種(左♀, 右♂)



合 鴨(左♀, 右♂)

写真1. 供試家鴨3品種

観察法により、活動(摂食、飲水、歩行など)と休息(休息、睡眠、群がりなど)に群の行動を大別した。なお、試験開始時の飼育密度は各品種16.5羽/m²であった。

3. 統計解析

得られた結果の統計処理は、水への順応性における水浴時間については分散分析、耐寒性における育雛率と活動割合については χ^2 検定によりそれぞれ行った³²⁾。

結果および考察

1. 水への順応性

20℃の水温下で水浴させた家鴨3品種の水浴時間を図1に示した。0日齢では60分間の水浴中に横転した個体が3品種とも観察されなかったものの、日齢の経過に伴い家鴨3品種の水浴時間は次第に短くなった。3～9日齢では合鴨の水浴時間が最も長く、次いで中国系在来種、インディアンランナーの順となり、品種間差が認められた($P < 0.05$)。家鴨類の水浴には尾腺から分泌される脂肪が羽毛の防水性に大きく関与しており^{33,34)}、水浴した家鴨類が身震い、羽ばたきをして水を落とした後、嘴を使って尾腺からの脂肪を羽毛に塗る姿が頻繁に観察される。中西ら³⁵⁾は、家鴨類初生雛に対する尾腺部分へのX線照射、尾腺摘出および洗剤による羽毛の洗浄が雛の浮力を低下させたと報告しており、雛の水浴における尾腺の働きの重要性を指摘している。尾腺は孵化数日前に形成されているものの、脂肪の分泌は孵化後であり³³⁾、野生鴨では孵化後間もない雛が親鴨に連れ添って水浴することが知られているが、この場合、親鴨が抱雛中に胸・腹部の羽毛を介して雛の羽毛に脂肪を塗り付ける働きが大きいと考えられている³⁴⁾。松沢ら³⁶⁾も、家鴨類の育雛行動の中で同様なことが観察され、雛は孵化翌日から水浴を開始したと報告している。しかしながら、本試験では家鴨3品種とも孵化直後(0日齢)での羽毛の防水性は高く、その結果横転する個体は確認されなかった。このように、人工孵化した0日齢の雛の羽毛が防水性を備えていたことから、孵化直前まで卵中に残存している卵黄あるいは卵白中の脂肪分が羽毛に付着している可能性が示唆された。古野³⁷⁾は水慣らしの開

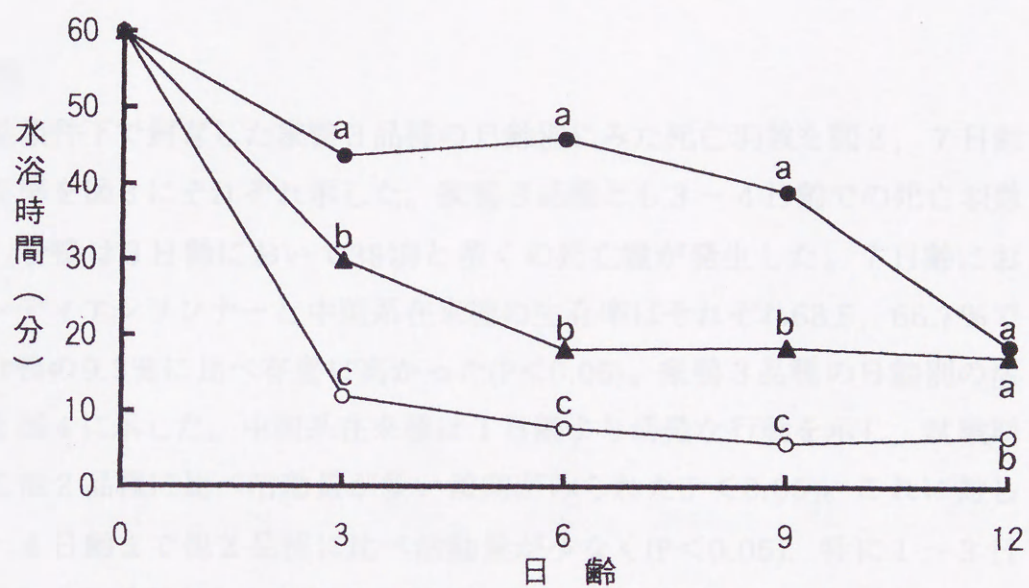


図 1. 家鴨 3 品種の日齢別にみた水浴時間

●:合鴨

○:インディアンランナー

▲:中国系在来種

列の a, b, c $P < 0.05$

始時期が遅れた雛の水への順応性の低さを指摘しており、本試験の結果はこれを裏付けるものであり、合鴨農法においては孵化した家鴨類の初生雛を出来るだけ早く水慣らしをさせる必要があると思われた。家鴨3品種の水への順応性は日齢の経過に伴い低下したものの、合鴨が最も優れており、次いで中国系在来種およびインディアンランナーの順であることが明らかとなった。今回明らかとなった合鴨の優れた水への順応性は、品種作出の際野生種であるマガモが基礎家鴨として用いられていることが関係しているものと推察された。

2 耐寒性

非保温条件下で飼育した家鴨3品種の日齢別にみた死亡羽数を図2、7日齢での生存率を図3にそれぞれ示した。家鴨3品種とも3～4日齢での死亡羽数が多く、合鴨は3日齢において38羽と多くの死亡雛が発生した。7日齢におけるインディアンランナーと中国系在来種の生存率はそれぞれ68.5、66.7%であり、合鴨の9.3%に比べ有意に高かった($P<0.05$)。家鴨3品種の日齢別の活動割合を図4に示した。中国系在来種は1日齢より活発な行動を示し、試験期間を通じ他2品種に比べ活動量が多い傾向がみられた($P<0.05$)。これに対し合鴨は、4日齢まで他2品種に比べ活動量が少なく($P<0.05$)、特に1～3日齢ではほとんど活動がみられなかった。なお、試験期間中の平均気温は14.4℃(7.1～18.6℃)であった。一般に家鴨類の育雛では、0～7日齢まで昼夜加温する必要があり、当初の30～32℃から徐々に温度を下げていき、外気温に合わせて廃温を行う^{15,38)}。しかしながら、家鴨類初生雛の体温調節機能の発達および低温環境下での耐性に関する報告は見当たらない。鶏の場合、雛の体温調節機能の発達について、中西ら³⁰⁾とMORENG and SHAFFNER³¹⁾が雛の体温は基礎代謝の高まりに伴い約14日齢で成鶏の水準に達すると報告している。また、中西ら³⁰⁾は鶏3品種を用いて20℃と30℃の温度条件下で0～10日齢の育雛率を調査した結果、20℃では3～6日齢にかけて死亡雛が多く発生したために育雛率が低く、低温への耐性には品種による違いがみられたと報告している。本試験では、平均気温が家鴨類の育雛時に必要とされる温度よりも15～20℃低く、家鴨3品種は飼育場の隅で群がり、“ピーピー”とディストレスコール(不快の声)を発していた。特に、合鴨は3日齢の時点で多くの死亡雛が発生

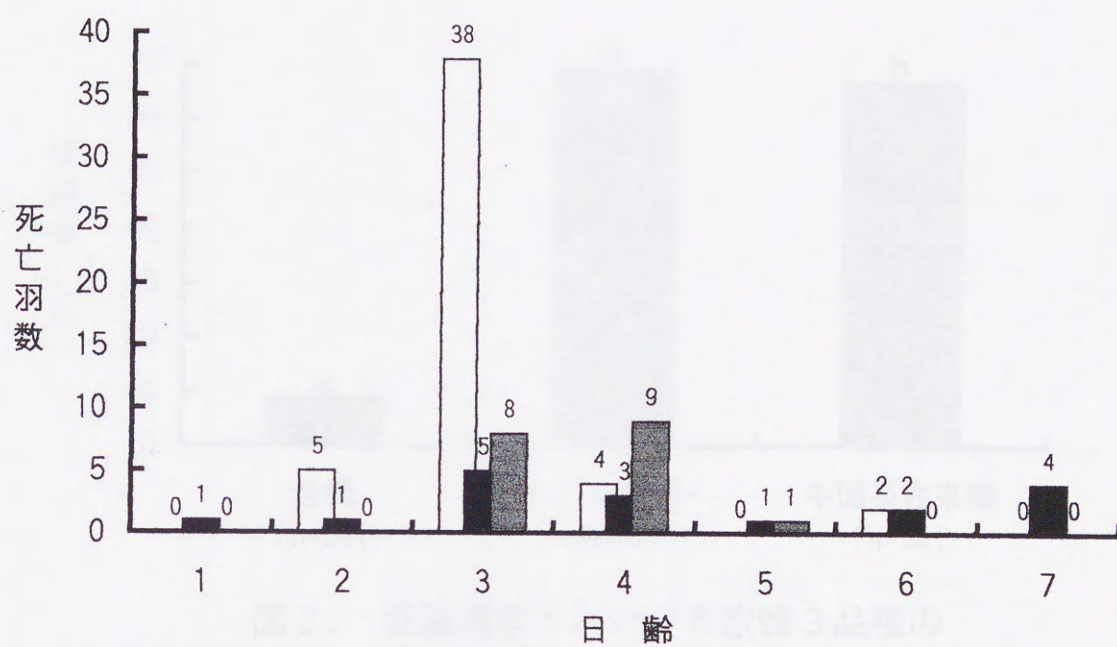


図 2. 日齢別にみた家鴨 3 品種の死亡羽数

□: 合鴨
 ■: インディアンランナー
 ▨: 中国系在来種

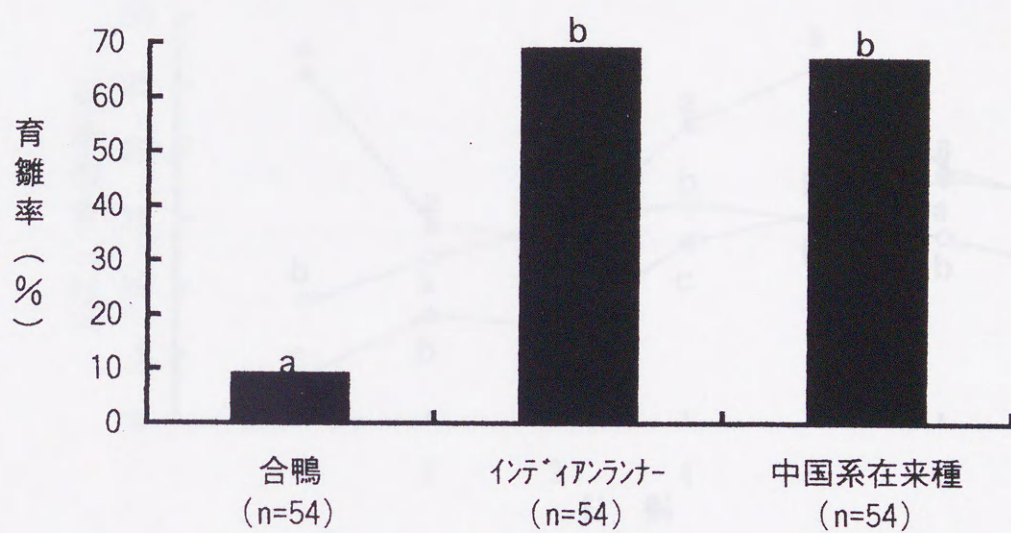


図 3. 低温環境下における家鴨 3 品種の育雛率 (0~7日齢)

a, b $p < 0.05$

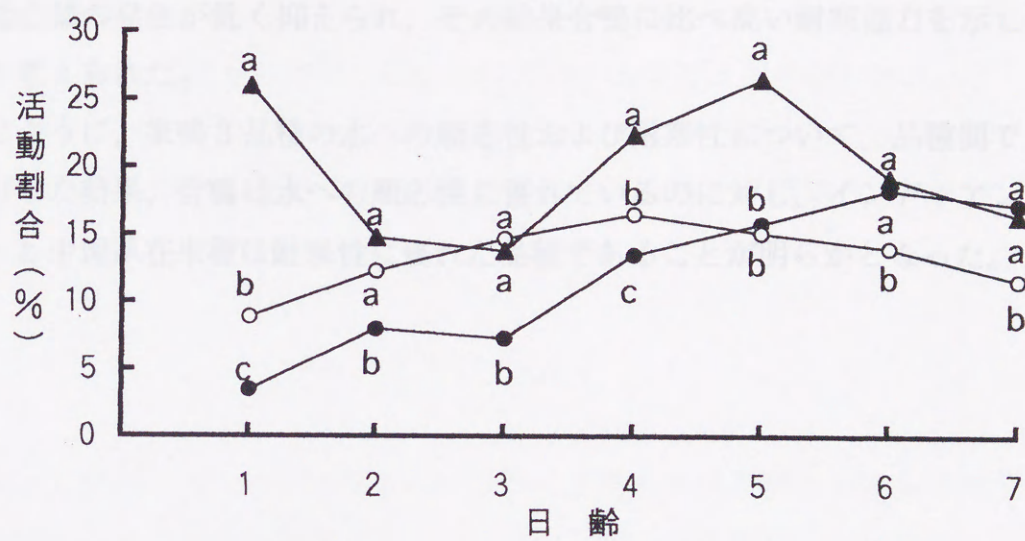


図 4. 低温環境下における家鴨 3 品種の活動割合

●:合鴨
○:インディアンランナー
▲:中国系在来種
列のa, b, c $P < 0.05$

し、他2品種に比べ育雛率も低かった。孵化直後、雛の体内に残存する卵黄嚢は48時間後には消化吸収されるが³⁹⁾、合鴨は1～3日齢でほとんど飼料を摂取しておらず、その結果多くの雛が衰弱死したものと推察された。これに対し、中国系在来種は1日齢から示した活発な行動の中で体内の代謝量を増加させ、低温に対する耐性を高めたものと推察された。インディアンランナーについては中国系在来種に比べ活動量は少なかったものの、群がりの際横に広がっているのが観察されており、山なりに重なっていた合鴨と中国系在来種に比べ圧死による死亡雛の発生が低く抑えられ、その結果合鴨に比べ高い耐寒能力を示したものと考えられた。

以上のように、家鴨3品種の水への順応性および耐寒性について、品種間で比較検討した結果、合鴨は水への順応性に優れているのに対し、インディアンランナーと中国系在来種は耐寒性に優れた品種であることが明らかとなった。

第2節 家鴨類の排泄糞による肥料供給量

目 的

合鴨農法において、家鴨類は毎日給与される補助飼料(屑米、配合飼料等)に加え、水田内の害虫・雑草等を摂食・消化し、排糞を行うことから、糞による水稻への肥料効果が期待されている。しかしながら、家鴨類の排泄糞による肥料供給量の推定は、EDAR²⁶⁾によるチェリバレー、マガモおよび両者の1代交雑種について行われているだけで、他の品種に関する報告は見当たらない。

そこで本節では、合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の舎飼・配合飼料給与下における排糞量より肥料供給量を推定し、品種間で比較検討した。

材料および方法

試験は、1997年10月～1998年1月にかけて鹿児島大学農学部附属農場内の動物飼育棟で行った。供試動物には、1997年10月11日に孵化した合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の初生雛各3羽ずつを用いた。家鴨3品種を餌付け後、6～31日齢までは床面積0.035m²のウズラ用ケージで、32～84日齢までは床面積0.088m²の成鶏用ケージで個別に飼育した。各ケージには、飲水器を設置するとともに、市販成鶏用配合飼料(ME: 2,800Kcal/kg, CP: 16.0%)を不断給与した。6～84日齢における家鴨3品種の糞を全て採取し、新鮮糞の重量を測定するとともに、31、53および69日齢時に採取した糞を冷凍保存後均等に混合し、糞の水分含量ならびに窒素(N)、リン酸(P)、カリウム含量(K)についても分析を行った。得られた結果は、1元配置分散分析による統計処理を行った³²⁾。

結果および考察

家鴨3品種の糞の成分、排糞量および水田放飼期間中の肥料供給量を表2に

表2. 水田放飼期間中における家鴨3品種の排糞量・糞の成分および肥料供給量

| 試験年度 | 品種 | 排糞量/羽 ¹⁾ (kg) | 糞の成分(%) ²⁾ | | | | 10a当たりの糞投入量および肥料供給量(kg) ³⁾ | | | |
|-------|------------|-----------------------------|-----------------------|------|------|--------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | | | 水分 | N | P | K | 糞投入量 | N | P | K |
| 1996年 | 合鴨 | 12.13 ^a | 79.21 ^a | 6.04 | 1.39 | 1.00 ^a | 182.0 ^a | 2.287 ^a | 0.524 ^a | 0.377 ^a |
| | インディアンランナー | 14.38 ^{ab} | 79.38 ^a | 5.88 | 1.47 | 1.13 ^b | 215.7 ^{ab} | 2.615 ^{ab} | 0.653 ^b | 0.502 ^b |
| | 中国系在来種 | 16.50 ^b | 78.24 ^b | 5.51 | 1.46 | 1.09 ^{ab} | 247.5 ^b | 2.971 ^b | 0.786 ^c | 0.586 ^c |
| 1997年 | 合鴨 | 10.70 ^a | 79.21 ^a | 6.04 | 1.39 | 1.00 ^a | 214.0 ^a | 2.688 ^a | 0.616 ^a | 0.443 ^a |
| | インディアンランナー | 11.89 ^{ab} | 79.38 ^a | 5.88 | 1.47 | 1.13 ^b | 237.9 ^{ab} | 2.883 ^{ab} | 0.721 ^a | 0.553 ^b |
| | 中国系在来種 | 13.88 ^b | 78.24 ^b | 5.51 | 1.46 | 1.09 ^{ab} | 277.6 ^b | 3.332 ^b | 0.882 ^b | 0.657 ^c |

1)放飼日数(日齢);1996年 72日間(12~84日齢),1997年 70日間(6~76日齢)

2)水分含有率は現物重比, N(窒素), P(リン)およびK(カリ)含有率は乾物重比

3)放飼密度;1996年 15羽/10a, 1997年 20羽/10a

列のa, b, c $P < 0.05$

示した。糞の肥料成分は水分含有率で合鴨とインディアンランナーが中国系在来種に比べ有意に高く($P < 0.05$), カリ含有率はインディアンランナーが合鴨に比べ有意に高い値を示した($P < 0.05$)。1羽当たりの排糞量は1996年, 1997年ともに中国系在来種が合鴨に比べ有意に多く($P < 0.05$), 10aの排糞量も同様な結果を示した($P < 0.05$)。1996年の肥料供給量は, 窒素で中国系在来種が合鴨に比べ有意に多く($P < 0.05$), リン酸とカリについては中国系在来種が最も多く, 次いでインディアンランナーおよび合鴨の順となった($P < 0.05$)。1997年については, 窒素とカリ供給量は1996年と同様な結果を示すとともに, リン酸については中国系在来種が他2品種に比べ有意に多かった($P < 0.05$)。水稻への施肥基準は, 地域および品種により異なるものの, 一般的な施肥量は窒素6 kg, リン酸3 kgおよびカリ6 kg程度とされており⁴⁰, 家鴨3品種の肥料供給による充足率は窒素38~56%, リン酸17~29%およびカリ6~11%であり, 窒素については追肥程度に供給されることが明らかになった。EDAR²⁶⁾は, 糞の成分に品種間で差がみられなかったものの, チェリバレーと1代交雑種はマガモに比べ体重が大きく, その分排泄糞による肥料供給量も多いことを報告している。本試験においても, 家鴨3品種の糞の成分に差はみられなかったものの, 試験期間中の飼料消費量と試験終了時体重は中国系在来種が最も高い値を示し, 次いでインディアンランナーおよび合鴨の順となっており($P < 0.05$), その結果が肥料供給量の品種差にほぼ反映されていた。したがって, 水田放飼期間中における肥料供給量は, 1996年, 1997年とも中国系在来種が3品種の中で最も多く糞を排泄し, その結果より多くの肥料成分を水稻に供給していることが明らかとなった。

第3節 家鴨類の除草・駆虫能力，生態行動ならびに それらが水稻生産に及ぼす影響

目 的

合鴨，インディアンランナーおよび中国系在来種の水田放飼における能力を明らかにするために，第1節では水への順応性および耐寒性，第2節では肥料供給量についてそれぞれ検討した。水田放飼した合鴨の除草・駆虫能力，生態行動ならびにそれらが水稻生産に及ぼす影響については，萬田ら²¹⁻²³⁾が農薬散布を行った慣行田との比較において，合鴨は夜間に活発な採食を行いながら，優れた雑草・害虫駆除効果を示し，その結果，水稻収量も慣行田との間に差がないことを明らかにしている。また，EDAR²⁶⁾はわが国の代表的な肉用種であるチェリバレー，マガモおよび両者の1代交雑種の水田放飼における能力を品種間で比較検討した結果，家鴨3品種はともに高い除草・駆虫能力を示し，水稻収量も慣行田との間に差がないことを明らかにすると同時に，生態行動についてはマガモ，水稻生育・収量に及ぼす影響ではチェリバレーが家鴨3品種の中でそれぞれ優れた能力を示したと報告している。しかしながら，インディアンランナーおよび中国系在来種の水田放飼に関する報告はなく，合鴨についても他品種との比較における能力は未だ明らかにされていない。

そこで本節では，水田放飼した家鴨3品種の除草・駆虫能力，生態行動ならびにそれらが水稻生産に及ぼす影響について，品種間で比較検討した。

材料および方法

本試験は1996年6～9月および1997年6～9月に鹿児島大学農学部附属農場内の実験水田で行った。

1. 供試水田の処理区分

実験水田の概要を図5，6に示した。1996年においては，15.9aの実験水田内に家鴨類放飼区(各4a×3区)，無放飼区(以下，対照区；1.9a)および胃内容物調査区(2a)の計5区を設けた。1997年においては，16.5aの実験水田内に家

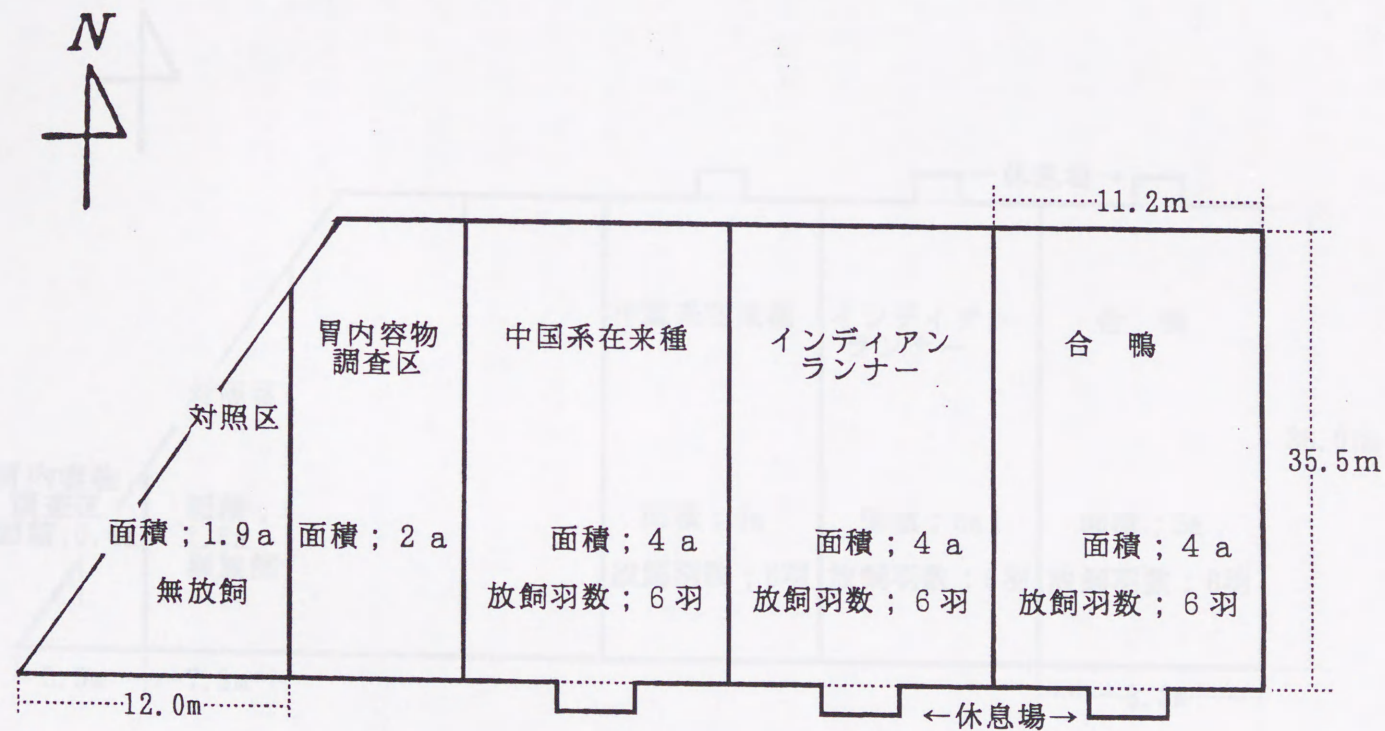


図 5. 実験水田の概要(1996年)

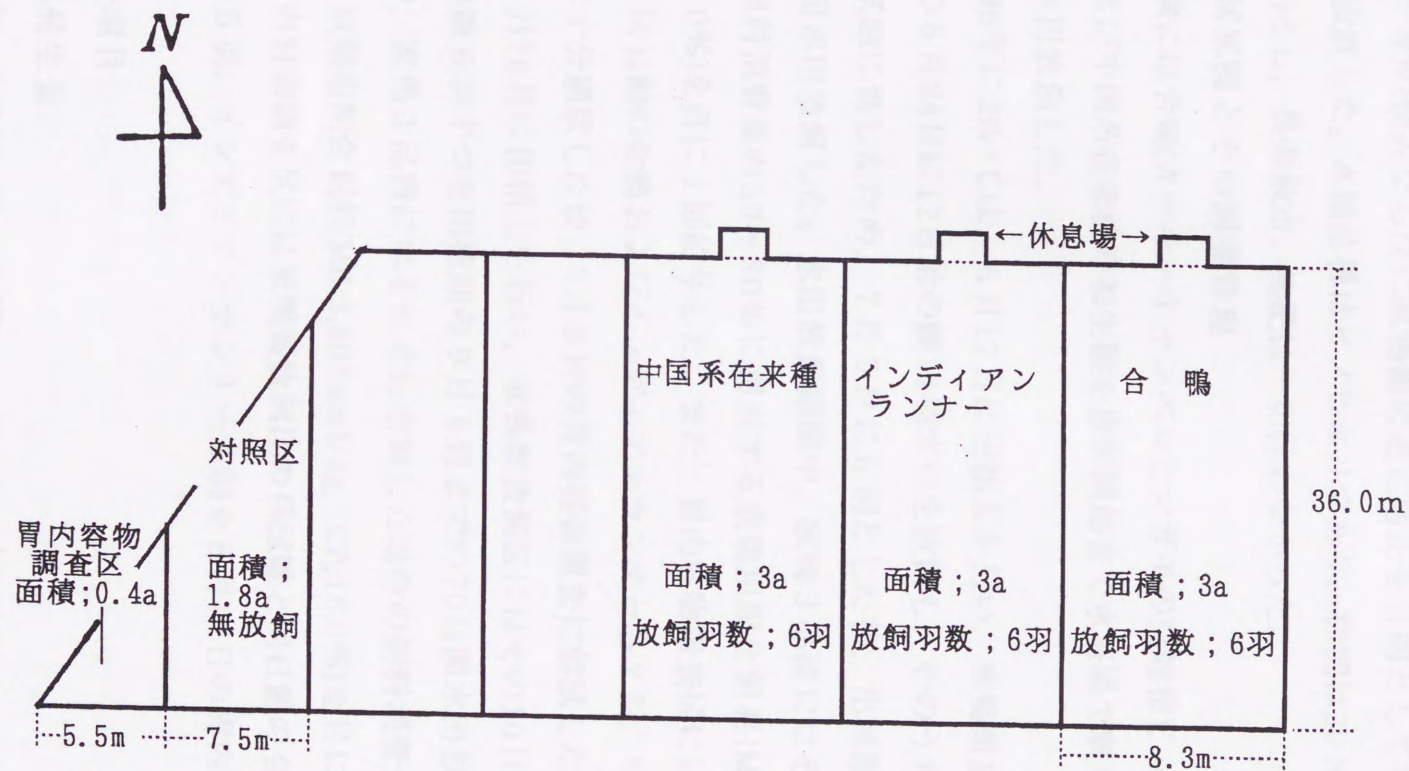


図 6. 実験水田の概要(1997年)

鴨類放飼区(3a×3区), 無放飼区(以下, 対照区; 1.8a)および胃内容物調査区(0.4a)の計5区を設けた。家鴨類放飼区における各区間の仕切りには, 外敵(犬, イタチ等)の侵入ならびに家鴨類の逃亡防止を目的として電気柵(末松電子(株)製)を設置した。水稻品種はヒノヒカリであり, 株間は30×30cm(栽植密度11.1株/m²)とし, 農薬散布, 施肥は一切行わなかった。

2 供試家鴨とその飼養管理

試験には合鴨(カーキーキャンベルとマガモの交雑種), インディアンランナーおよび中国系在来種の初生雛を放飼開始まで水浴場で馴らしながら育雛した後, 水田放飼した。

1996年においては, 6月17日に田植えを行い, 家鴨類放飼区にはその1週間後の6月24日に12日齢の雛14羽ずつを放飼し, そのうち各品種とも8羽を他の試験に供したため, 7月9日に6羽とした後, 出穂期の9月4日までの72日間水田放飼した。水田放飼期間中, 家鴨3品種にはそれぞれ舎飼した場合の飼料消費量の50~80%に相当する成鶏用配合飼料(ME; 2,800kcal/kg, CP; 16.0%)を日に1回給与した。また, 胃内容物調査区には家鴨類放飼区の供試雛と同日齢の合鴨およびインディアンランナー各2羽, 中国系在来種3羽を水浴に十分馴致した後, 7月9日の胃内容物調査に供試した。1997年においては, 6月16日に田植えを行い, 家鴨類放飼区にはその10日後の6月26日に6日齢の雛6羽ずつを出穂期の9月4日までの70日間水田放飼した。水田放飼期間中, 家鴨3品種にはそれぞれ舎飼した場合の飼料消費量の60~70%に相当する成鶏用配合飼料(ME; 2,800kcal/kg, CP; 16.0%)を日に1回給与した。また, 胃内容物調査区には家鴨類放飼区の供試雛と同日齢の合鴨および中国系在来種各5羽, インディアンランナー4羽を8月14日の胃内容物調査に供試した。

3 調査項目

(1) 雑草発生量

コドラート(38×53cm)を用い, 1996年は各区無作為に選んだ5カ所について7月6日, 8月5日および9月2日の計3回, 1997年は各区無作為に選んだ6カ所について7月23日と8月28日の計2回サンプリングを行い, 草種別の乾物重を測定した。

(2)害虫発生量

1996年は7月2日～7月16日において見取り法により各区無作為に選んだ60株について計3回、セジロウンカ(*Sogatella furcifera* Horváth)やトビイロウンカ(*Nilaparvata lugens* Stål)などのウンカ類およびツマグロヨコバイ(*Nephotettix cincticeps* Uhler)の発生頭数を調査するとともに、7月23日～9月3日までは19×25cmの粘着板を用いた払い落とし法により各区無作為に選んだ20株について計7回、同様の調査を行った。1997年についても7月1日～7月29日までは見取り法により各区30株について計5回、8月4日～9月2日までは払い落とし法により各区20株について計5回、前年と同様の調査を行った。

コブノメイガ(*Cnaphalocrocis medinalis* Guenée)の幼虫による全葉数に対する被害葉の発生割合を1996年は8月23日と8月30日の計2回各区30株について、1997年は8月25日と9月1日の計2回各区10株についてそれぞれ調査した。

38×53cmのコドラートを水中に入れ、1996年は7月1日～9月2日まで各区無作為に選んだ5カ所について計10回、1997年は6月30日～9月1日まで各区6カ所について計10回、スクミリンゴガイ(通称ジャンボタニシ; *Pomacea canaliculata* Lamarck)の発生頭数を調査した。また、10m²内の稲株に付着したスクミリンゴガイの卵塊数を1996年、1997年ともに各区無作為に選んだ2カ所について計10回調査した。

(3)水田放飼した家鴨3品種の胃内容物調査

1996年7月9日に胃内容物調査区に80分間水田放飼した合鴨およびインディアンランナー各2羽、中国系在来種3羽を屠殺・解体し、仮素嚢、腺・筋胃内容物を調査した。1997年においては、8月14日に胃内容物調査区に90分間水田放飼した合鴨および中国系在来種各5羽、インディアンランナー4羽を屠殺・解体し、同様な調査を行った。

(4)家鴨3品種の生態行動

1996年は水田放飼後14日目の7月8日10:00～7月9日10:00にかけて、1997年は水田放飼後19日目の7月15日10:00～7月16日10:00にかけて、各品種無作為に選んだ4羽の24時間行動観察をそれぞれ実施した。行動型は休息行動、水田内での摂食および移動行動に分類し、摂食行動と移動行動の合計時間を労働行動時間として、家鴨3品種による除草、駆虫および中耕濁水効

果の指標とした。1996年7月2日～7月10日にかけて17:00～19:00の時間帯に無作為に選んだ各品種1羽ずつを8ミリビデオ(SONY製 CCD-TR55, CCD-TRV92)を用いて計4回撮影し、連続観察法により家鴨3品種の摂食行動を摂食位置から水面より上、水面および水中での摂食行動と水稻への食害行動の4種類に分類した。1997年は6月29日～7月6日にかけて12:00～18:00の時間帯に計3回、1996年と同様な調査を行った。

(5)水田環境

1996年は7月5日～8月30日まで各区無作為に選んだ3ヵ所で計9回、田面水の溶存酸素、pHおよび水温をそれぞれ溶存酸素計(柴田科学器械工業(株)製 MODEL DO-2)、電子pHメータ(HANNA instruments (Japan) Corp. 製)、電子温度計(HANNA instruments (Japan) Corp. 製)により測定した。1997年は7月3日～9月4日まで各区無作為に選んだ4ヵ所で計10回、溶存酸素を除く同様な調査を行った。

(6)家鴨類による水稻への被害

1996年は7月9日に水稻の全葉に対する食害葉率を各区100株ずつ調査するとともに、7月11日、8月2日および9月4日の計3回、株元への被害(株元が掘られている、株がぐらつくあるいは押し倒されている)状況を各区550株ずつ調査した。1997年は7月21日に食害葉率を各区100株ずつ、7月21日および8月26日の計2回、株元への被害状況を各区200株ずつ調査した。また、1996年7月15日、8月3日および9月7日の計3回各区全株について欠株の有無を調査し、1997年9月5日においても同様な調査を行った。

(7)水稻生育および収量

水稻の生育状況を調べるために、1996年は7月5日～9月5日まで各区無作為に選んだ20株について計10回、1997年は7月3日～9月4日まで各区無作為に選んだ16株について計10回、水稻の草丈と茎数を調査した。また、出穂時には両年ともに有効穂数を調査し、最高分けつ数に対する有効茎歩合を算出した。1996年は10月11日に各区20株ずつ、1997年は10月13日に各区16株ずつ収穫直前の水稻をサンプリングし、十分風乾させた後に平均的な10株の収量構成要素(1株穂数、1穂穎花数、登熟歩合および千粒重)を調査し、1株収量ならびに10a当たりの籾収量を算出した。

4. 統計解析

得られた結果のうち、家鴨類による株元への被害発生率および欠株率については χ^2 検定、その他についてはすべて家鴨類放飼区(3区)および対照区を因子とする1元配置分散分析により統計処理を行った³²⁾。

結果および考察

1. 雑草発生量

実験水田における雑草発生量を図7に示した。1996年においては、水田放飼期間を通じて、家鴨類放飼区では雑草の発生はみられず、対照区においてもその発生は極めて少なかった。1997年では、7月23日の雑草発生量は対照区に比べ家鴨類放飼区で有意に低い値を示した($P < 0.05$)。しかしながら、3品種間に差は認められなかった。8月28日の家鴨類放飼区には、対照区と同様にタイヌビエ(*Echinochloa crus-galli* P.Beauv. var. *oryzicola* Ohwi)、イヌビエ(*Echinochloa crus-galli* P.Beauv.)などイネ科雑草の発生がみられたものの、ミズガヤツリ(*Cyperus serotinus* Rottb.)、タマガヤツリ(*Cyperus difformis* L.)などカヤツリグサ科雑草も多く発生した対照区に比べ、インディアンランナー区と中国系在来種区では有意に低い雑草発生量を示した($P < 0.05$)。また、家鴨3品種間では合鴨区に比べ中国系在来種区の雑草発生量は有意に少なかった($P < 0.05$)。萬田ら²¹⁾は水田に放飼した合鴨が雑草に対する摂食行動に加え、泳ぐ際の脚掻きや踏み倒しにより、高い除草能力を示したと報告しており、合鴨が好食しないイネ科雑草(タイヌビエなど)に対しては、その発芽および生育初期での合鴨の脚掻きや踏み倒しによる除草効果の重要性を指摘している。本研究では、田植え1週間後に家鴨類を放飼した1996年の雑草発生量は各区とも少なく、除草能力に品種間差はみられなかった。しかしながら、家鴨類の放飼が田植え10日後と若干遅かった1997年には、放飼直後に家鴨類放飼区では広葉雑草に加え、4葉以内のイネ科およびカヤツリグサ科雑草が浮き上がっているのが多く観察されたにも関わらず、各区とも田植え後約2ヵ月が経過した時点(8月28日)でタイヌビエ、イヌビエの発生が多くみられた。このような条件下において、家鴨3品種間では合鴨に比べ中国系在来種が高い除草能力を持つこ

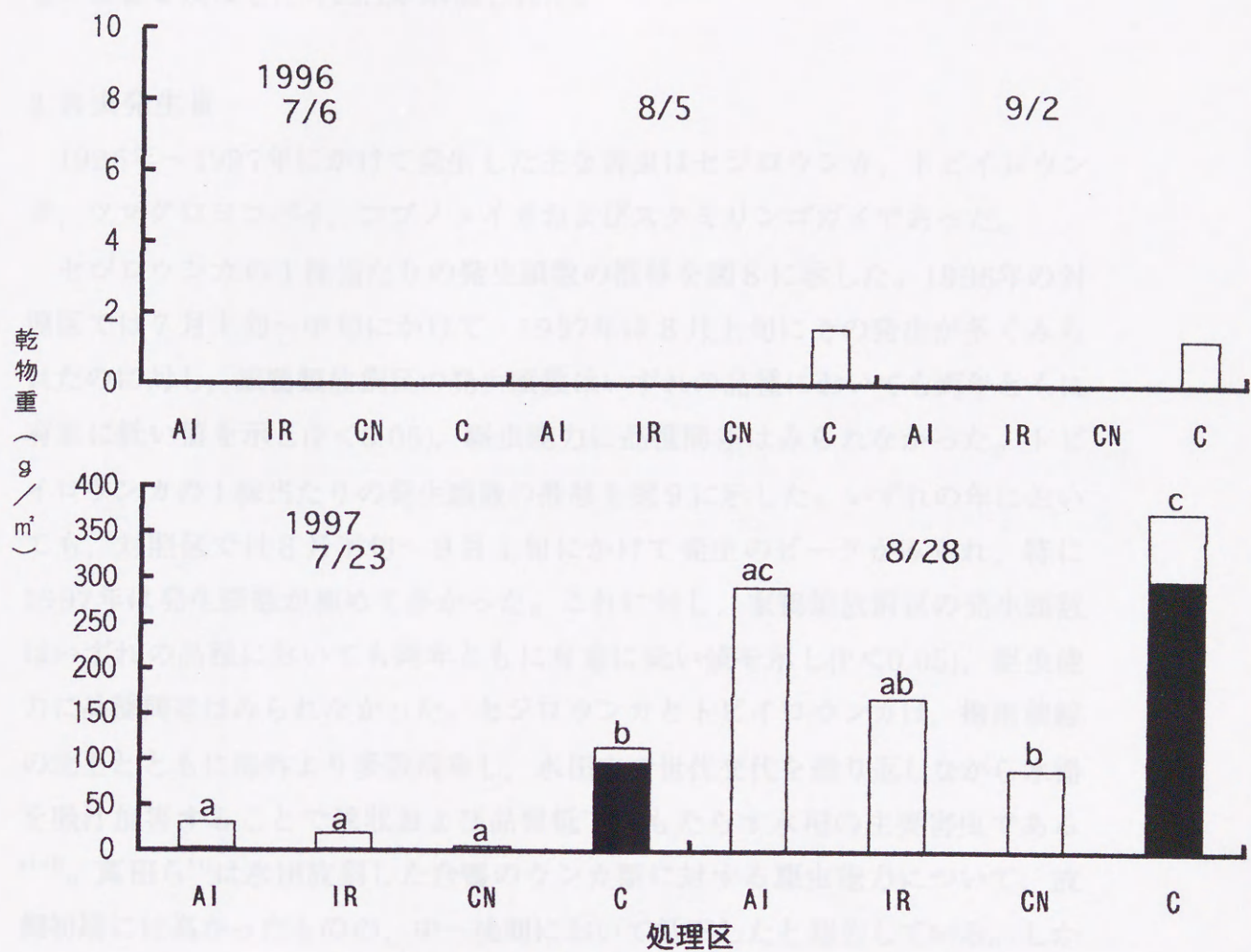


図7. 実験水田における雑草発生量

■カヤツリグサ科 □イネ科

AI:合鴨

IR:インディアンランナー

CN:中国系在来種

C:対照

a, b, c $P < 0.05$

とが明らかとなった。除草能力に品種間差がみられた要因としては、イネ科雑草が多く発生したことことから、家鴨3品種の活動量の違いが各区の雑草発生量に影響を及ぼした可能性が示唆された。

2. 害虫発生量

1996年～1997年にかけて発生した主な害虫はセジロウンカ、トビイロウンカ、ツマグロヨコバイ、コブノメイガおよびスクミリンゴガイであった。

セジロウンカの1株当たりの発生頭数の推移を図8に示した。1996年の対照区では7月上旬～中旬にかけて、1997年は8月上旬にその発生が多くみられたのに対し、家鴨類放飼区の発生頭数はいずれの品種においても両年ともに有意に低い値を示し($P<0.05$)、駆虫能力に品種間差はみられなかった。トビイロウンカの1株当たりの発生頭数の推移を図9に示した。いずれの年においても、対照区では8月下旬～9月上旬にかけて発生のピークがみられ、特に1997年は発生頭数が極めて多かった。これに対し、家鴨類放飼区の発生頭数はいずれの品種においても両年ともに有意に低い値を示し($P<0.05$)、駆虫能力に品種間差はみられなかった。セジロウンカとトビイロウンカは、梅雨前線の北上とともに海外より多数飛来し、水田内で世代交代を繰り返しながら水稻を吸汁加害することで減収および品質低下をもたらす水稻の主要害虫である^{41,42)}。萬田ら²¹⁾は水田放飼した合鴨のウンカ類に対する駆虫能力について、放飼初期には高かったものの、中～後期において低下したと報告している。しかしながら、本研究では、水田放飼初～中期に発生が多くみられたセジロウンカ、後期に発生が多くみられたトビイロウンカのいずれに対しても家鴨3品種ともに極めて高い駆虫能力を示し、品種間差は認められなかった。

ツマグロヨコバイの1株当たりの発生頭数の推移を図10に示した。1996年、1997年のいずれにおいても、8月上旬より発生頭数が増加傾向を示した対照区と家鴨類放飼区の間には差はみられなかった。また、家鴨3品種間においても差は認められなかった。ツマグロヨコバイは、近年、萎縮病ウイルスの保菌率が低下したものの、出穂前後の穂への直接吸汁による減収および品質低下が問題となっている^{43,44)}。萬田ら²¹⁾およびEDARら⁴⁵⁾は7月下旬～8月上旬以降に増加傾向を示したツマグロヨコバイに対し、合鴨または家鴨類の駆虫効果は認め

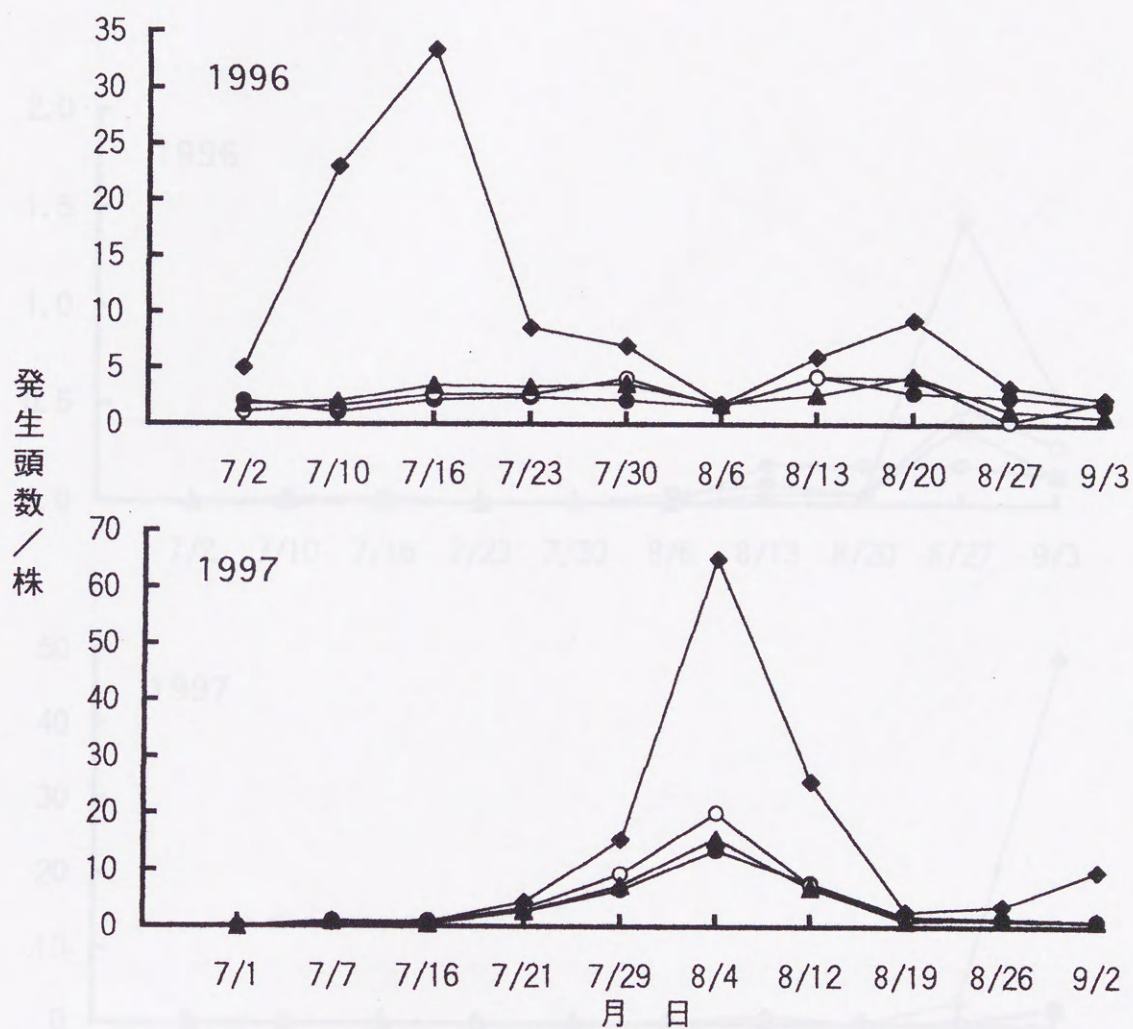


図8. 実験水田におけるセジロウンカの発生頭数の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

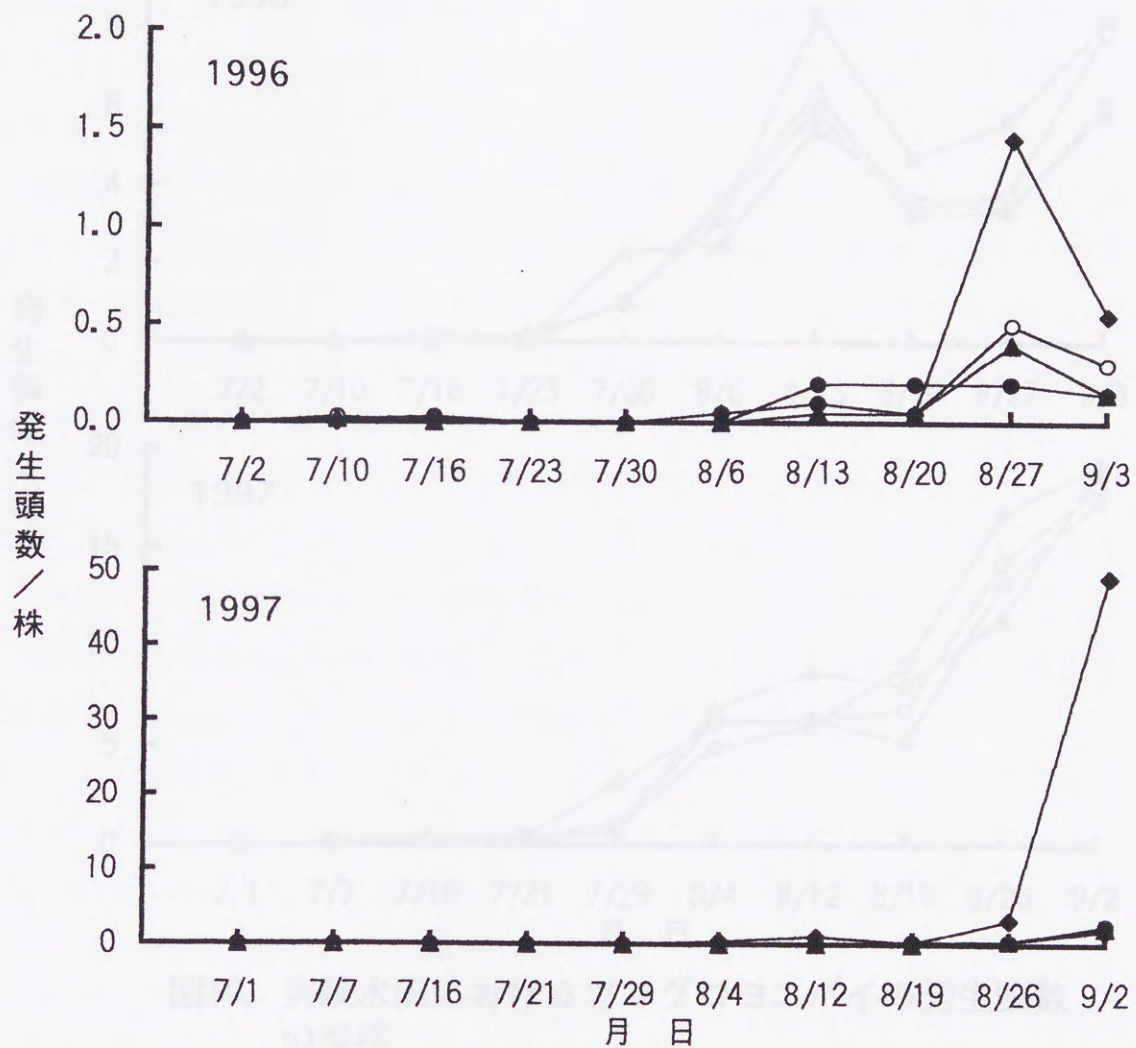


図 9. 実験水田におけるトビイロウンカの発生頭数の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

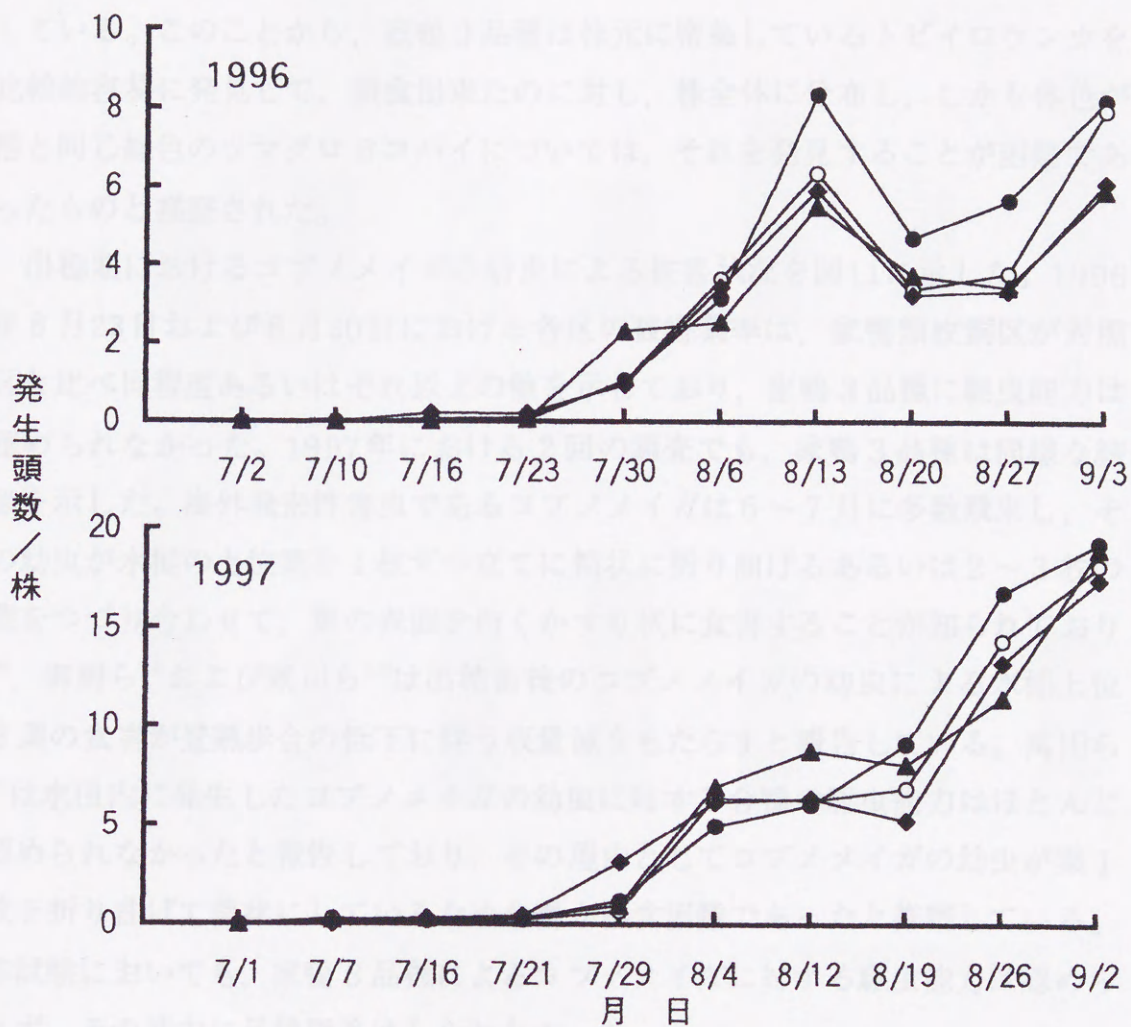


図10. 実験水田におけるツマグロヨコバイの発生頭数の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

られなかったと報告しており、本研究に用いた家鴨3品種においても同様の結果となった。久野⁴⁶⁾および那波⁴⁷⁾は稲株における害虫の生息部位について、同時期に発生が多くみられたトビイロウンカは株元の水面近くに偏在しているのに対し、ツマグロヨコバイは株全体にわたってほぼ均等に分布することを報告している。このことから、家鴨3品種は株元に密集しているトビイロウンカを比較的容易に発見して、摂食出来たのに対し、株全体に分布し、しかも体色が稲と同じ緑色のツマグロヨコバイについては、それを発見することが困難であったものと推察された。

出穂期におけるコブノメイガの幼虫による被害状況を図11に示した。1996年8月23日および8月30日における各区の被害葉率は、家鴨類放飼区が対照区と比べ同程度あるいはそれ以上の値を示しており、家鴨3品種に駆虫能力は認められなかった。1997年における2回の調査でも、家鴨3品種は同様な結果を示した。海外飛来性害虫であるコブノメイガは6～7月に多数飛来し、その幼虫が水稻の上位葉を1枚ずつ立てに筒状に折り曲げるあるいは2～3枚の葉をつづり合わせて、葉の表面を白くかすり状に食害することが知られており⁴⁸⁾、御厨ら⁴⁹⁾および寒川ら⁵⁰⁾は出穂前後のコブノメイガの幼虫による水稻上位3葉の食害が登熟歩合の低下に伴う収量減をもたらすと報告している。萬田ら²¹⁾は水田内に発生したコブノメイガの幼虫に対する合鴨の駆虫能力はほとんど認められなかったと報告しており、その理由としてコブノメイガの幼虫が葉1枚を折り曲げて筒状にしているため合鴨が摂食困難であったと推察している。本試験においても、家鴨3品種によるコブノメイガに対する駆虫能力は認められず、その能力に品種間差はみられなかった。

スクミリンゴガイの1㎡当たりの発生頭数の推移を図12に示した。1996年、1997年のいずれにおいても、対照区では8月上旬以降スクミリンゴガイの発生頭数が急激な増加傾向を示したのに対し、家鴨類放飼区では3品種とも、その発生頭数は極めて少なく($P < 0.05$)、駆虫能力に品種間差は認められなかった。また、スクミリンゴガイの卵塊の発生数の推移については、1996年の対照区およびインディアンランナー区の卵塊数は8月上旬より増加傾向を示し、8月26日にそれぞれ15.0個および11.5個のピークを示した(図13)。これに対し、合鴨区と中国系在来種区の卵塊数は対照区ならびにインディアンランナー区と

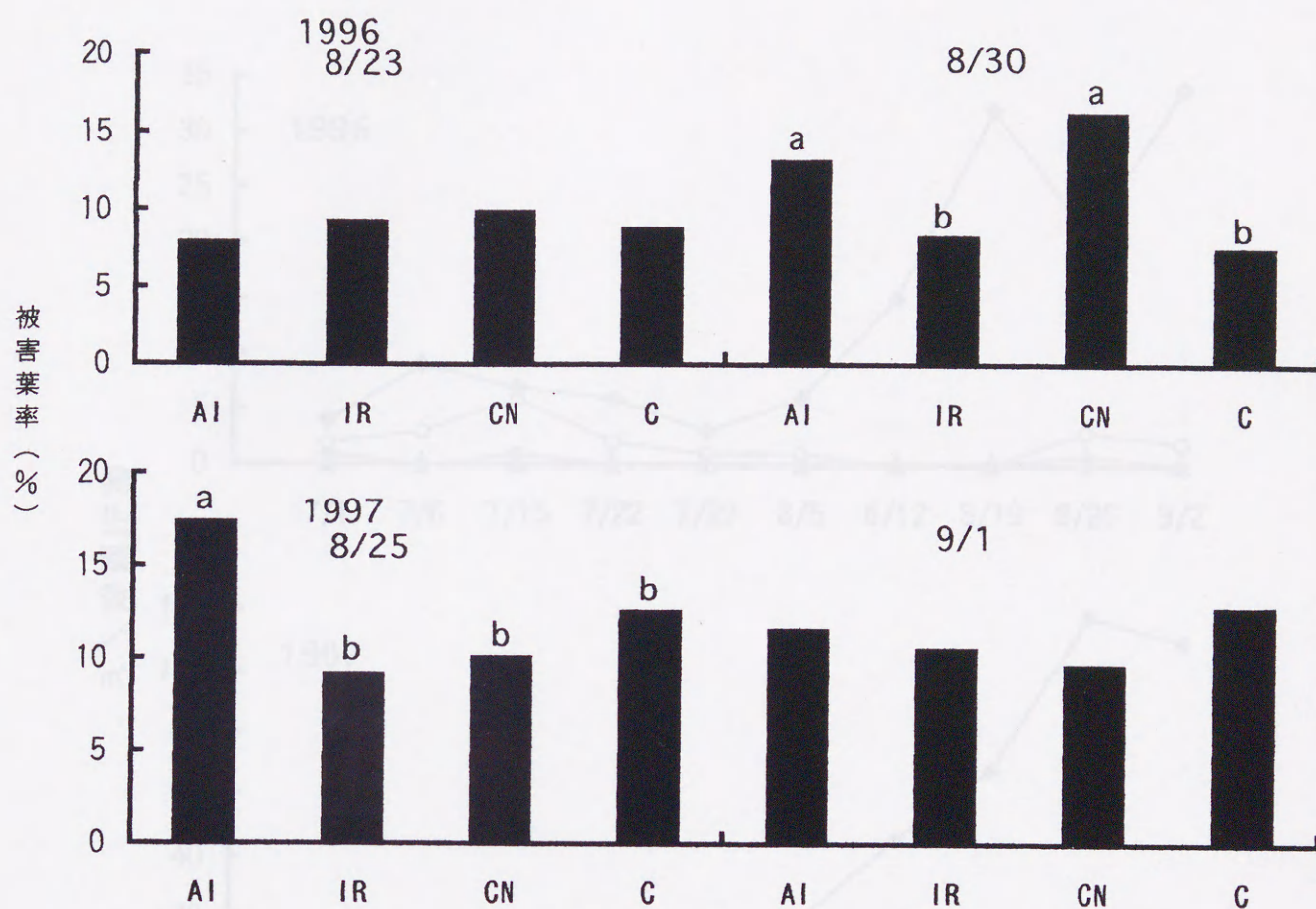


図11. コブノメイガの幼虫による水稻の被害葉率

AI:合鴨

IR:インディアンランナー

CN:中国系在来種

C:対照

a, b $P < 0.05$

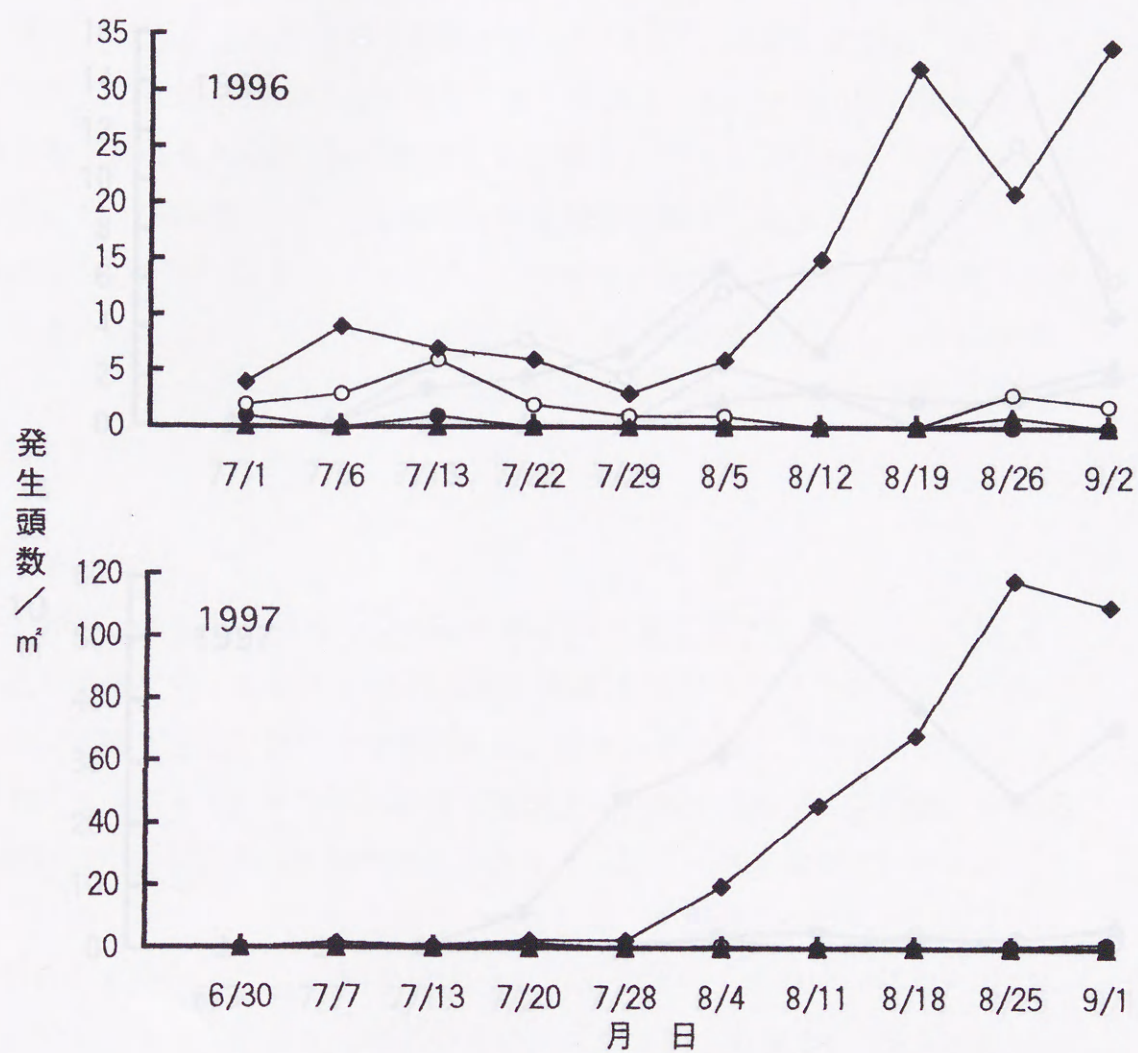


図12. 実験水田におけるスクミリンゴガイの発生頭数の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

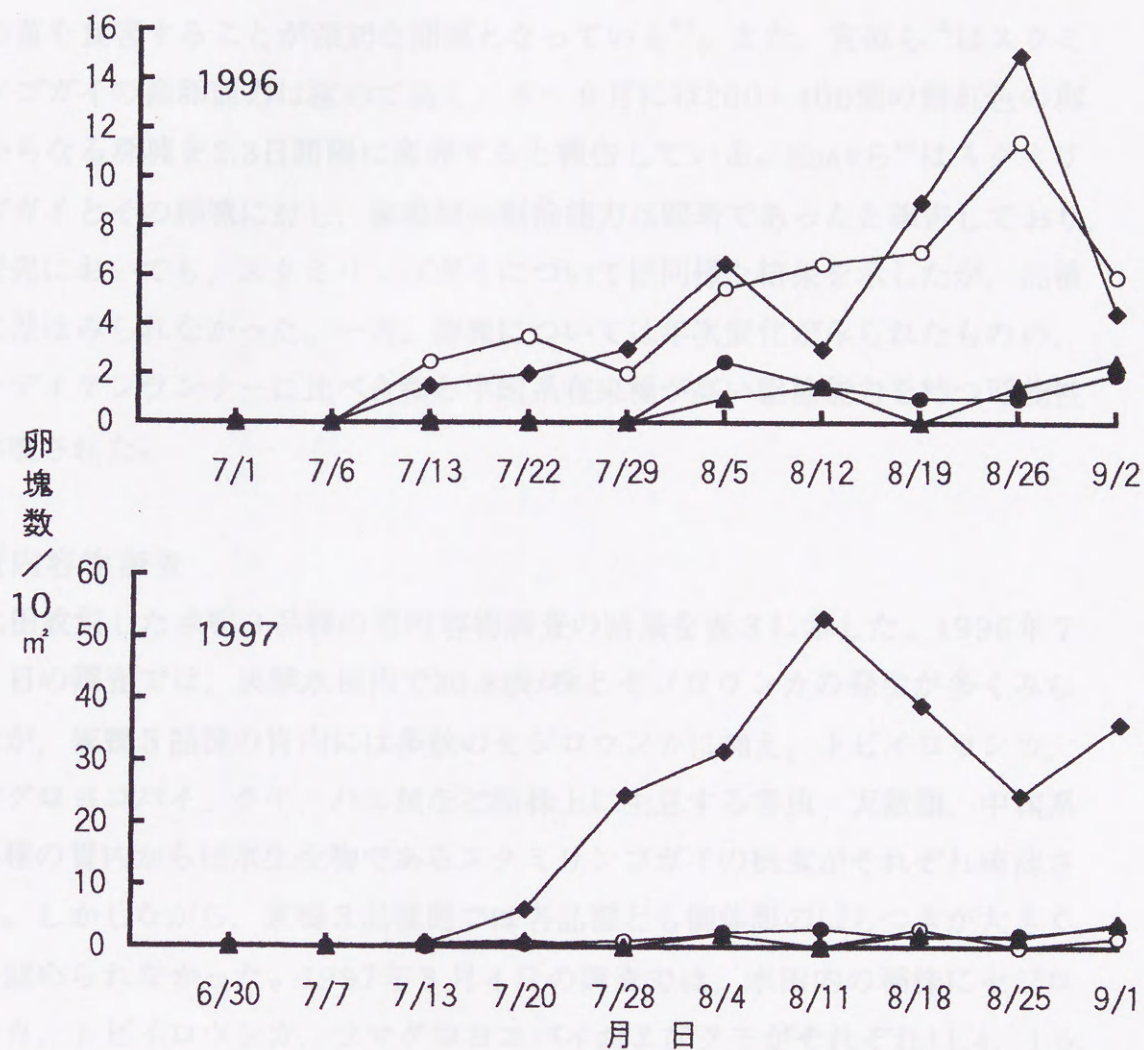


図13. 実験水田におけるスクミリングガイの卵塊数の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

比べ有意に少なかった($P < 0.05$)。1997年の対照区の卵塊数は7月下旬より増加傾向を示し、8月11日に53.0個の発生のピークを示したのに対し、家鴨類放飼区の卵塊数は対照区に比べいずれも有意に少なく($P < 0.05$)、駆虫能力に品種間差はみられなかった。水田に発生したスクミリンゴガイは、特に移植直後の苗を食害することが深刻な問題となっている⁵¹⁾。また、宮原ら⁵²⁾はスクミリンゴガイの産卵能力は極めて高く、8～9月には200～400個の鮮紅色の卵粒からなる卵塊を2,3日間隔に産卵すると報告している。EDARら⁴⁵⁾はスクミリンゴガイとその卵塊に対し、家鴨類の駆除能力は顕著であったと報告しており、本研究においても、スクミリンゴガイについては同様な結果を示したが、品種間に差はみられなかった。一方、卵塊については年次変化がみられたものの、インディアンランナーに比べ合鴨と中国系在来種が高い駆除能力を持つ可能性が示唆された。

3. 胃内容物調査

水田放飼した家鴨3品種の胃内容物調査の結果を表3に示した。1996年7月9日の調査では、実験水田内で30.8頭/株とセジロウンカの発生が多くみられたが、家鴨3品種の胃内には多数のセジロウンカに加え、トビイロウンカ、ツマグロヨコバイ、クモ、ハエ類など稲株上に生息する害虫・天敵類、中国系在来種の胃内からは水生生物であるスクミリンゴガイの摂食がそれぞれ確認された。しかしながら、家鴨3品種間では各品種とも個体間のばらつきが大きく、差は認められなかった。1997年8月4日の調査では、水田内の稲株にセジロウンカ、トビイロウンカ、ツマグロヨコバイおよびクモがそれぞれ11.4、1.5、1.8および1.0頭/株、水中には殻高1 cm前後のスクミリンゴガイ、トンボ類の幼虫およびカエルがそれぞれ45.0、9.0および1.5頭/㎡生息していた。これに対し、家鴨3品種の胃内には稲株に生息する害虫の摂食はほとんどみられなかったものの、多数の雑草種子に加え、スクミリンゴガイ、トンボ類の幼虫、稲株上に付着しているスクミリンゴガイの卵粒の摂食が確認された。しかしながら、家鴨3品種間では各品種とも個体間のばらつきが大きく、差が認められなかった。古野³⁷⁾は水田放飼した合鴨の胃内を調査したところ、ツマグロヨコバイ、ウンカ類、コブノメイガなど多種の昆虫類、水生生物であるユスリカの幼

表 3. 水田放飼期した家鴨 3 品種の胃内容物¹⁾

| 調査日 ¹⁾ (日齢) | 品種 (供試羽数) | セジロ ウカ | トビイロ ウカ | ヒメトビ ウカ | ツマゲロ ヨコバイ | コブノメイガ 幼虫 | クモ | ハチ類 | ハエ類 | アホバ ハネカクシ | アリガタ 幼虫 | トンボ ガイ | スクミリンゴ ガイ | スクミリンゴ ガイの卵 | 雑草種子 ³⁾ |
|--|------------------|-----------|------------|------------|--------------|--------------|-----|-----|-----|--------------|------------|-----------|--------------|----------------|--------------------|
| 1996年 7月9日 ²⁾ (27日齢) | 合鴨(n=2) | 335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | インテ・イアンランナ-(n=2) | 732 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 0 | 1.0 | 0 | 2.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 中国系在来種(n=3) | 506 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 1.3 | 2.0 | 0.3 | 0 | 0.3 | 0 | 0 | |
| 1997年 8月14日 ²⁾ (62日齢) | 合鴨(n=5) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.6 | 4.4 | 0.4 | 227 | |
| | インテ・イアンランナ-(n=4) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 6.3 | 25.0 | 33.8 | 701 | |
| | 中国系在来種(n=5) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.0 | 4.6 | 26.6 | 656 | |

単位；スクミリンゴガイの卵と雑草種子は粒数，その他は頭数

1) 仮素囊，腺および筋胃内容物

2) 放飼時間；1996年-80分，1997年-90分

3) 1997年のみ調査

虫、貝類、ゲンゴロウなどに加え、雑草種子の摂食が確認されたと述べている。本試験においても、1996年7月9日の調査では家鴨3品種による多数のセジロウンカの摂食が確認されるとともに、1997年8月14日の調査では多数の雑草種子に加え、スクミリンゴガイおよびその卵塊の摂食が確認された。家鴨3品種によるセジロウンカおよびスクミリンゴガイの摂食は、図8に示されたセジロウンカ、図12、13に示されたスクミリンゴガイおよびその卵塊に対する家鴨3品種の高い駆虫能力を裏付けるものと思われた。その他の害虫に対する家鴨3品種の駆虫能力については、試験実施時に水田内での発生量が少なかったため、明らかにされなかった。雑草種子の摂食については、池田⁵³⁾も野生のマガモの胃内を調べた結果、稲の籾、水藻に加えタビエの種子がみられたと報告しており、守山⁵⁴⁾は水田に飛来する野生鴨の雑草防除の可能性を指摘している。今回の試験結果からも、水田放飼における家鴨3品種は雑草摂食、脚搔きおよび踏み倒しによる除草に加え、土中あるいは脚搔きにより浮き上がった雑草種子を摂食することにより、雑草発生を抑制する可能性が示唆された。しかしながら、これについては家鴨類に摂食された雑草種子が未消化のまま排糞される可能性もあるため、さらに検討する必要があると思われる。このように、家鴨3品種が水田内でセジロウンカ、スクミリンゴガイおよび雑草種子に対し、旺盛な摂食を示す結果が得られたものの、その食性に品種間差は認められなかった。

4 生態行動

水田における家鴨3品種の労働行動の日内変化を1996年については図14、1997年については図15にそれぞれ示した。1996、1997年ともに合鴨では昼間に比べ夜間に労働行動のピークが多く観察され、中国系在来種については1996年で合鴨と同様に夜間に労働行動のピークが多く、1997年においては昼夜間を通じ労働行動のピークが観察された。これに対し、インディアンランナーは1996年で夜間に労働行動のピークが多くみられたが、同時に1～3時にかけて労働行動が観察されない時間帯が認められた。また、1997年では昼間に比べ夜間での労働行動は少なく、20～22時および0～2時にかけては労働行動が全く観察されなかった。水田における1日の家鴨3品種の行動時間を表4

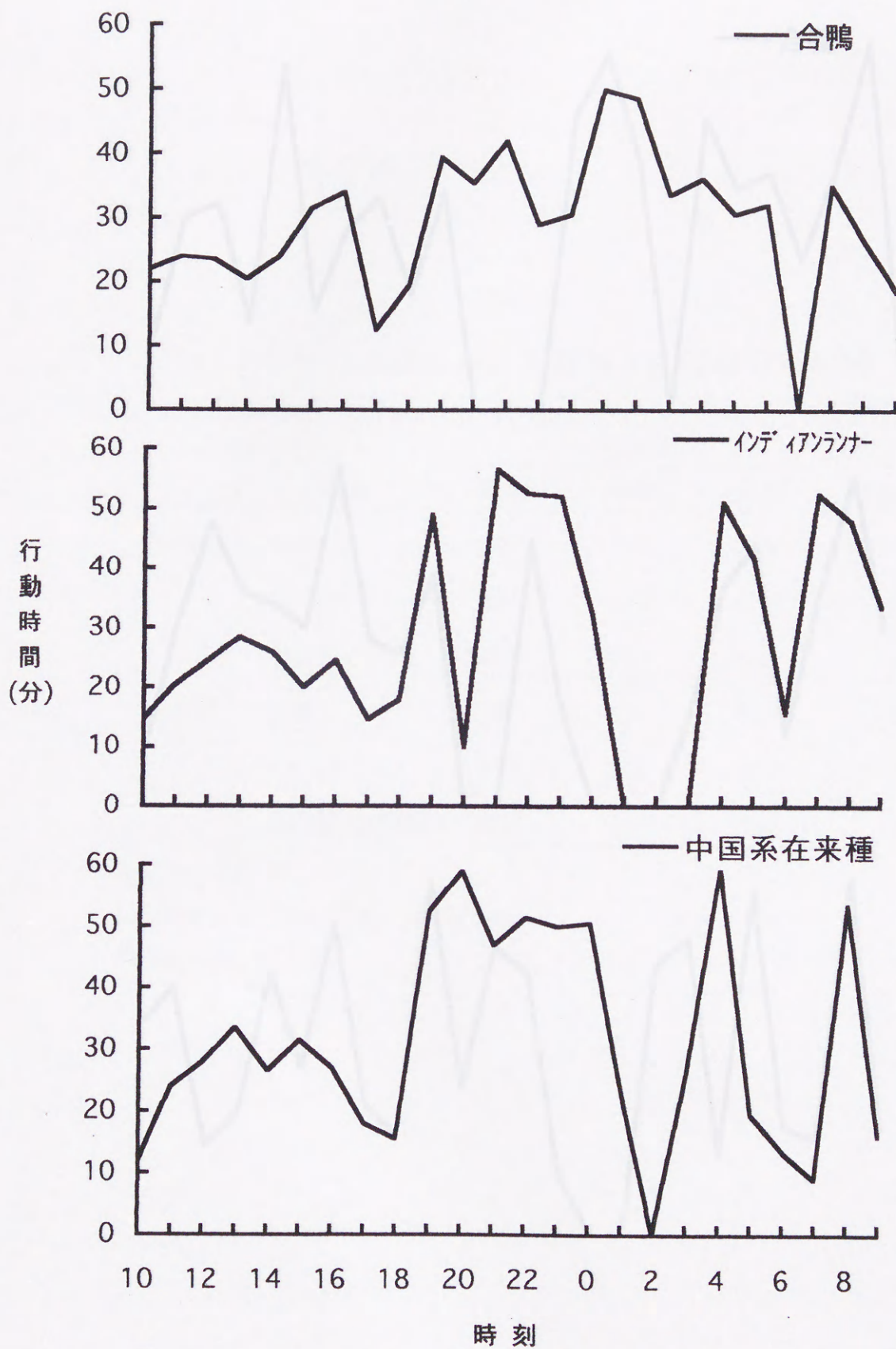


図14. 水田における家鴨3品種の
労働行動の日内変化 (1996)

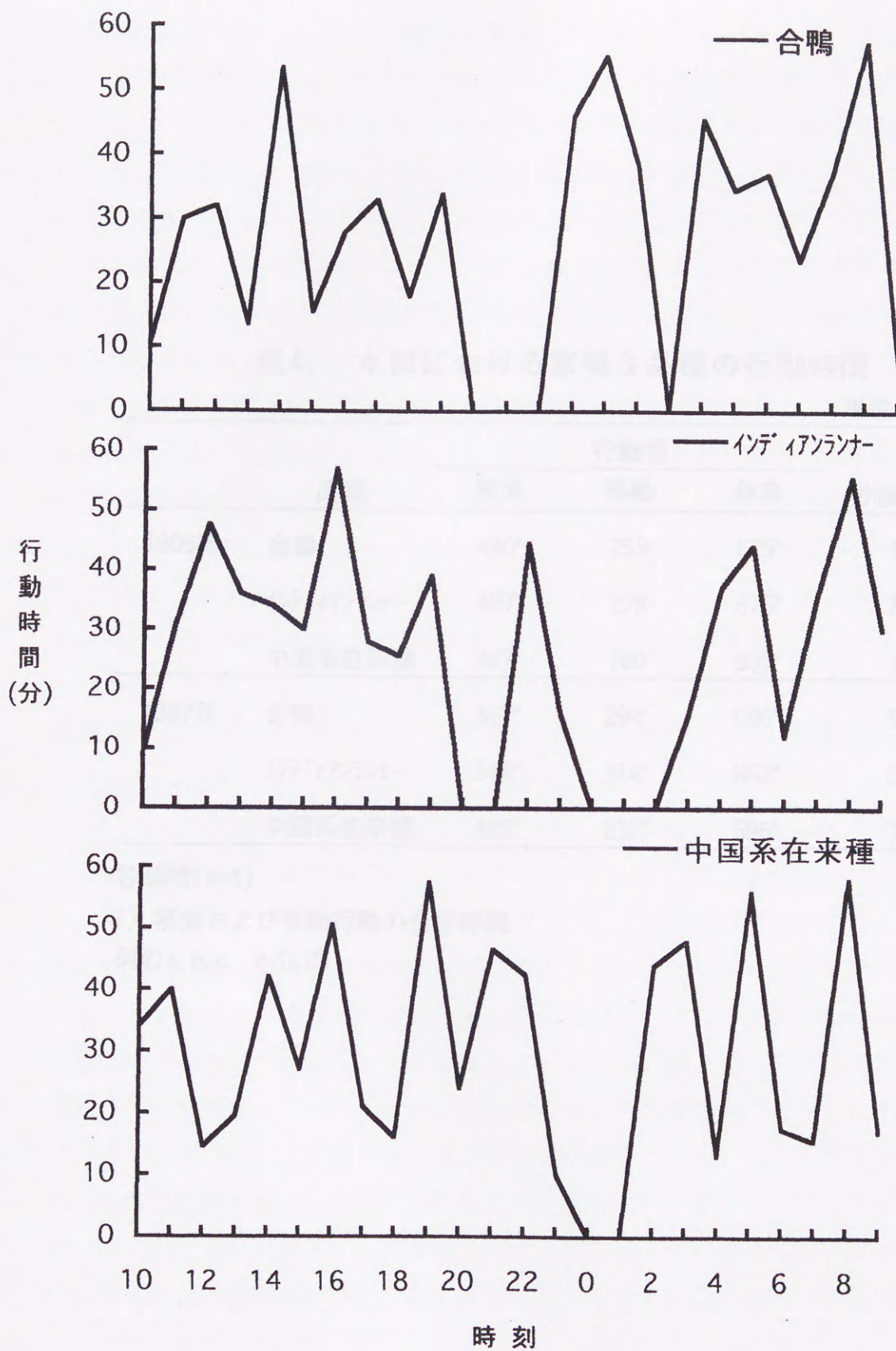


図15. 水田における家鴨3品種の
労働行動の日内変化 (1997)

表4. 水田における家鴨 3 品種の行動時間

単位 ; (分)

| | 品種 | 行動型 | | | 労働行動 ¹⁾ |
|-------|------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| | | 摂食 | 移動 | 休息 | |
| 1996年 | 合鴨 | 440 ^a | 259 | 625 ^a | 699 ^a |
| | インディアンランナー | 407 ^a | 278 | 675 ^b | 685 ^a |
| | 中国系在来種 | 487 ^b | 260 | 559 ^c | 747 ^b |
| 1997年 | 合鴨 | 357 ^a | 294 ^a | 666 ^a | 651 ^a |
| | インディアンランナー | 314 ^b | 314 ^a | 653 ^a | 628 ^b |
| | 中国系在来種 | 483 ^c | 231 ^b | 596 ^b | 713 ^c |

各品種(n=4)

1) 摂食および移動行動の合計時間

列のa, b, c P<0.05

に示した。1996年は、移動時間で品種間に差はみられないものの、摂食時間は中国系在来種が他2品種に比べ長く($P < 0.05$)、休息時間は中国系在来種が最も短く、次いで合鴨およびインディアンランナーの順となり、家鴨3品種間に有意差が認められた($P < 0.05$)。労働行動時間は中国系在来種が他の2品種に比べ有意に長かった($P < 0.05$)。1997年については、摂食時間で中国系在来種が最も長く、次いで合鴨、インディアンランナーの順となり3品種間で有意差が認められ($P < 0.05$)、移動時間ではインディアンランナーと合鴨が中国系在来種に比べ有意に長かった($P < 0.05$)。しかしながら、休息時間は中国系在来種が他の2品種に比べ有意に短く、その結果労働行動時間は中国系在来種が最も長く、次いで合鴨、インディアンランナーの順となり、家鴨3品種間に有意差が認められた($P < 0.05$)。野生のマガモは、昼間安全な水面で休息し、夜になると餌を採るために湿地、水田などに出かける夜行性の動物とされている⁵⁵⁾。萬田ら²²⁾は水田における合鴨の行動について観察し、2～7時にかけて活発な摂食行動が認められ、合鴨が野鴨と同様の行動習性を具備していたと報告している。また、新小田ら⁵⁶⁾も運動場および水槽付きの施設における合鴨(12週齢)の行動の日内変化について、日没から日の出までの夜間に活動量が多く、午前6時頃にそのピークがみられたと報告している。本試験では、合鴨が1996、1997年ともに萬田ら²²⁾および新小田ら⁵⁶⁾と同様な結果を示したのに対し、他2品種は異なる行動パターンを示した。EDAR²⁶⁾らは、水田におけるマガモ、チェリバレーおよび両者の一代交雑種の1日の労働行動時間を水田における家鴨類の除草・駆虫能力ならびに中耕濁水効果の指標として用いており、野生種に近いマガモは水田内で旺盛な摂食行動を示した結果、労働行動時間が3品種の中で最も長く優れていたと報告している。本試験では、品種作出の基礎家鴨としてマガモが用いられている合鴨が野鴨と同様な行動パターンを示したのに対し、インディアンランナーは夜間での行動量が少なく、その結果水田での労働行動時間も短く、水田での行動で他2品種に比べ劣っていることが明らかとなった。これに対し、中国系在来種は1日を通じて旺盛な摂食行動を示し、その結果労働行動時間が長く、他2品種に比べすぐれた能力を持つ品種であることが明らかとなった。

水田放飼初期における家鴨3品種の摂食行動を表5に示した。摂食行動を摂

表5. 家鴨 3 品種の水田放飼初期の摂食行動

単位；回数/分

| | 品種 | 摂食位置 | | | 稲への食害 |
|-------|------------|-------|------|------|-------|
| | | 水面より上 | 水面 | 水中 | |
| 1996年 | 合鴨 | 3.7 | 4.5 | 4.3 | 0.51 |
| | インディアンランナー | 4.2 | 1.4 | 4.9 | 0.71 |
| | 中国系在来種 | 6.5 | 1.7 | 10.4 | 0.01 |
| 1997年 | 合鴨 | 0.8 | 5.3 | 10.1 | 0 |
| | インディアンランナー | 4.0 | 13.3 | 6.3 | 0 |
| | 中国系在来種 | 4.4 | 2.3 | 10.0 | 0 |

食位置から水面より上、水面、水中および稲への食害の4種類に分類したが、1996年、1997年のいずれにおいても家鴨3品種の摂食行動に差は認められなかった。なお、1996年においては家鴨3品種とも稲への食害が観察された。水田における家鴨類の摂食行動については、萬田ら²²⁾およびEDAR²⁶⁾らにより、1日の行動パターンおよび行動時間に関する報告がなされているが、摂食行動を詳細に検討した報告は見当たらない。本試験における家鴨3品種の水面より上での摂食行動は稲株、空中および畦波シートに対して観察されており、胃内容物調査の結果(表3)を合わせて考えると害虫など昆虫類の摂食を示すものであると推察された。嘴でつつくあるいは首を伸ばして嘴を水平にした状態で移動させながら行われていた水面での摂食行動は、家鴨類が遊泳あるいは虫摂食により稲株に触れた際に水面に落ちた昆虫類や家鴨類の脚掻きにより浮き上がった雑草およびその種子を摂食しているものと考えられた。遊泳しながらあるいは稲の株元に嘴を突っ込む形で観察された水中での摂食行動は雑草および土中の種子、水生生物であるスクミリンゴガイ、トンボの幼虫などの摂食を示しているものと推察された。また、稲への食害は家鴨3品種とも葉を嘴で水中に引っ張り込みながら、喰いちぎる様子が観察された。なお、中国系在来種は水中摂食のなかでスクミリンゴガイを摂食し、仮素嚢を膨らませている様子が観察されており、胃内容物調査の結果(表3)と合わせて考えると他2品種に比べ早くからスクミリンゴガイの摂食を行っている可能性が示唆された。しかしながら、本試験の結果をみる限り、観察された4種類の摂食行動には品種の差が認められなかった。

5. 水田環境

実験水田における田面水の溶存酸素、pHおよび水温の推移をそれぞれ図16、17および18に示した。溶存酸素は、各区とも稲の生育に伴い減少傾向を示し、家鴨類放飼区と対照区の違いに差はみられず、品種間差も認められなかった。pHは、1996年において各区とも試験期間を通じ中性(pH=7)付近で推移し、家鴨類放飼区と対照区の違いに差はみられず、品種間差も認められなかった。また、1997年においても、各区のpHは同様な結果を示した。水温については、1996年、1997年ともに外気温の変化に伴う変動がみられたものの、家鴨類放飼区

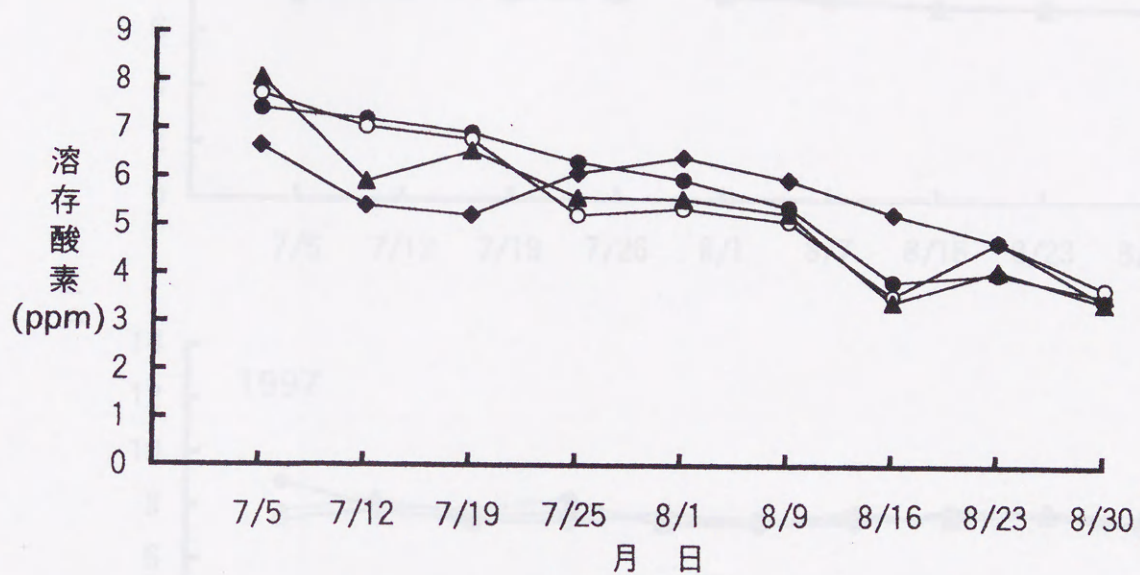


図16. 実験水田における溶存酸素の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

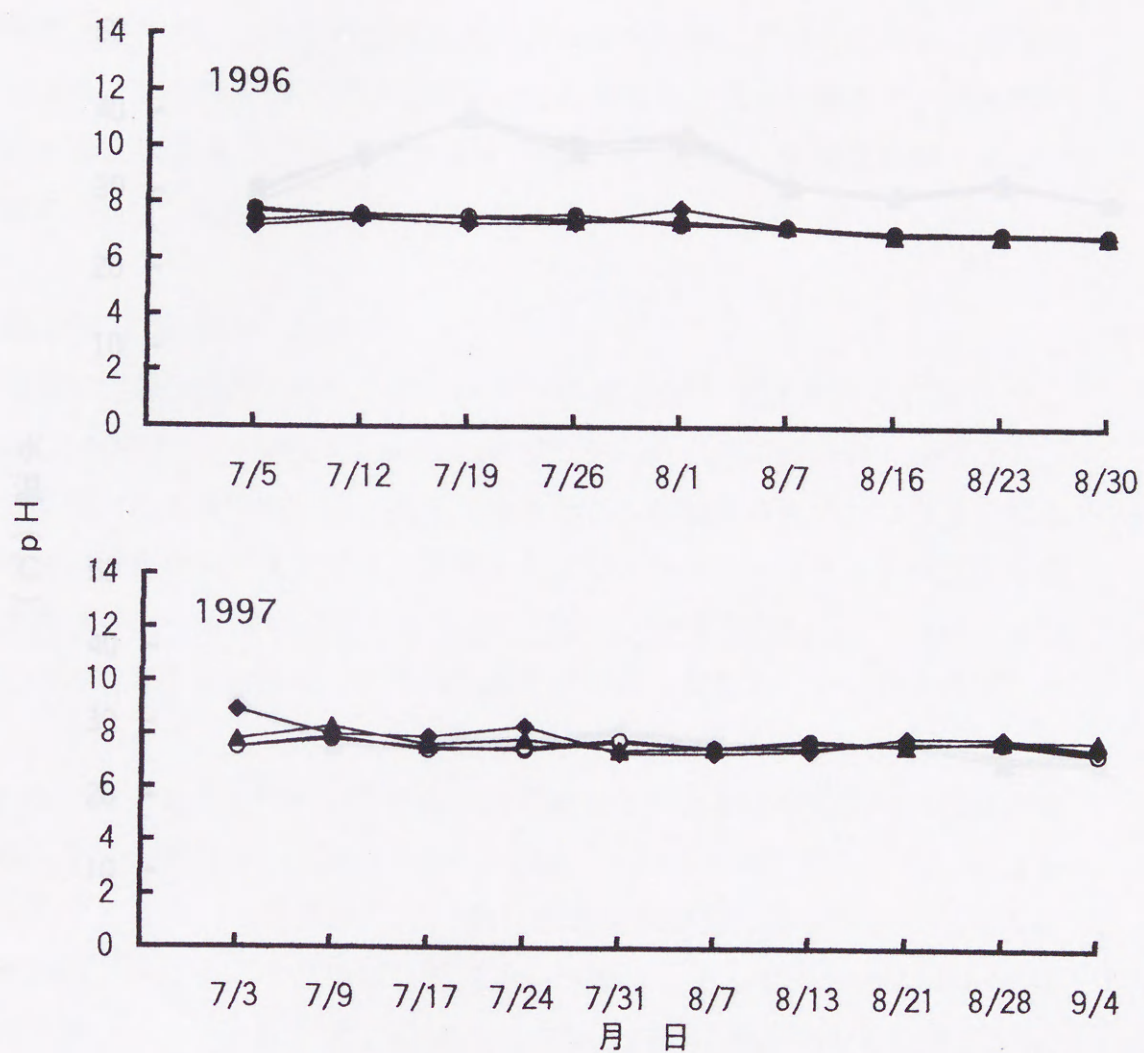


図17. 実験水田におけるpHの推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

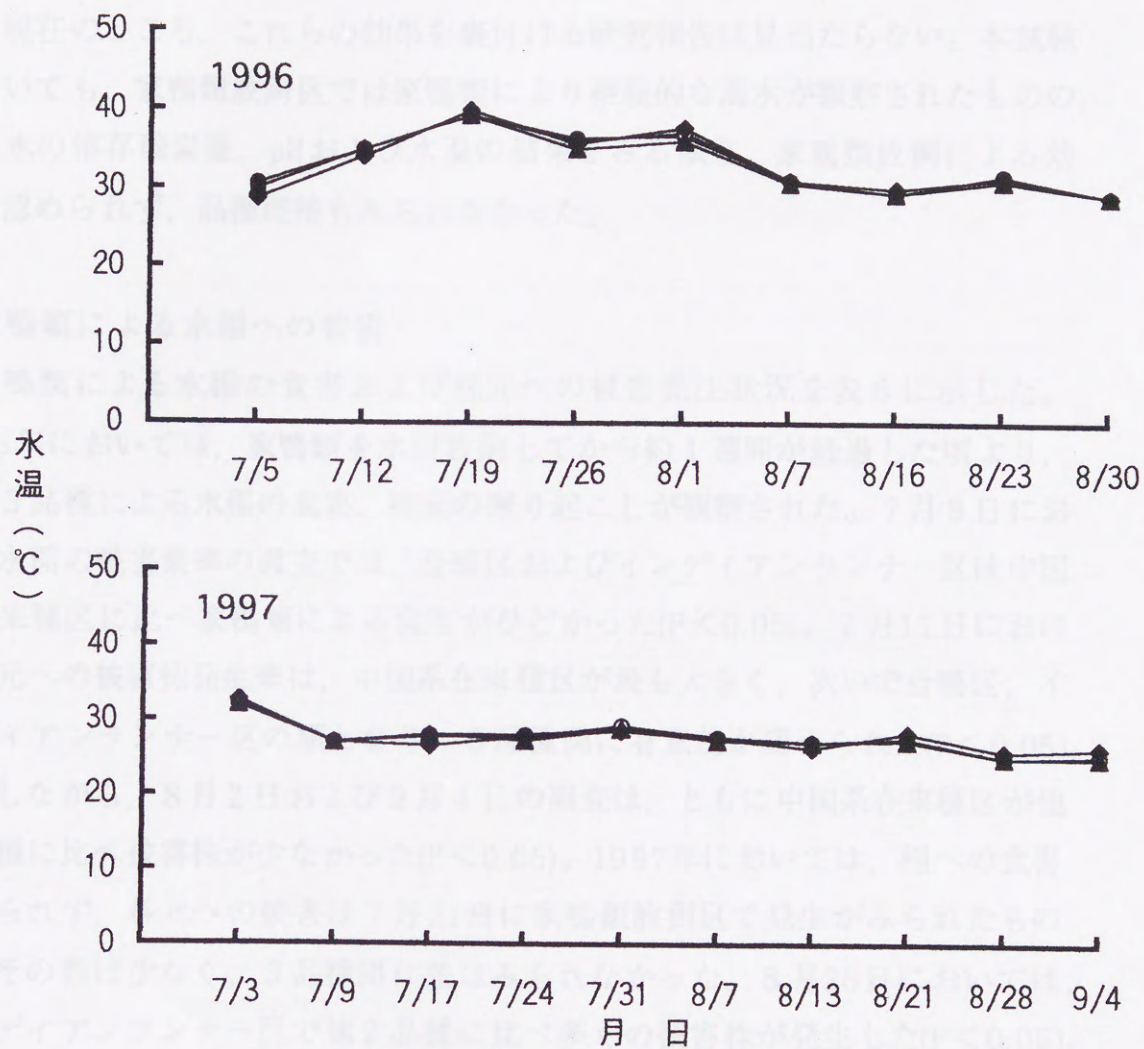


図18. 実験水田における水温の推移

- :合鴨
- :インディアンランナー
- ▲:中国系在来種
- ◆:対照

と対照区の違いはみられず、品種間差も認められなかった。古野³⁷⁾は家鴨類の移動・遊泳により発生する水田内の継続的な濁水は雑草の発生を抑えるとともに、田面水中に溶け込む酸素量の増加、水温上昇および土壌表層の還元化に伴うアンモニアの硝酸化(脱窒)抑制などの効果があるとしている。しかしながら、現在のところ、これらの効果を裏付ける研究報告は見当たらない。本試験においても、家鴨類放飼区では家鴨類により継続的な濁水が観察されたものの、田面水の溶存酸素量、pHおよび水温の結果をみる限り、家鴨類放飼による効果は認められず、品種間差もみられなかった。

6 家鴨類による水稻への被害

家鴨類による水稻の食害および株元への被害発生状況を表6に示した。1996年においては、家鴨類を水田放飼してから約1週間が経過した頃より、家鴨3品種による水稻の食害、株元の掘り起こしが観察された。7月9日における水稻の被害葉率の調査では、合鴨区およびインディアンランナー区は中国系在来種区に比べ家鴨類による食害がひどかった($P < 0.05$)。7月11日における株元への被害株発生率は、中国系在来種区が最も大きく、次いで合鴨区、インディアンランナー区の順となり、3品種間に有意差が認められた($P < 0.05$)。しかしながら、8月2日および9月4日の調査は、ともに中国系在来種区が他2品種に比べ被害株が少なかった($P < 0.05$)。1997年においては、稲への食害はみられず、株元への被害は7月21日に家鴨類放飼区で発生がみられたものの、その数は少なく、3品種間に差はみられなかった。8月26日においては、インディアンランナー区で他2品種に比べ多くの被害株が発生した($P < 0.05$)。実験水田における欠株の発生状況を表7に示した。1996年は7月15日の時点で対照区に比べ家鴨類放飼区で多く欠株が発生し、合鴨およびインディアンランナー区が中国系在来種区に比べ欠株率が大きかった($P < 0.05$)。8月3日および9月4日の調査でも、家鴨類放飼区の欠株率は増加し、7月15日と同様な結果を示した($P < 0.05$)。1997年では家鴨類放飼区での欠株発生は極めて少なく、9月5日に行った調査では家鴨類放飼区と対照区、家鴨3品種間に差は認められなかった。家鴨類はイネ科植物を好まないため、通常水稻を摂食することはない。しかしながら、萬田ら²³⁾は合鴨を水田放飼した結果、水田全体で

表 6. 家鴨 3 品種による水稻の被害発生

| | | 食害葉率(%) ¹⁾ | 株元への被害発生(%) ²⁾ | | |
|-------|---------|-----------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| 品種 | | 7月9日 | 7月11日 | 8月2日 | 9月4日 |
| 1996年 | 合鴨 | 54.9 ^a | 25.4 ^a | 23.5 ^a | 20.7 ^a |
| | インディアンナ | 56.4 ^a | 6.0 ^b | 20.7 ^a | 15.9 ^a |
| | 中国系在来種 | 27.9 ^b | 39.8 ^c | 13.6 ^b | 9.3 ^b |
| 品種 | | 食害葉率(%) | 株元への被害発生(%) | | |
| | | 7月21日 | 7月21日 | 8月26日 | |
| 1997年 | 合鴨 | 0 | 2.0 | 5.5 ^a | |
| | インディアンナ | 0 | 3.5 | 12.5 ^b | |
| | 中国系在来種 | 0 | 4.5 | 4.0 ^a | |

1) 1 株中の食害葉/全葉数×100

2) 被害株数/調査株数×100

列のa, b, c P<0.05

表 7. 家鴨 3 品種による欠株発生率

| 区 | 単位；欠株発生率(%) | | | |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| | 1996年 | | | 1997年 |
| | 7月15日 | 8月3日 | 9月7日 | 9月5日 |
| 合鴨 | 15.1 ^a | 19.3 ^a | 20.4 ^a | 0 |
| インディアンランナー | 14.8 ^a | 19.3 ^a | 19.9 ^a | 0.1 |
| 中国系在来種 | 10.8 ^b | 12.1 ^b | 13.1 ^b | 0.1 |
| 対照 | 7.5 ^c | 8.3 ^c | 8.2 ^c | 0.3 |

1) 各区の欠株数/全株数×100

列のa, b, c P<0.05

4.5%の欠株が発生したと報告している。欠株は、放飼初期において、水稻の生育の遅れに対し家鴨類の発育が速過ぎた場合、または害虫および雑草など水田内の餌量と放飼羽数のバランスがとれていない場合に家鴨類による苗の踏み倒しあるいは食害によって生じると考えられている²³⁾。本試験では、田植え後10日目に6日齢の雛を放飼した1997年には、水田放飼初期における家鴨3品種の水稻への食害・株元への被害は少なく、家鴨類による欠株の発生がみられなかったのに対し、田植え1週間後に12日齢と苗に比べ大きい雛を放飼した1996年には多くの欠株が発生した。1996年においては、家鴨3品種の摂食行動観察(表5)でみられた水稻食害による枯死に加え、株元での掘り起こしにより根が食害され、水稻が最終的に浮き上がることで欠株が発生していく様子が観察されており、1997年に比べ雑草発生量が少なく(図7)、水田内の餌量が不足したことも、欠株発生の原因の1つと考えられた。家鴨3品種でみると、インディアンランナーは放飼初期は主に水稻への食害、その後は株元へ被害を与えたのに対し、合鴨では放飼初期より水稻の食害と株元への被害が観察された。これに対し、中国系在来種は他の2品種に比べ水稻の食害が少なく、株元への被害については放飼初期に他2品種に比べ多く観察されたものの、その後は他2品種に比べ少なく、その結果欠株発生も他2品種に比べ低く抑えられた。中国系在来種は他2品種に比べ旺盛な摂食行動(表4)を示すとともに、水田放飼初期における胃内容物調査(表3)と摂食行動観察(表5)では家鴨3品種の中で唯一スクミリングガイの摂食が確認されていることから、他2品種に比べ水田からより多くの餌を得て空腹感を満たしており、その結果、欠株の発生を抑制したものと推察された。

7. 水稻生育および収量

水稻草丈の推移を図19に示した。1996年については7月19日以降、1997年では8月13日以降に家鴨類放飼区の草丈は対照区に比べ有意に高い値を示したものの($P < 0.05$)、両年とも家鴨3品種間に差は認められなかった。水稻の茎数の推移を図20に示した。1996年は8月13日以降に対照区と比べ家鴨類放飼区の茎数は有意に多かったものの($P < 0.05$)、家鴨3品種間に差は認められなかった。1997年については、7月24日以降に家鴨類放飼区の茎数が対照区

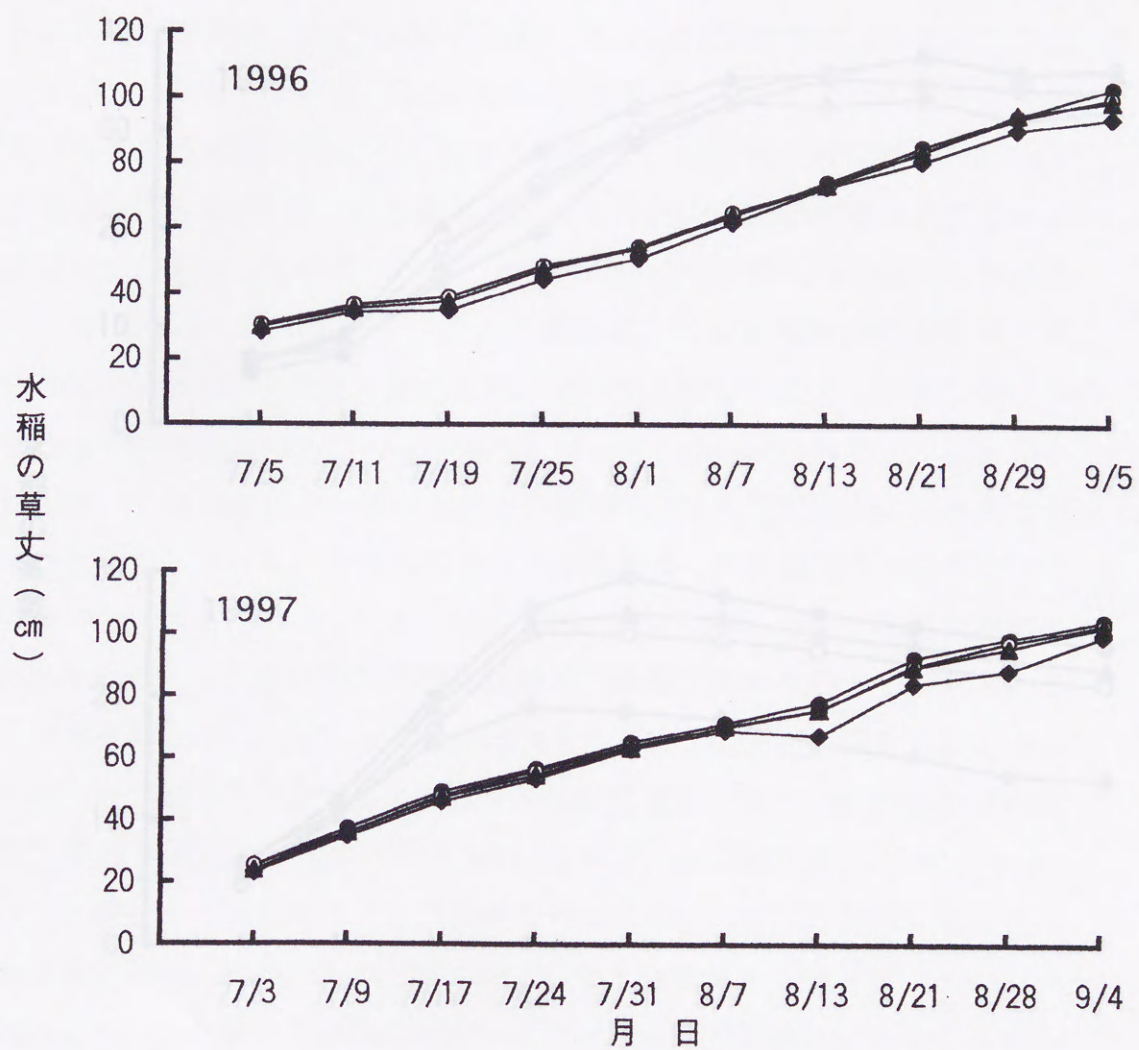


図19. 実験水田における水稻草丈の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

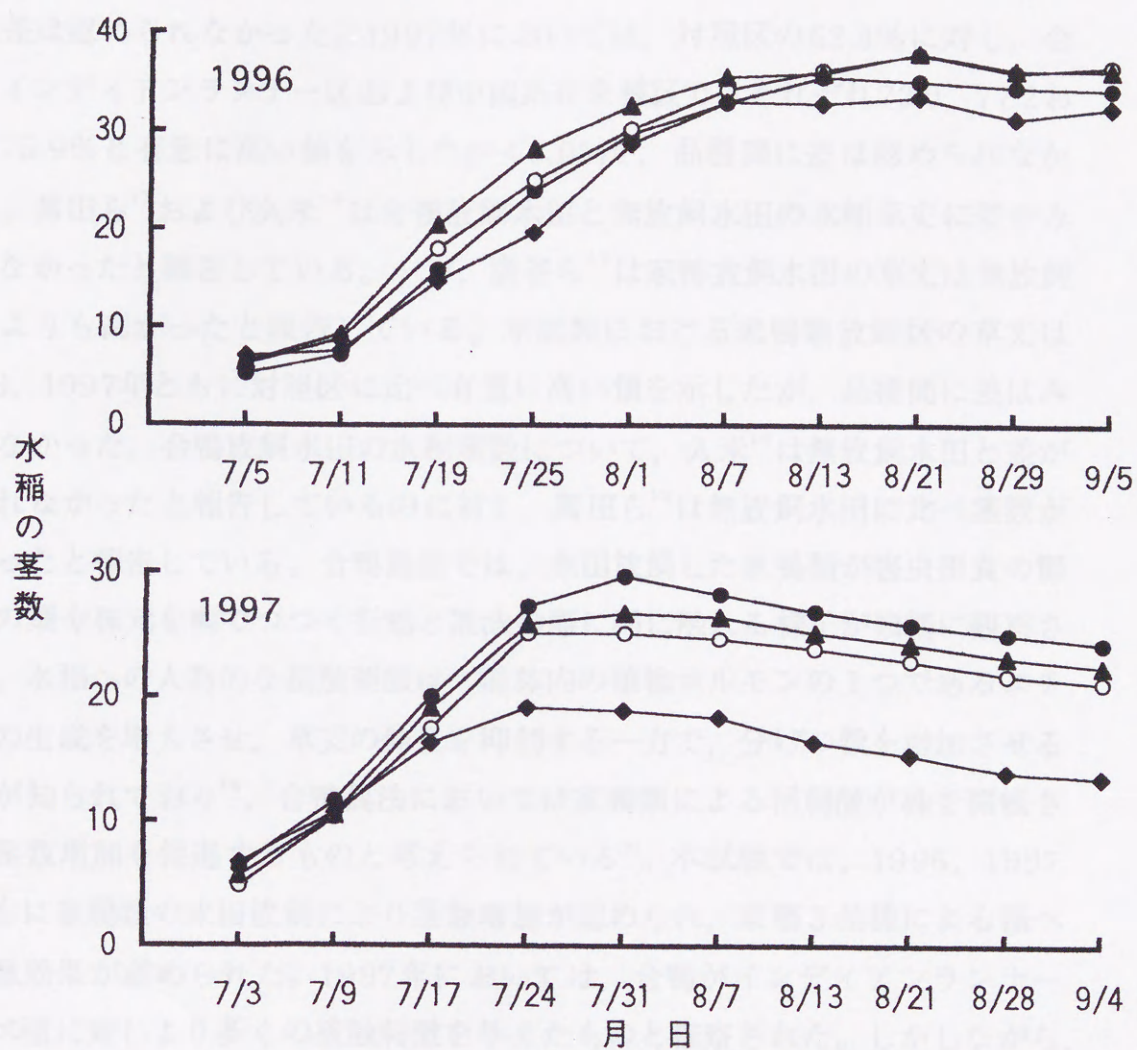


図20. 実験水田における水稲茎数の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

に比べ有意に多く($P < 0.05$), 家鴨3品種間では7月31日以降合鴨区の茎数はインディアンランナー区に比べ有意に多かった($P < 0.05$)。また, 1996年における各区の有効茎歩合は, 合鴨区91.7%, インディアンランナー区87.1%, 中国系在来種区90.1%および対照区88.4%であり, 各区に差はみられず, 品種間にも差は認められなかった。1997年においては, 対照区の62.4%に対し, 合鴨, インディアンランナー区および中国系在来種区ではそれぞれ72.0, 77.2および75.9%と有意に高い値を示した($P < 0.05$)が, 品種間に差は認められなかった。萬田ら²³⁾および久米¹⁹⁾は合鴨放飼水田と無放飼水田の水稻草丈に差がみられなかったと報告している。一方, 廣谷ら⁵⁷⁾は家鴨放飼水田の草丈は無放飼水田よりも高かったと報告している。本試験における家鴨類放飼区の草丈は1996, 1997年ともに対照区に比べ有意に高い値を示したが, 品種間に差はみられなかった。合鴨放飼水田の水稻茎数について, 久米¹⁹⁾は無放飼水田と差がみられなかったと報告しているのに対し, 萬田ら²³⁾は無放飼水田に比べ茎数が多かったと報告している。合鴨農法では, 水田放飼した家鴨類が害虫摂食の際に稲の葉や株元を嘴でつつく行動と遊泳の際に稲に触れる様子が頻繁に観察される。水稻への人為的な接触刺激は, 稲体内の植物ホルモンの1つであるエチレンの生成を増大させ, 草丈の伸長を抑制する一方で, 分げつ数を増加させることが知られており⁵⁸⁾, 合鴨農法においては家鴨類による稲刺激が株を開帳させ, 茎数増加を促進するものと考えられている⁷⁾。本試験では, 1996, 1997年ともに家鴨類の水田放飼により茎数増加が認められ, 家鴨3品種による稲への刺激効果が認められた。1997年においては, 合鴨がインディアンランナーに比べ稲に対しより多くの接触刺激を与えたものと推察された。しかしながら, この結果は24時間行動観察で得られた家鴨3品種の労働行動時間(表4)と必ずしも一致しておらず, 家鴨類の行動を株元へのつつきに加え, 遊泳および羽ばたきによる稲への接触など稲刺激効果という観点からより詳細に分類・観察する必要があると思われた。有効茎歩合は, 最高分げつ期に達してから1週間後には決定され⁵⁹⁾, 最高分げつ期までに発生した雑草は穂数減少をもたらし, その結果水稻収量の低下を引き起こすとされている⁶⁰⁻⁶²⁾。本試験においては, 1996年が8月20日前後, 1997年が7月24日~31日にそれぞれ最高分げつ期を迎えており, 1996年については各区に雑草の発生がみられなかったため対照

区と家鴨類放飼区の有効茎歩合に差がみられなかったものと考えられた。一方、1997年においては7月24日に行った雑草調査で対照区に比べ家鴨類放飼区の雑草発生量は有意に少なく(図7), その結果, 対照区では雑草との競合により有効茎歩合が低下したのに対し, 家鴨類放飼区ではその後イネ科雑草の発生が増加した合鴨区についても穂数確保に影響を受けることなく, 他2品種と同様に高い有効茎歩合を示したものと推察された。

水稻の収量構成要素および収量を表8に示した。1996年は収量構成要素で家鴨類放飼区の1株穂数, 千粒重は対照区に比べ有意に高く($P<0.05$), 中国系在来種区は登熟歩合および千粒重で他2品種に比べ有意に高い値を示した($P<0.05$)。1株収量は対照区に比べ家鴨類放飼区で有意に高く($P<0.05$), 増収効果がみられたものの, 品種間に差はみられなかった。しかしながら, 10aの籾収量では1996年9月7日の調査で明らかとなった欠株分を各区差し引いたため, 欠株率が高かった合鴨区およびインディアンランナー区と対照区の収量に差はみられなくなった。これに対し, 他2品種に比べ欠株率の低かった中国系在来種区は対照区および他2品種に比べ有意に高い収量を示した($P<0.05$)。1997年では, 収量構成要素で家鴨類放飼区の1株穂数, 千粒重は対照区に比べ有意に高く($P<0.05$), 登熟歩合では対照区が逆に有意に高かった($P<0.05$)。家鴨3品種間では, 1株穂数で合鴨区が他2品種に比べ, 1穂穎花数では合鴨区と中国系在来種区がインディアンランナー区に比べ, 千粒重についてはインディアンランナー区と中国系在来種区が合鴨区に比べそれぞれ有意に高い値を示した($P<0.05$)。1株収量は対照区に比べ家鴨類放飼区で有意に高く($P<0.05$), 増収効果が認められ, 3品種間では合鴨区と中国系在来種区がインディアンランナー区に比べ有意に高い値を示した($P<0.05$)。また, 10aの籾収量は, 各区とも1997年9月5日の欠株調査でその発生がほとんどみられなかったことから, 1株収量と同様な結果を示した。合鴨農法では, 水田放飼された家鴨類が除草, 駆虫, 排糞による肥料供給に加え, 遊泳の際の中耕・濁水, 株元つつきなどによる稲への刺激などの形で水稻収量に何らかの好ましい影響を及ぼすと考えられる。しかしながら, 一方で1996年の試験でみられたような家鴨類による水稻への食害は欠株を発生させ, 収量の低下を引き起こす。萬田ら²³⁾は合鴨放飼水田の収量について, 無放飼水田に比べ1株穂数, 穎花数および100粒

表 8. 実験水田における水稻収量および構成要素

| 区 | 収量構成要素 | | | | 10a当たり | | |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| | 1 株穂数 | 1 穂穎花数 | 登熟歩合(%) | 千粒重(g) | 1 株収量(g) ¹⁾ | 欠株率(%) ²⁾ | 籾収量(kg) ³⁾ |
| 1996年 合鴨 | 34.4 ^a | 105 ^{ab} | 72.8 ^a | 25.0 ^a | 65.7 ^a | 20.4 ^a | 581 ^a |
| インディアンランナー | 34.3 ^a | 100 ^{ab} | 75.7 ^a | 25.0 ^a | 64.6 ^a | 19.9 ^a | 575 ^a |
| 中国系在来種 | 34.3 ^a | 97 ^a | 81.4 ^b | 25.4 ^b | 68.7 ^a | 13.1 ^b | 663 ^b |
| 対照 | 26.7 ^b | 108 ^b | 73.3 ^a | 24.5 ^c | 51.7 ^b | 8.2 ^c | 527 ^a |
| 1997年 合鴨 | 23.6 ^a | 93.2 ^a | 80.2 ^a | 26.6 ^a | 46.9 ^a | 0.2 | 519 ^a |
| インディアンランナー | 20.1 ^b | 85.5 ^b | 80.2 ^a | 27.2 ^b | 37.6 ^b | 0.1 | 417 ^b |
| 中国系在来種 | 21.2 ^b | 96.8 ^a | 77.7 ^a | 27.0 ^b | 43.3 ^a | 0.1 | 481 ^a |
| 対照 | 13.1 ^c | 92.1 ^a | 86.6 ^b | 25.7 ^c | 26.9 ^c | 0.3 | 297 ^c |

1) 1 株穂数 × 1 穂穎花数 × (登熟歩合/100) × (千粒重/1000)

2) 1996年は9月7日, 1997年は9月5日に調査を行った

3) 10a当たり籾収量(kg/10a) = 1 株収量 × 11.1 × 1000 × (100 - 欠株率) / 100

列のa, b, c P < 0.05

重が増加し、その結果増収がみられたと報告しており、立崎⁶³⁾、久米¹⁹⁾および廣谷ら⁵⁷⁾も同様な報告を行っている。本試験においても、家鴨類放飼区の1株穂数と千粒重は対照区に比べ1996、1997年ともに高く、その結果1株収量に増収効果が認められた。家鴨3品種間でみると、1996年では肥料供給量で中国系在来種が合鴨に比べ(表2)、労働行動時間では中国系在来種が他2品種に比べ(表4)それぞれ優れた能力を示したが、1株収量に品種間で差が認められず、欠株率の差が10a当たりの籾収量に反映され、中国系在来種が他2品種に比べ水稻収量が高かった。1997年では、肥料供給量および除草能力で中国系在来種が合鴨に比べ(表2、図7)、労働行動時間では中国系在来種が他2品種に比べ(表4)、稲への刺激効果では合鴨がインディアンランナーに比べ(図20)それぞれ優れた能力を示したのに対し、1株収量と10a当たりの籾収量はいずれも合鴨区と中国系在来種区がインディアンランナー区に比べ高い値を示しており、合鴨については稲刺激効果、中国系在来種については労働行動時間の差がインディアンランナーとの収量差に反映されたものと推察された。これらのことから、水稻収量に及ぼす影響については、合鴨と中国系在来種がインディアンランナーに比べ優れた能力を持つことが明らかとなった。

以上のように、合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の水田放飼における能力を除草・駆虫能力、生態行動および水稻生産に及ぼす影響から品種間で比較検討した結果、合鴨は水稻茎数からみた稲への刺激効果と水稻収量の面からみて優れた能力を持つ品種であることが明らかとなり、中国系在来種については除草能力、生態行動、水稻への被害低減および水稻収量の面からみて優れていることが明らかとなった。これに対し、インディアンランナーは他の2品種に比べ水田放飼における能力で劣ることが明らかにされた。

第4節 要 約

水田放飼における合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の能力を明らかにするために、初生雛の水への順応性および耐寒性について品種間で比較検討するとともに、排泄糞による肥料供給量の推定を行った。さらに、1996年および1997年の6～9月にかけて、水田放飼試験を行い、家鴨3品種の除草・駆虫能力、生態行動およびそれらが水稻生産に及ぼす影響について比較検討した。

1. 初生雛の水への順応性は家鴨3品種とも日齢の経過とともに低下したものの合鴨が最も優れており、次いで中国系在来種およびインディアンランナーの順であった($P < 0.05$)。耐寒性については、インディアンランナーと中国系在来種が合鴨に比べ優れていた($P < 0.05$)。
2. 排泄糞による肥料供給量は中国系在来種が最も多く、次いでインディアンランナーおよび合鴨の順となった($P < 0.05$)。
3. 除草能力については、中国系在来種が合鴨に比べ優れていた($P < 0.05$)。家鴨3品種は水田内に多発したウンカ類、スクミリングガイに対し高い駆虫能力を示したが、ツマグロヨコバイ、コブノメイガに対する駆虫能力は認められず、品種間差もみられなかった。スクミリングガイの卵塊については、合鴨と中国系在来種がインディアンランナーに比べ高い駆除能力を示した($P < 0.05$)。
4. 水田放飼した家鴨3品種の胃内容物調査より、家鴨3品種のセジロウナカとスクミリングガイに対する駆虫能力が認められ、品種間に差はみられなかった。
5. 水田放飼初期における家鴨3品種の摂食行動に差はみられなかったが、中国系在来種は他2品種に比べ1日の摂食および労働行動時間が長く($P < 0.05$)、水田における生態行動で優れていることが明らかとなった。
6. 田面水の溶存酸素量、pHおよび水温からみた水田環境には、家鴨類放飼区と対照区の違いはみられず、品種間差も認められなかった。
7. 1996年に家鴨類による水稻の食害および欠株が多く発生したが、中国系在来種区における被害は他2品種に比べ低く抑えられていた($P < 0.05$)。

8 1996年は家鴨3品種の水稲生育と1株収量に差はみられなかったものの、欠株率の低かった中国系在来種区の10a当たりの籾収量は他2品種に比べ有意に多かった($P<0.05$)。1997年においては、水稲茎数で合鴨区がインディアンランナー区に比べ有意に多く($P<0.05$)、1株収量と10a当たりの籾収量は合鴨区と中国系在来種区がインディアンランナー区に比べ多かった($P<0.05$)。

以上から、家鴨3品種の水田放飼おける能力については、合鴨が水への順応性に優れ、稲刺激効果と水稲収量に及ぼす影響からみて高い能力を持つ品種であり、中国系在来種については耐寒性、除草能力、生態行動、水稲への被害程度および水稲収量に及ぼす影響からみて優れていることが明らかとなった。これに対し、インディアンランナーは耐寒性において優れた能力を示したものの、その他の能力では他2品種に比べ劣った。

第3章 畑地放飼における家鴨類の品種間差

緒言

現在、合鴨農法では水田放飼引き上げ後の家鴨類の処理方法とその販路が確立されておらず、合鴨の有効利用が課題とされている³⁴⁾。その解決策の1つとして、茶園、果樹園など畑地へ家鴨類を再放飼することが考えられる。家鴨類の畑地放飼では、雑草・害虫防除、肥料供給などの形で家鴨類の再利用が図れるとともに、放飼した家鴨類より生産された卵からは翌年水田に必要となる雛が供給でき、水田と畑地において家鴨類の循環生産システムが構築できると思われる。しかしながら、現在のところ、合鴨農法における家鴨類の利用は水田放飼が中心であり、畑地については果樹園などごく一部の農家が取り組んでいるに過ぎない。

畑地作物の中で、茶は我々の生活の中に嗜好飲料としてよりもむしろ必需飲料として定着している。しかしながら、茶の栽培過程では新芽を年に数回収穫する永年作物であるため、収量・品質確保、樹勢維持の観点から病虫害に対し多量の農薬が散布されている^{41,42)}。特に、殺虫剤の多用は抵抗性害虫の出現や天敵の減少による害虫のリサージェンスを招くとともに、散布者自身の安全性、そして茶への農薬残留の危険性が指摘されている^{42,43)}。最近では“食べる茶”など茶の飲用外の利用が増加したため、農薬の使用基準は1997年度より厳しくなっており⁴⁴⁾、安定的な茶の減農薬あるいは無農薬栽培技術の確立が大きな課題とされている。現在、減農薬栽培技術の1つとして、天敵昆虫・微生物および性フェロモン剤を用いた害虫防除が実用化されているものの、これらの利用は特定の害虫に限られるとともに、環境の影響を受けやすいなどの問題点が残されている^{42,45)}。これに対し、無農薬栽培技術確立の1つの試みとして、茶園へ家鴨類の放飼が考えられる。しかしながら、現在までに茶園における家鴨類の除草・駆虫能力、生態行動および茶収量に及ぼす影響は明らかにされていない。

そこで、本章では合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の畑地放飼における能力を明らかにするために、茶園での家鴨3品種の除草・駆虫能力、

生態行動および茶収量に及ぼす影響について、品種間で比較検討した。

材料および方法

本試験は1997年4～10月に鹿児島県茶業指導農場(鹿児島県日置郡松元町)内の成木茶園で行った。

1 供試茶園の処理区分

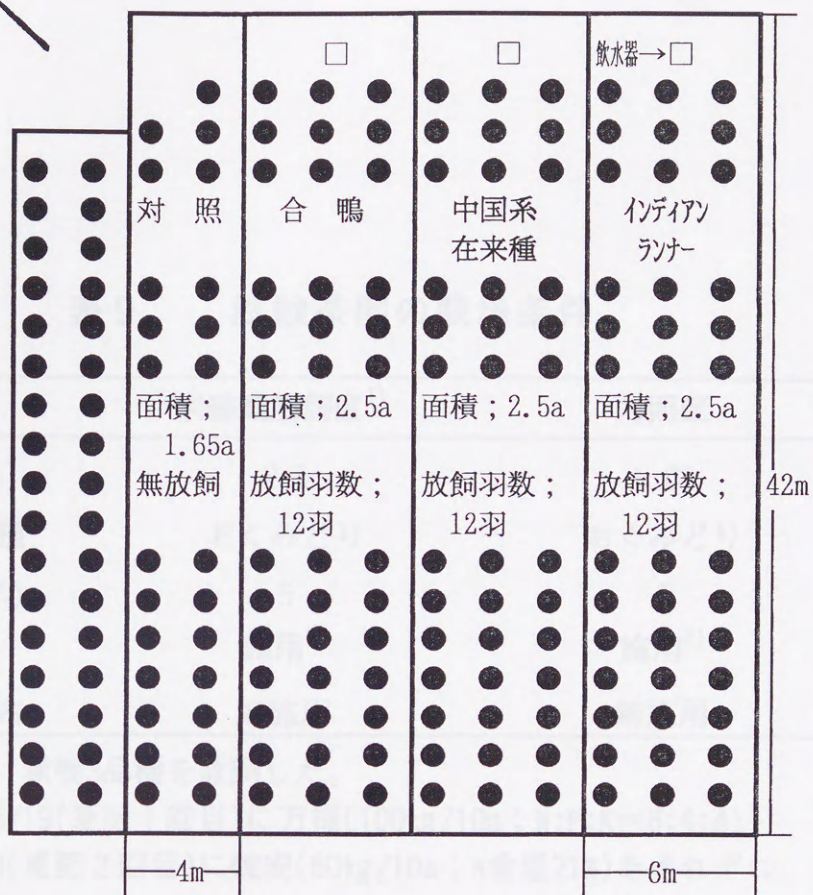
供試茶園の概要を図21に示した。10.8a(13畝)の茶園内に家鴨類放飼区(各2.5a×3区)および無放飼区(以下、対照区;1.65a)の計4区を設けた。供試茶園の周囲および家鴨類放飼区における各区間の仕切りには、外敵(犬、イタチ等)の侵入ならびに家鴨類の逃亡防止を目的として電気柵(末松電子(株)製)を設置した。供試茶園の栽培条件を表9に示した。茶品種は定植5年目の“おくみどり”であり、家鴨類放飼区および対照区では、放飼期間中、農薬散布は行わなかった。また、5月19日と7月4日の計2回全ての区で施肥を行った。

2 供試家鴨とその飼養管理

供試茶園には、合鴨(9ヵ月齢)、インディアンランナー(4～22ヵ月齢)および中国系在来種(5～22ヵ月齢)の♂各12羽(放飼密度;48羽/10a)を放飼した。放飼期間中、家鴨3品種にはそれぞれ舎飼した場合(13～24週齢)の平均飼料消費量の70%に相当する市販成鶏用配合飼料(CP;16%以上,ME;2,800kcal以上)を合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種にそれぞれ80, 90および110g/羽週に6回給与するとともに、飲水器を各1個ずつ設置した。試験期間は4月17日～10月9日までの176日間であり、1番茶(5月3日)、2番茶(6月24日)および3番茶(8月5日)の収穫前後に、作業上の都合から5月3日(1日間)、6月22日～7月4日(13日間)および8月4日～8月6日(3日間)の計17日間、家鴨3品種を供試茶園の外で隔離したため、放飼日数は159日間であった。また、7月30日には合鴨および中国系在来種各2羽、インディアンランナー1羽について、胃内容物調査を実施し、試験終了後新たに家鴨3品種の♂を供試した羽数分だけ補充した。

3 調査項目

(1) 雑草発生量



●●● 茶樹の畝を示す

図21. 供試茶園の概要

表 9. 試験茶園の栽培条件

| 項目 | 家鴨類放飼区 ¹⁾ | 対照区 |
|-------|----------------------|------------------|
| 面積(a) | 2.5 | 1.65 |
| 茶の品種 | おくみどり | おくみどり |
| 定植(年) | 5 | 5 |
| 施肥 | 施用 ²⁾ | 施用 ²⁾ |
| 農薬散布 | 無施用 | 無施用 |

1) 3区設け、家鴨3品種を放飼した。

2) 施肥は、5/19(夏肥1回目)に万福(100kg/10a; N:P:K=8:4:4)

および7/4(夏肥2回目)に硫安(50kg/10a; N含量21%)をそれぞれ
均等に散布した。

4月24日～9月29日までの計6回、各区の茶樹の畝間と株元に発生した雑草を各10カ所ずつ計20カ所、コドラート(30×30cm)を用いて無作為にサンプリングし、草種別の乾物重を測定した。

(2)害虫発生量

4月24日～9月29日までの計11回、各区無作為に選んだ6カ所について20×40cmの粘着板を用いた茶樹の株元における払い落としを行いチャノミドリメモコバエ(*Empoasca onukii* Matuda)、チャノキイロアザミウマ(*Scirtothrips dorsalis* Hood)およびアオバハゴロモ(*Geisha distinctissima* Walker)の発生頭数を調査した。2番茶(6月24日)および3番茶(8月5日)収穫時には、各区の新芽150芽(50芽×3地点)についてチャノミドリメモコバエによる被害芽数を調査した。

4月24日～9月29日までの計11回、各区無作為に抽出した500葉(50葉/1カ所×10カ所)について、カンザワハダニ(*Tetranychus kanzawai* Kishida)およびコムカアブラムシ(*Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe)の寄生葉率を調査した。

チャノホソガ(*Caloptilia theivora* Walsingham)、チャハマキ(*Homona magnanima* Diakonoff)、チャノコクモンハマキ(*Adoxophyes* sp.)およびウスミドリメクラガメ(*Lygocoris spinolae* Meyer-Dur)による被害状況について、4月24日から9月29日までの計11回、各区無作為に選んだ10カ所について、コドラート(30×30cm)内の被害葉数をそれぞれ調査した。チャノホソガについては、2番茶(6月24日)および3番茶(8月5日)収穫時に各区の新芽150芽(50芽×3地点)に対する被害芽数を調査した。

8月15日および9月12日の計2回、各区無作為に選んだ30株についてクワシロカイガラムシ(*Pseudaylacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti)の雄まゆの寄生の有無を調査した。

(3)胃内容物調査

7月30日に茶園放飼していた合鴨2羽、インディアンランナー1羽および中国系在来種2羽を給餌後3時間が経過した時点で屠殺、解体し、仮素嚢、腺および筋胃内容物を調査した。

(4)家鴨3品種の生態行動

5月27日、7月25日および9月19日の計3回、日中12時間(6:00～18:00)における家鴨3品種の群れとしての行動を3分間隔点観察法により調査した。

行動型は摂食行動(茶樹の害虫摂食, 雑草摂食), 移動行動(歩行), 探索行動(地面探索)および休息行動に分類し, 摂食行動, 移動行動および探索行動の合計時間を労働行動時間として, 茶園における家鴨3品種の除草ならびに駆虫能力の指標とした。

(5)茶収量

6月24日の2番茶および8月5日の3番茶収穫時, 畝ごとに生葉重量を測定し, 各区の生葉収量(kg/10a)を算出した。

4. 統計処理

得られた結果の統計解析は, 新芽に対するチャノミドリヒメコバイおよびチャノホガによる被害程度, 茶樹へのクワシカガラムシの寄生状況について χ^2 検定を行うとともに, その他については1元配置分散分析を行った¹⁰⁾。

結果および考察

1. 雑草発生量

供試茶園における雑草発生量の推移を図22に示した。畝間の雑草発生量は, 放飼期間を通じて対照区および家鴨類放飼区ともに5 g/m²以下と極めて少なく, 各区に差はみられなかった。一方, 株元における雑草発生量は, 対照区で4月24日以降増加傾向を示し, 7月30日に発生のピークを示した。これに対し, 家鴨類放飼区の雑草発生量は極めて少なく, 対照区との間に有意差が認められ($P<0.05$), 品種による差はみられなかった。なお, 供試茶園における雑草種は4~6月においてはハコベ(*Stellaria neglecta* Whihe), 7~9月においてはツユクサ(*Commelina communis* L.)がそれぞれ優生であり, その他にカタバミ(*Oxalis corniculata* L.), ヨモギ(*Artemisia princeps* Pamp.), イヌタデ(*Polygonum longisetum* De Bruyn), ベニバナボロギク(*Cassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore)およびハルジオン(*Erigeron philadelphicus* L.)の発生がみられた。茶園における雑草種は, 冬季(11~4月)にハコベ, スズメノカタビラ(*Poa annua* L.)などが優生し, 夏季(5~10月)では強害雑草であるメヒシバ(*Digitaria adscendens* Henr.)に加え, オヒシバ(*Eleusine indica* Gaertn), タデ類, ツユクサなどが優生とするとされており, 茶栽培では茶樹が小さく畝間の裸地

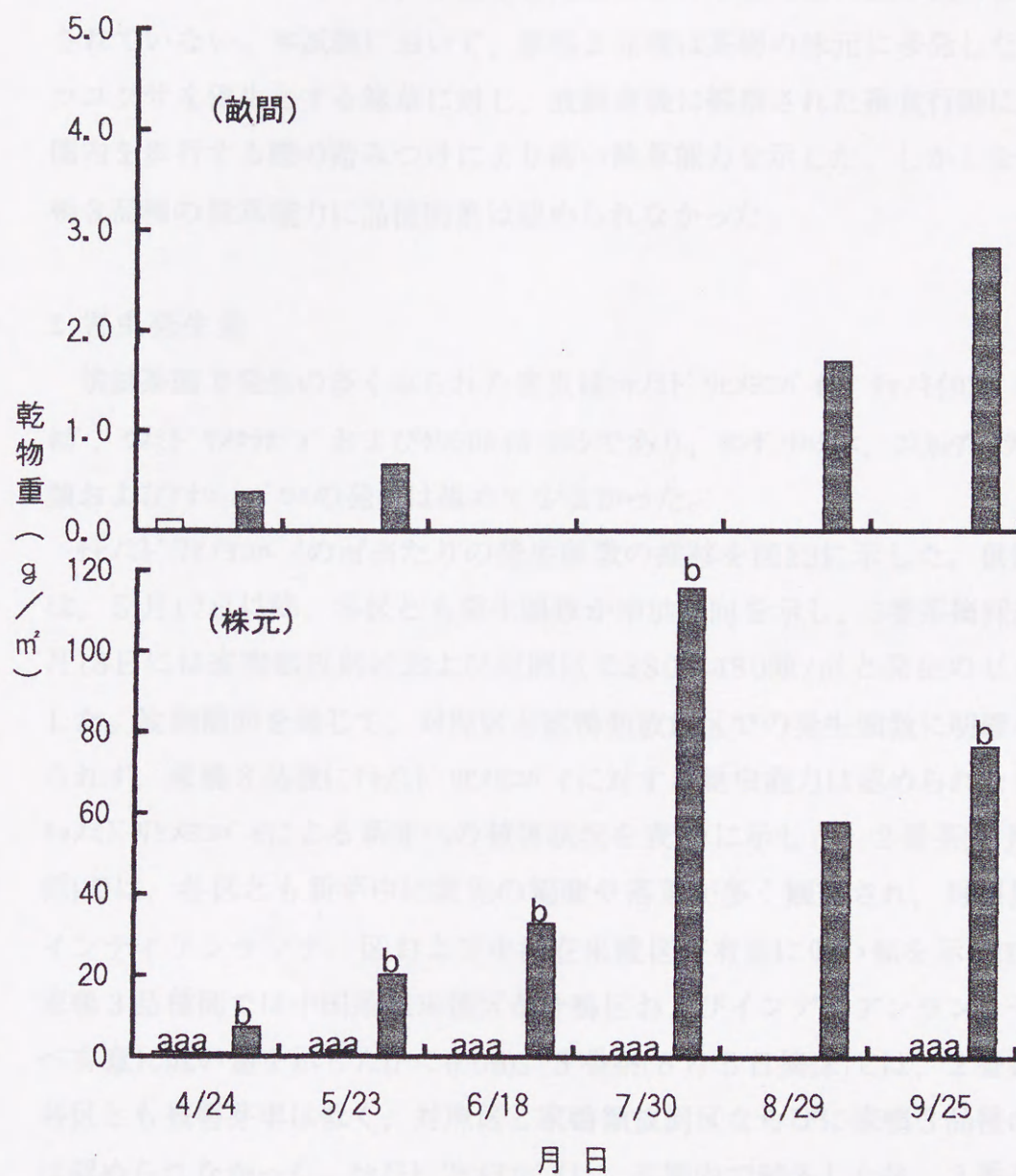


図22. 供試茶園における雑草発生量の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▨ : 中国系在来種
- : 対照

a, b $P < 0.05$

部分が広い幼木期(定植後4～5年目以内)にその防除が重要視されている^{46,47)}。水田における家鴨類の除草能力については、萬田ら¹²⁾により放飼された合鴨が雑草の摂食に加え、泳ぐ際の脚掻きや踏み倒しにより高い能力を示すことが明らかにされているものの、茶園など畑地における家鴨類の除草能力は明らかとされていない。本試験において、家鴨3品種は茶樹の株元に多発したハコベ、ツユクサを優生とする雑草に対し、放飼直後に観察された摂食行動に加え、茶園内を歩行する際の踏みつけにより高い除草能力を示した。しかしながら、家鴨3品種の除草能力に品種間差は認められなかった。

2 害虫発生量

供試茶園で発生が多くみられた害虫はチャミドリヒメコバエ、チャノキイロアザミウマ、チャノハ、ウスミドリメクラガメ およびクワシロカイガラムシであり、カンザワハダニ、コミカンアブラムシ、ハマキ類およびアザハゴロモの発生は極めて少なかった。

チャミドリヒメコバエの m^2 当たりの発生頭数の推移を図23に示した。供試茶園では、5月17日以降、各区とも発生頭数が増加傾向を示し、2番茶摘採直前の6月18日には家鴨類放飼区および対照区で380～480頭/ m^2 と発生のピークを示した。放飼期間を通じて、対照区と家鴨類放飼区での発生頭数に明確な差はみられず、家鴨3品種にチャミドリヒメコバエに対する駆虫能力は認められなかった。チャミドリヒメコバエによる新芽への被害状況を表10に示した。2番茶(6月24日摘採)では、各区とも新芽中に葉先の褐変や落葉が多く観察され、対照区に比べインディアンランナー区および中国在来種区が有意に低い値を示し($P<0.05$)、家鴨3品種間では中国系在来種区が合鴨区およびインディアンランナー区に比べ有意に低い値を示した($P<0.05$)。3番茶(8月5日摘採)では、2番茶に比べ各区とも被害芽率は低く、対照区と家鴨類放飼区ならびに家鴨3品種の間に差は認められなかった。チャミドリヒメコバエは、茶園内で越冬した後、2番茶～3番茶生育期に多発し、成虫、幼虫による葉や茎への吸汁が新芽の生育抑制、さらには落葉による減収および品質低下をもたらすとされている^{48,49)}。本試験においても、2番茶摘採直前に各区で多発したチャミドリヒメコバエは新芽に大きな被害を与えた。これに対し、家鴨3品種は被害芽率からみた場合インディアンランナー区と中国系在来種区で抑制効果が認められたものの、その値は収量に悪影

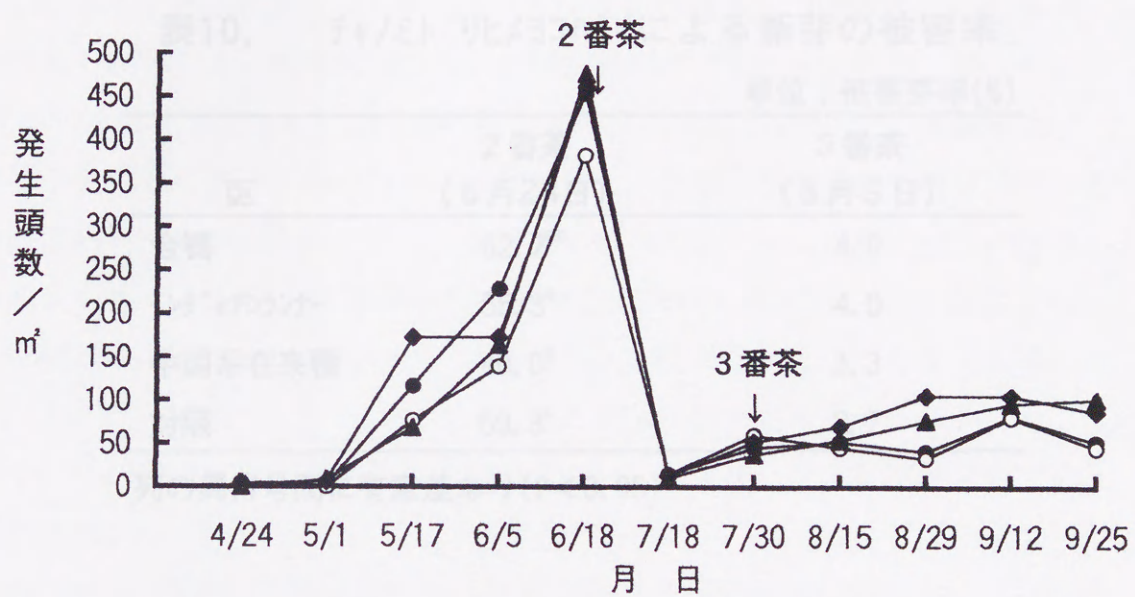


図23. 茶園におけるチャノミドリメコハリの発生頭数の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

表10. チャノミトリヒメヨコハイによる新芽の被害率

単位；被害芽率(%)

| 区 | 2 番茶 (6月24日) | 3 番茶 (8月5日) |
|------------|--------------------|----------------|
| 合鴨 | 62.7 ^{ac} | 4.0 |
| インディアナランナー | 55.3 ^a | 4.0 |
| 中国系在来種 | 40.0 ^b | 3.3 |
| 対照 | 69.3 ^c | 2.7 |

列の異符号間に有意差あり(P<0.05)

響を与えないとされている5～8%⁵⁰⁾を大きく上回っており、発生頭数からみた場合では家鴨3品種による駆虫効果が認められなかった。したがって、家鴨3品種にはチャミドリメコバイに対する駆虫能力がなく、品種間差もないものと推察された。

チャノキアザミウマのm²当たりの発生頭数の推移を図24に示した。供試茶園では、5月17日以降、各区とも発生頭数が増加傾向を示し、発生のピークであった6月5日にはインディアンランナー区が対照区および他2品種に比べ有意に低い値を示した($P < 0.05$)。チャノキアザミウマは成虫で越冬し、2番茶以降の若葉・新芽への加害により生育抑制あるいは褐変枯死させることが問題となっており、チャミドリメコバイとともに2番茶の重要な害虫とされている^{48,49)}。本試験では、2番茶生育期に多発したチャノキアザミウマに対し、合鴨と中国系在来種には駆虫能力が認められなかったのに対し、インディアンランナーには駆虫能力が認められた。しかしながら、ほぼ同時期に多発したチャミドリメコバイは体長約3mmと0.8～0.9mmのチャノキアザミウマに比べ大きく⁵¹⁾、加害部位が同じであるにも関わらず、インディアンランナーは他の2品種と同様に駆虫能力を示さなかったことから、チャノキアザミウマに対する駆虫能力については今後、さらに検討を要すると思われた。

チャノホガの幼虫によるm²当たりの被害葉数の推移を図25に示した。6月以降、被害葉数は6月18日に小さなピーク、7月30日と9月12日に大きなピークを示し、7月30日と9月12日においてはインディアンランナー区が対照区ならびに他の2品種区に比べ有意に高い値を示した($P < 0.05$)。チャノホガの幼虫による新芽への被害状況を表11に示した。2番茶(6月24日摘採時)では、各区の被害芽率は極めて低く、各区间に差はみられなかった。3番茶(8月5日摘採時)では、対照区に比べインディアンランナー区および中国系在来種区が有意に高く($P < 0.05$)、家鴨3品種間では合鴨区に比べインディアンランナー区が有意に高い値を示した($P < 0.05$)。チャノホガの幼虫は新葉を三角形に巻いて食害するため、落葉による減収および巻葉内に堆積した虫糞による品質低下が問題とされている^{49,52)}。本試験では、各区で6月以降にチャノホガの幼虫による被害葉の発生がみられ、3番茶が大きな被害を受けた。チャノホガに対し、家鴨3品種の駆虫能力は認められず、品種間差はみられなかった。

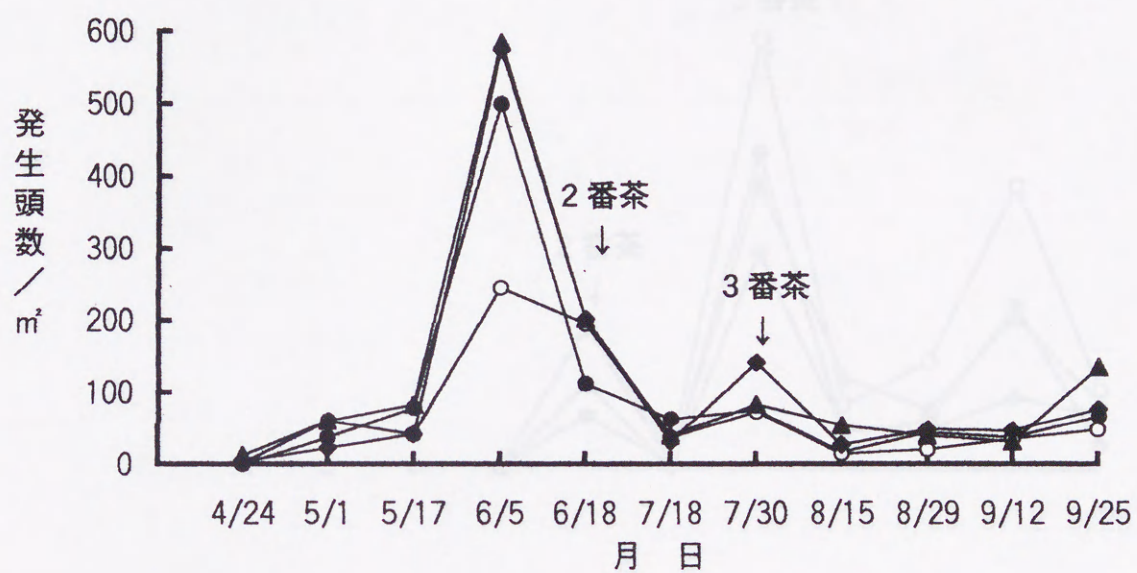


図24. 茶園におけるチャノキアサミマの発生頭数の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

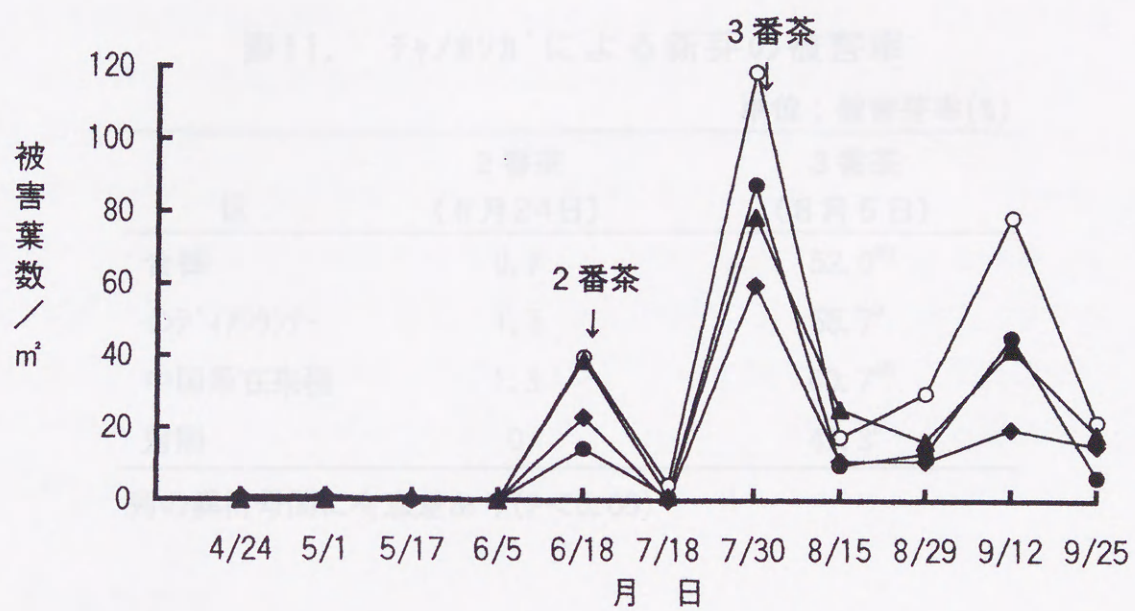


図25. 茶園におけるチャノホカ*の幼虫による被害葉数の推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

表11. チャノホリガによる新芽の被害率

単位；被害芽率(%)

| 区 | 2 番茶 | 3 番茶 |
|----------|---------|--------------------|
| | (6月24日) | (8月5日) |
| 合鴨 | 0.7 | 52.0 ^{ac} |
| インディアンナー | 1.3 | 68.7 ^b |
| 中国系在来種 | 1.3 | 60.7 ^{ab} |
| 対照 | 0 | 47.3 ^c |

列の異符号間に有意差あり(P<0.05)

1. 胃内容物調査

供試茶園に放飼した家鴨3品種の胃内容物を表13に示した。家鴨3品種の胃内には、産卵と同時期に始りした野合飼料に加え、茶園の土が摂取されていた。また、各品種の胃内には、ミミズ、シジミおよびナガチャコガネの幼虫が観察された。野生鳥の採食場所は湿地、水田などの水場であり¹⁸⁾、家鴨類についても採食場所とした点はなく、陸上での採食傾向の食性は明らかにされていない。今回の試験では、合鴨以外の2品種の胃内から上述の採食が確認されなかったものの、2品種とも胃内に土がみられたことから、家鴨3品種は放飼中頻繁に観察された土中へ躬を突っ込んでの採食行動の結果、ミミズなど土壌生物を摂取していたものと推察された。しかしながら、家鴨3品種からは調査時に発生がみられたチャノホリガ¹⁹⁾、ハナホリガ²⁰⁾およびヤノホリガ²¹⁾などの害虫の摂取は観察されず、家鴨3品種の駆除能力は明らかにできなかった。

ウスミドリメクラガメの m^2 当たりの被害葉数の推移を図26に示した。5月上旬～7月中旬にかけて、各区ともウスミドリメクラガメによる被害葉が多くみられたが、対照区と家鴨類放飼区ならびに家鴨3品種間に明確な差はみられなかった。ウスミドリメクラガメは、新芽へ吸汁加害し、奇形葉の発生による品質低下および生育抑制による減収が問題とされている^{49,51)}。本試験では、5月上旬～7月中旬にかけて発生したウスミドリメクラガメに対し、家鴨3品種の駆虫能力は認められず、品種間に差はみられなかった。

3番茶摘採後におけるクワシカイガラシの寄生株率を表12に示した。8月15日の調査では、各区で株元にクワシカイガラシの雄まゆの寄生が観察されたものの、対照区と家鴨類放飼区ならびに家鴨3品種間に差は認められなかった。9月12日の調査では各区とも被害株率は低く、各区间に差はみられなかった。クワシカイガラシは、幼虫、雌成虫が樹液を吸汁加害し、茶樹に寄生した白い雄まゆのコロニーが観察される程多発した場合、新芽の生育抑制、葉の黄化、落葉、さらには枝を枯死させることが問題とされている^{48,49)}。本試験では、3番茶摘採後に行った調査で雄まゆのコロニーが観察されたのに対し、家鴨類による駆虫効果は認められず、品種差もみられなかった。

3. 胃内容物調査

供試茶園に放飼した家鴨3品種の胃内容物を表13に示した。家鴨3品種の胃内には、屠殺3時間前に給与した配合飼料に加え、茶園の土が摂食されていた。また、合鴨の胃内にはミミズ、シデムシおよびナガチャコガネの幼虫が観察された。野生鴨の採食場所は湿地、水田などの水場であり²⁸⁾、家鴨類についても畑地放飼した例はなく、陸上での家鴨類の食性は明らかにされていない。今回の試験では、合鴨以外の2品種の胃内から土壌生物の摂食が確認されなかったものの、3品種とも胃内に土がみられたことから、家鴨3品種は放飼中頻繁に観察された土中へ嘴を突っ込んでの探索行動の結果、ミミズなど土壌生物を摂食していたものと推察された。しかしながら、家鴨3品種からは調査時に発生がみられたチャノミドリヒメコハイ、チャノキロアザミウマおよびチャノホガなどの害虫の摂食は観察されず、家鴨3品種の駆虫能力は明らかにできなかった。

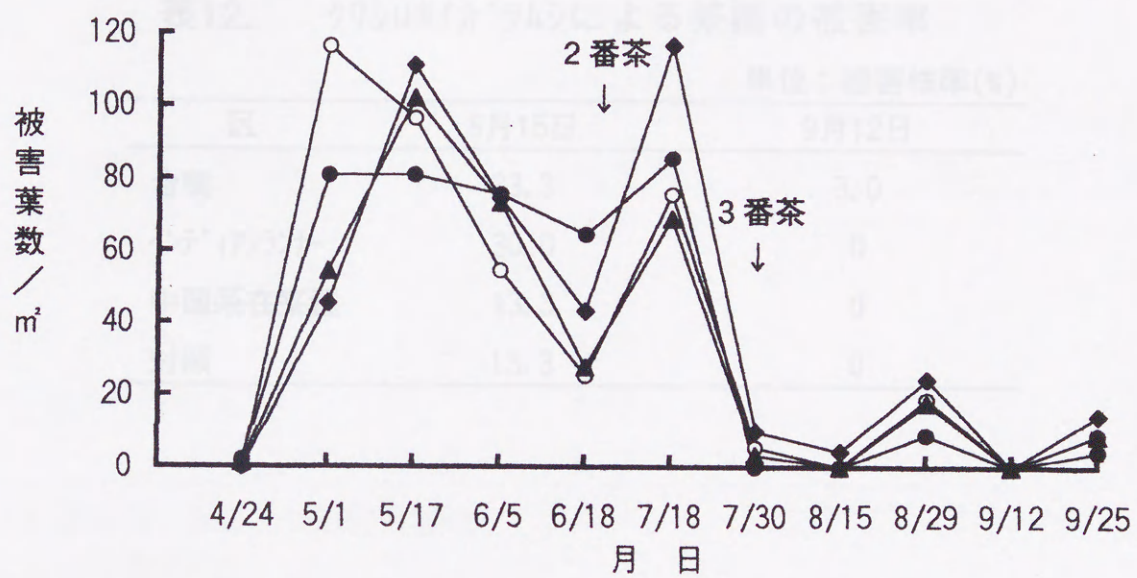


図26. 茶葉へのウスミドリメカガメによる被害の発生推移

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- ▲: 中国系在来種
- ◆: 対照

表12. クワシロカイガラムシによる茶樹の被害率

単位；被害株率(%)

| 区 | 8月15日 | 9月12日 |
|------------|-------|-------|
| 合鴨 | 33.3 | 3.0 |
| インディアナランナー | 30.0 | 0 |
| 中国系在来種 | 13.3 | 0 |
| 対照 | 13.3 | 0 |

4. 生活行動

5月27日、7月初旬および9月10日における家鴨3品種の生活行動の日内変動は図18、図27、図31に示した。5月27日はおよび7月25日では、茶園と茶園外が同じ時間帯(9:00~12:00)は茶園の下で主に休息・直進行動しており、比較的遅くとも午後15:00~17:00に散在を伴う行動を示した。これに対し、9月19日には茶園の被害に比べ茶園外の気温が低かったため、家鴨3品種は茶園外において、生活行動のピークを示した。しかしながら、茶園の被害に比べ茶園外の気温が低かったため、生活行動のピークは茶園外に偏った。

表13. 茶園放飼した家鴨3品種の胃内容物¹⁾

| 品種 | 個体No. | 配合飼料 ²⁾ (g) | 土 ²⁾ (g) | シデムシ類 (頭) | ミミズ (頭) | 甲虫類の幼虫 (頭) |
|---------|-------|---------------------------|------------------------|--------------|------------|---------------|
| 合鴨 | 1 | 28.22 | 14.58 | 1 | 0 | 0 |
| | 2 | 16.54 | 47.75 | 1 | 1 | 1 |
| インディアンナ | 1 | 0.68 | 5.85 | 0 | 0 | 0 |
| 中国系在来種 | 1 | 38.17 | 7.62 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 43.29 | 33.47 | 0 | 0 | 0 |

1) 仮素嚢、腺および筋胃内容物

2) 乾物重を示す

4 生態行動

5月27日、7月25日および9月19日における家鴨3品種の労働行動の日内変化(6:00~18:00)を図27~29に示した。5月27日および7月25日では、3品種とも気温が高い時間帯(9:00~14:00)は茶樹の下で主に休息(庇陰行動)しており、比較的涼しくなる夕刻(15:00~17:00)に活発な労働行動を示した。これに対し、9月19日では先2回の調査に比べ日中の気温が低かったため、家鴨3品種は正午前後においても、労働行動のピークを示した。しかしながら、3回の調査において家鴨3品種の労働行動が30分以上占めた時間帯は極めて少なかった。茶園における日中12時間(6:00~18:00)の家鴨3品種の行動時間を表14に示した。茶園における家鴨3品種の労働行動時間に品種間で差は認められなかった。労働行動の内訳をみると、家鴨3品種とも摂食行動は10分以内と短く、移動行動は労働行動の中で最も大きな割合を占めていたが、いずれにおいても品種間に差は認められなかった。探索行動については、合鴨がインディアンランナーに比べ有意に高い値を示した($P < 0.05$)。一方、家鴨3品種の休息行動は350~385分と労働行動に比べ2~3倍長く、品種による差はみられなかった。水田放飼における合鴨雛の行動について、萬田ら²⁹⁾は夜半~早朝にかけて活発な採食を示したと報告している。本試験における家鴨3品種は、茶園放飼においてピークの時間帯に若干のずれはみられたものの、労働行動の日内変化に品種間で大差はなく、1日のうち涼しい時間帯に労働行動のピークを示すことが明らかとなった。しかしながら、本試験では家鴨3品種ともに休息行動が多く観察され、労働行動は1/3~1/2に過ぎなかった。特に、害虫への摂食行動は家鴨3品種ともほとんど観察されず、害虫発生量の結果(図23~図26、表10~12)と合わせて考えると茶園における家鴨3品種の駆虫能力は低いものと推察された。家鴨3品種が害虫への摂食行動を示さなかった要因として、萬田ら²⁹⁾の報告が雛を用いているのに対し、茶園では親鴨を用いていることから、雛と親鴨の駆虫能力に差がある、あるいは害虫が裾部で約65cm、頂部が約1mあるかまぼこ型をした茶樹の摘採面に発生するため、その位置まで家鴨類が害虫摂食のために首を伸ばしても届かなかったと推察された。また、バリケンを用いて畜舎のイエバエ駆除に関する研究を行ったGLOFCHESKIE and SURGEONER⁵³⁾は雄に比べ雌が活発な摂食行動を示したと報告しており、本試験

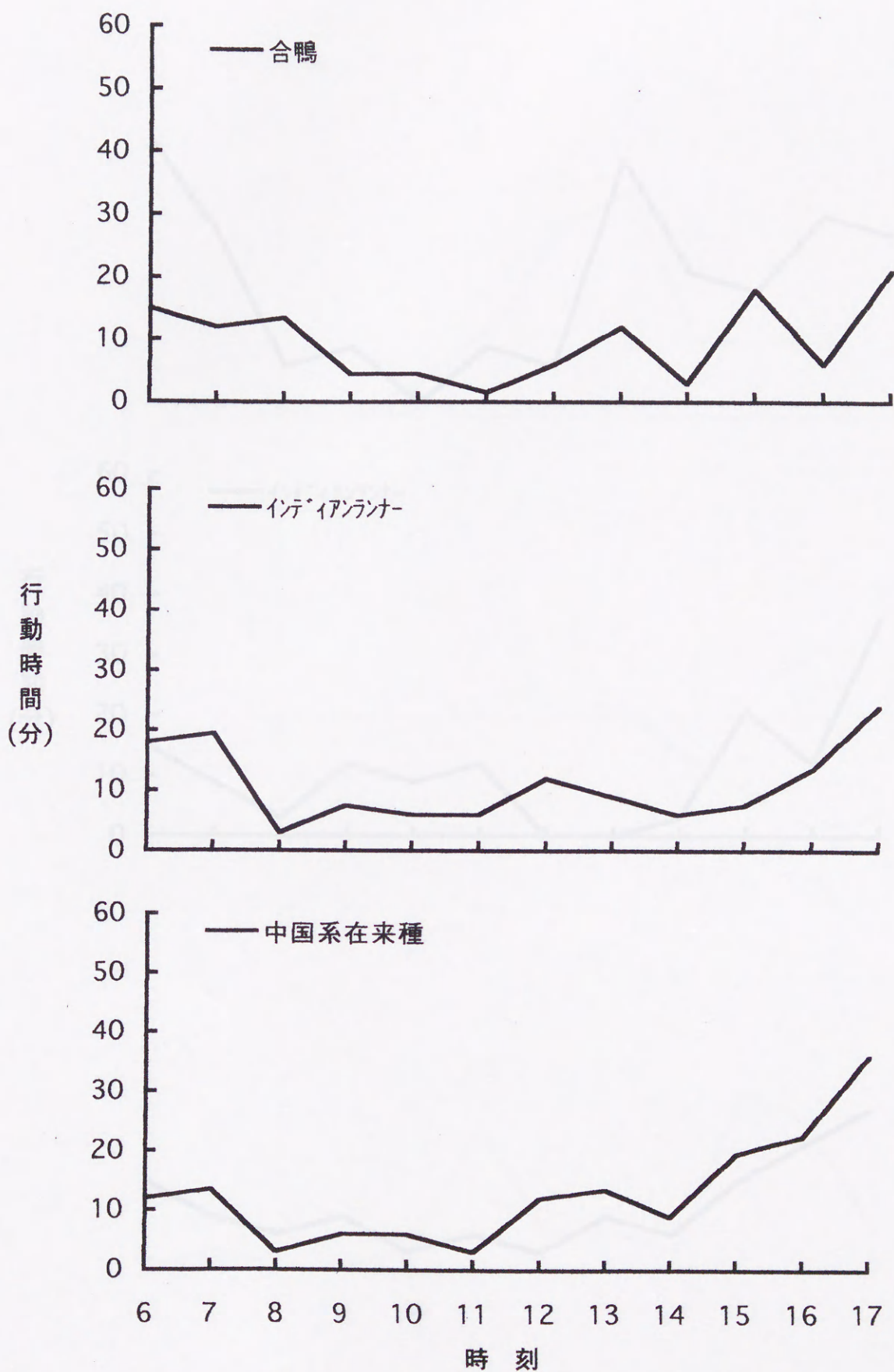


図27. 茶園における家鴨3品種の労働行動の
日内変化 (1997年5月27日)

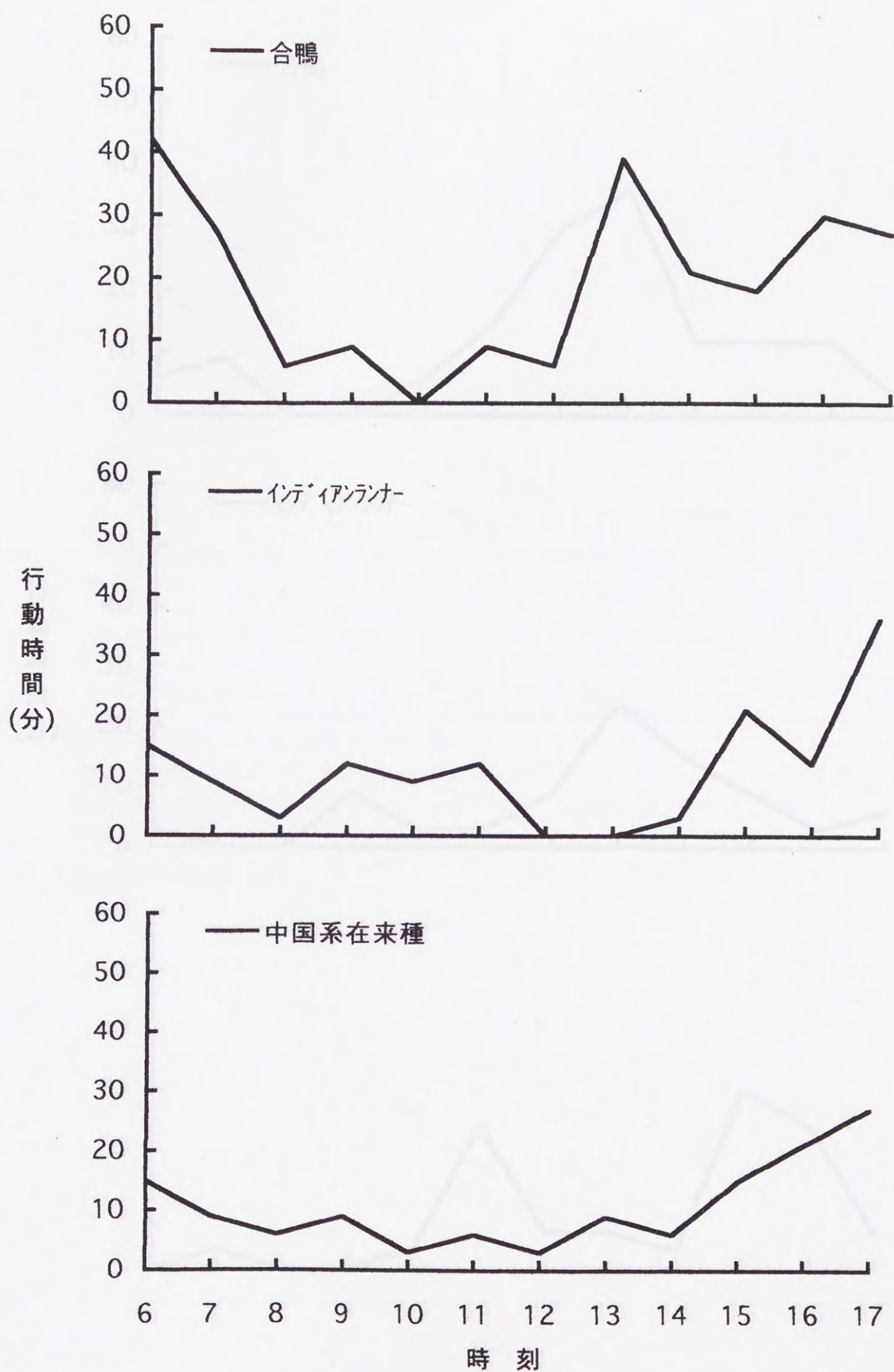


図28. 茶園における家鴨3品種の労働行動の
日内変化 (1997年7月25日)

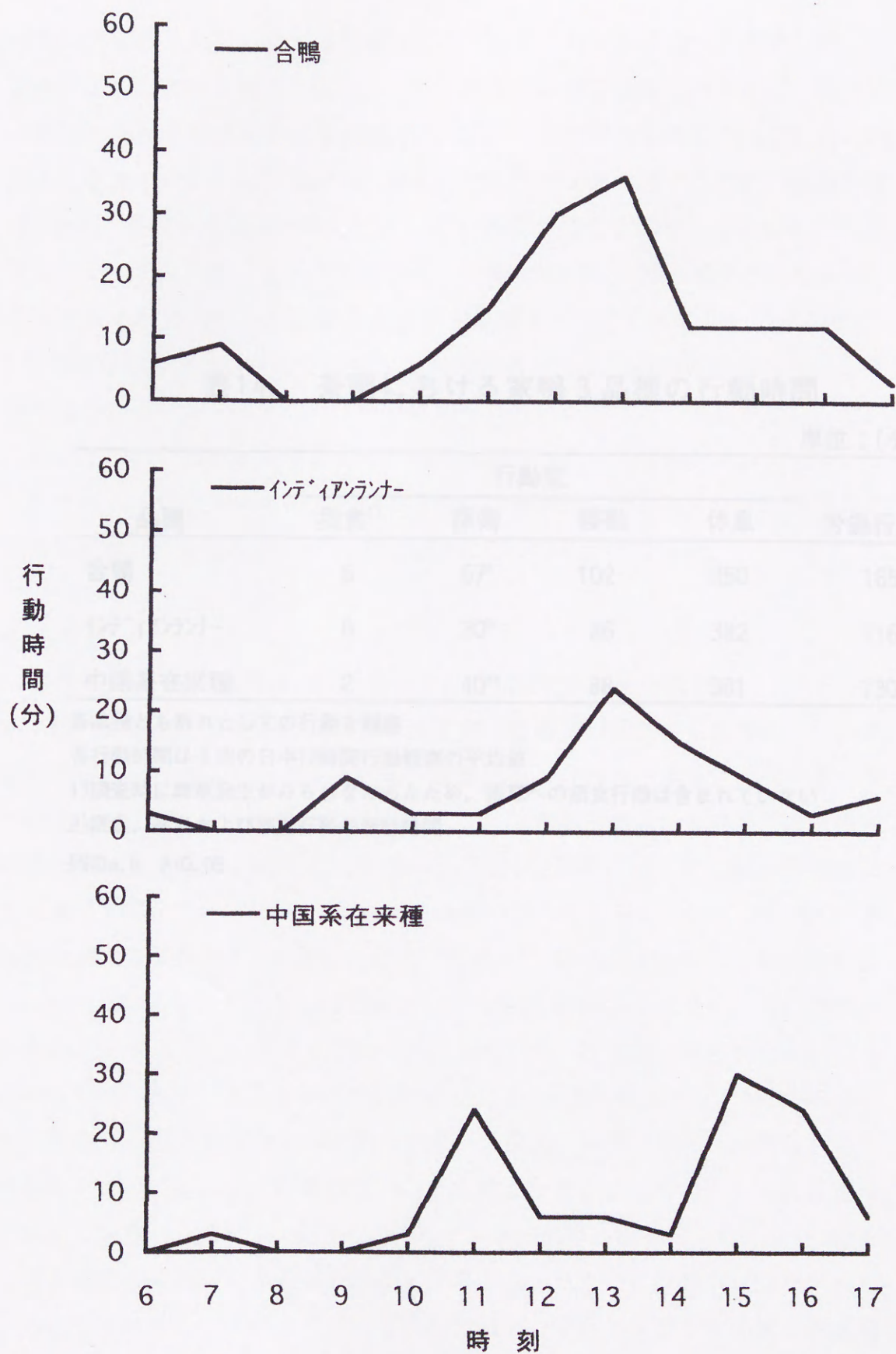


図29. 茶園における家鴨3品種の労働行動の
日内変化 (1997年9月19日)

表14. 茶園における家鴨3品種の行動時間

単位；(分)

| 品種 | 行動型 | | | | 労働行動 ²⁾ |
|------------|------------------|------------------|-----|-----|--------------------|
| | 摂食 ¹⁾ | 探索 | 移動 | 休息 | |
| 合鴨 | 6 | 57 ^a | 102 | 350 | 165 |
| インディアンランナー | 0 | 30 ^b | 86 | 382 | 116 |
| 中国系在来種 | 2 | 40 ^{ab} | 88 | 381 | 130 |

各品種とも群れとしての行動を観察

各行動時間は3回の日中12時間行動観察の平均値

1)調査時に雑草発生がみられなかったため、雑草への摂食行動は含まれていない

2)摂食、探索および移動行動の合計時間

列のa, b $P < 0.05$

で用いた家鴨3品種は全て雄であったことから、性差が害虫への摂食行動に影響を与えた可能性も考えられた。一方、雑草への摂食行動については、調査時に家鴨3品種の除草効果により(図22)、雑草の発生がみられなかったために観察されなかった。しかしながら、労働行動の中で大きな割合を占めた移動行動(歩行)は、地表面を踏みつけることにより雑草の発生を抑制しているものと推察された。摂食行動に比べ多く観察された地面探索は、雑草発生がみられず、害虫摂食も行わなかった家鴨3品種が空腹感を満たすために胃内容物調査(表13)で確認された土壌生物を摂食する目的で行っていたものと推察され、その能力は合鴨がインディアンランナーに比べ優れていることが明らかとなった。このように、行動観察の結果から、探索行動については合鴨がインディアンランナーに比べ優れていたが、家鴨3品種には駆虫能力が認められず、移動および労働行動についても品種間に差がないことが明らかとなった。

5. 茶収量

2番茶(6月24日収穫)および3番茶(8月5日収穫)の収量を図30に示した。2番茶では、対照区と家鴨類放飼区および家鴨3品種間に差はみられなかった。3番茶では、インディアンランナー区が対照区および他の2品種に比べ有意に低い収量を示した。白木ら⁵⁴⁾および後藤ら⁵⁵⁾は、4年間にわたる無農薬茶園と慣行防除茶園の茶収量の比較を行っており、ともに1番茶については無農薬栽培による減収が認められなかったとしているものの、2番茶については白木ら⁵⁴⁾が開始年度のみカンザワダニの発生により、後藤ら⁵⁵⁾が試験開始3年目以降カンザワダニに加え、炭疽病およびもち病の被害により無農薬栽培茶園でそれぞれ減収がみられたと報告している。本試験では、カンザワダニの発生はみられなかったものの、2番茶および3番茶摘採時期に多発したチャノトリヒメヨコバイ、チャノソガに対する家鴨3品種の駆虫能力は認められず、対照区と同様に新芽への被害が多く確認された(図23,25および表10,11)。その結果、2および3番茶ともに家鴨類放飼区で増収がみられず、インディアンランナー区の3番茶についてはチャノソガによる被害が対照区および他2品種より多くみられたことが減収につながったものと考えられた。このように、3番茶ではインディアンランナー区が他2品種に比べ茶収量が低かったものの、家鴨類放飼区は2および3番茶いずれにお

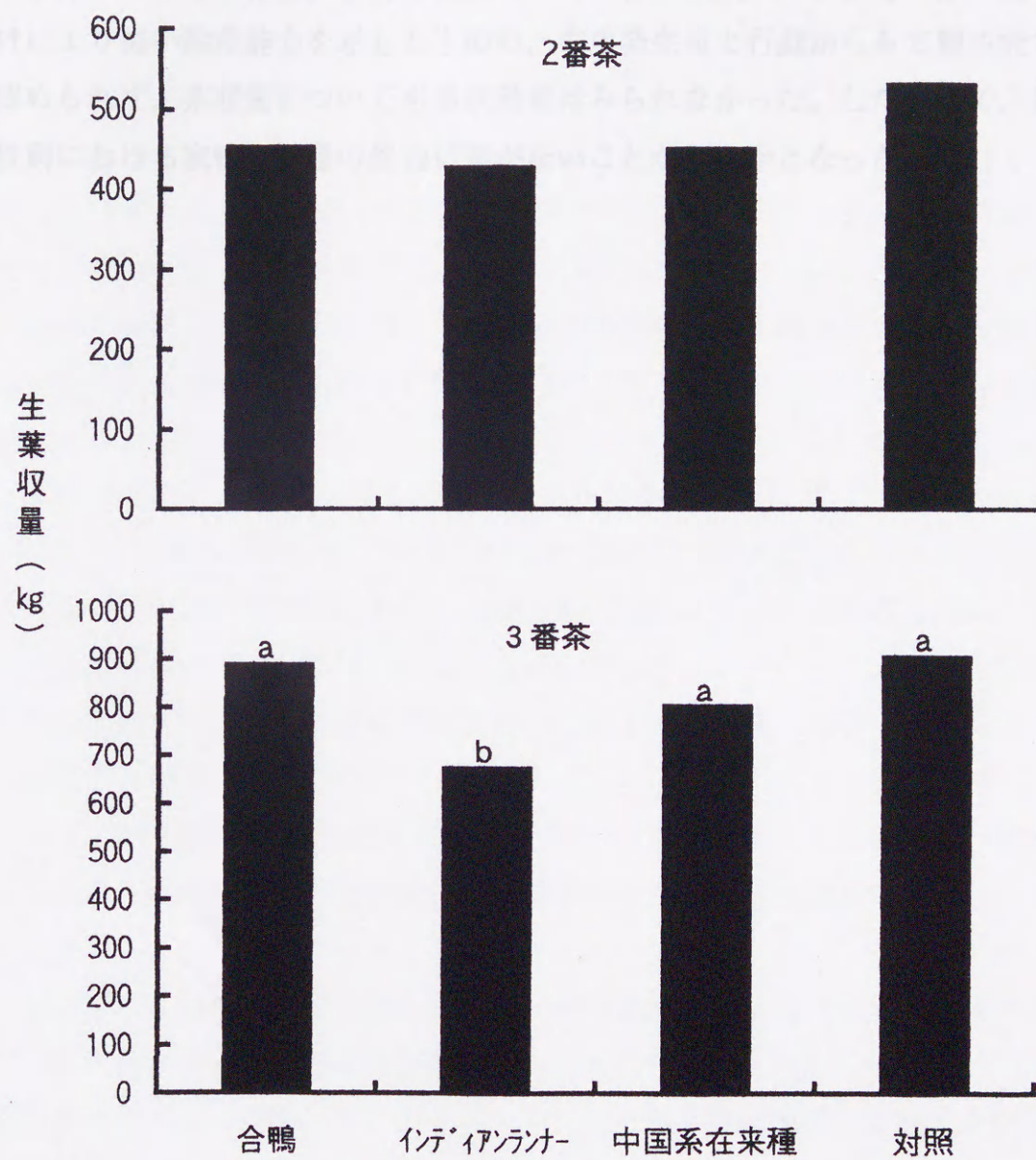


図30. 茶園における生葉収量
a, b $P < 0.05$

いても対照区に比べ増収しなかったことから、茶収量に及ぼす影響に品種間差はないものと思われた。

以上のように、合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種を茶園放飼し、除草・駆虫能力、生態行動および茶収量に及ぼす影響について、品種間で比較検討した。その結果、家鴨3品種はともに雑草摂食および歩行の際の踏みつけにより高い除草能力を示したものの、害虫発生量と行動からみて駆虫能力は認められず、茶収量についても増収効果はみられなかった。したがって、茶園放飼における家鴨3品種の能力に差がないことが明らかとなった。

要 約

本章では、畑地放飼における合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の能力を明らかにするために、家鴨3品種を茶園に放飼し、除草・駆虫能力、生態行動および茶収量に及ぼす影響について品種間で比較検討した。試験は1997年4～10月にかけて定植5年目の成木茶園で行い、茶園内に家鴨類放飼区(2.5a×3区)および無放飼区(以下、対照区;1.65a)を設け、家鴨類放飼区には4～22ヵ月齢の♂各12羽(放飼密度;48羽/10a)を放飼した。試験期間中、雑草および害虫発生量、胃内容物調査、日中12時間(6:00～18:00)の行動観察を行うとともに、2および3番茶収量についても調査した。

- 1 茶樹の株元に発生したハコベ、ツユクサを優生とする雑草に対し、家鴨3品種は雑草摂食および歩行の際の踏みつけにより高い除草能力を示し、品種間に差はみられなかった。
- 2 茶園で多発した害虫はチャノド、リメコバ、イ、チャノイアザミウマ、チャノソガ、ウスミドリメクラガメおよびクワシカガラムシであり、チャノイアザミウマに対してインディアンランナーは他2品種に比べ高い駆虫能力を示したが、他の害虫については家鴨3品種に駆虫能力は認められず、品種間に差はみられなかった。
- 3 茶園放飼した家鴨3品種の胃内からは、いずれの品種においても害虫の摂食は確認されなかった。
- 4 日中12時間における家鴨3品種の1日の行動パターンおよび労働行動時間に差はみられず、害虫への摂食行動時間からみた3品種の駆虫能力は低いものと推察された。
- 5 2および3番茶のいずれにおいても、家鴨類放飼による増収効果は認められず、茶収量に及ぼす影響に品種間差はみられなかった。

以上の結果から、合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の茶園放飼における能力に品種間で差がないことが明らかとなった。

第4章 家鴨類の産肉性の品種間差

緒言

わが国における家鴨肉の需要は年々増加しており、年間約500万羽が消費されている⁷⁾。しかしながら、国内産は100万羽に過ぎず、大型の肉用改良種であるチェリバレー(成体重;3.0~4.0kg)が大半を占めている⁷⁾。合鴨農法では、水田から引き上げた合鴨を穀物飼料主体に2~3ヵ月間飼育し直すことで、肉用として供することが可能となる²⁵⁾。しかしながら、合鴨農法で最も普及している小型の合鴨(成体重;1.3~1.5kg⁷⁹⁾)では肉量が少ないため、家鴨肉の流通に乗らないのが現状であり、水田から引き上げた家鴨類の処理は同農法の重要な課題とされている。以上のようなことから、合鴨農法に適した家鴨類の品種選定では、水田での働き(除草、駆虫、肥料供給、中耕濁水および稲への刺激効果)に加え、今後この農法が定着するためにも家鴨肉の流通を視野に入れた水田引き上げ後の産肉性についても検討する必要がある。水田放飼した家鴨類の産肉性については、福坂ら⁷⁹⁾が合鴨、EDARら⁸⁰⁾がチェリバレー、マガモおよび両者の一代交雑種に関する報告をそれぞれ行っているものの、他の品種に関する報告は見当たらない。

そこで本章では、水田放飼における合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の産肉性を明らかにするために、家鴨3品種の成長、産肉量、肉の食味性および脱毛性について品種間で比較検討した。

材料および方法

本試験は1996年6月~1997年11月にかけて、鹿児島大学農学部附属農場内の実験水田および動物飼育棟で行った。

1. 供試家鴨とその飼養管理

試験には、1996年6月12日に孵化した合鴨(カーキーキャンベルとマガモの交雑種)、インディアンランナーおよび中国系在来種の初生雛各6羽ずつを供試した。家鴨3品種の初生雛を水浴に馴らしながら育成した後、実験水田

(15.9a)内に設けた家鴨類放飼区(各4a×3区)において田植え1週間後の6月24日(12日齢)から出穂期の9月4日(84日齢)までの72日間水田放飼した。水田引き上げ後、11月6日までの63日間動物飼育棟において舎飼し、21週齢で屠殺・解体を行った。給与飼料には市販成鶏用配合飼料(ME:2,800Kcal/kg, CP:16.0%)を用い、水田放飼期間中は家鴨3品種をそれぞれ舎飼した場合の飼料消費量の50~80%相当量を1日1回給与するとともに、水田引き上げ後には不断給与した。

2 調査項目

(1)体重および飼料消費量

試験期間中、家鴨3品種の成長を比較するために2~21週齢の体重を週1回、飼料消費量を毎日測定した。

(2)脱毛性

21週齢で屠殺した家鴨3品種各6羽のうち4羽ずつを63℃の温湯に浸漬し、毛根部まで湯がしみ通るように棒を用いて攪拌した後、3分間の脱毛機(南部工業(株)製NS-6型)による処理を行った。処理終了後、家鴨類の胸および背部における脱毛状況を肉眼所見により4段階で評価した。

(3)解体成績

家鴨3品種を21週齢で屠殺・解体し、「食鶏取引規格、食鶏小売規格⁵⁹⁾」に準じて、枝肉量(中抜きⅢ型体重)、ムネ肉、モモ肉、ササミおよび腹腔内脂肪の重量を測定した。

(4)肉の食味性

ムネ肉に対する食味テストを11月7日に鹿児島大学農学部の学生57名(男性25名、女性32名;19~29才)を対象に実施した。調理方法は焼き肉とし、歯ごたえ、多汁性、風味および総合評価の4項目について、5段階の評点法による調査を行った。

3 統計解析

得られた結果のうち、体重、飼料消費量、脱毛性、解体成績および食味テストでの各評価については分散分析、食味テストにおける総合評価に対する各評価の相対的重要性の解析には正規分布への適合性を検定した後、重回帰分析を行った³²⁾。

結果および考察

1. 体重および飼料消費量

家鴨 3 品種の成長曲線を図31に示した。水田放飼開始時(2 週齢)の体重に家鴨 3 品種間で差はみられなかったものの、水田放飼終了時(12 週齢)には中国系在来種が1,636gと最も大きく、次いで合鴨の1,467g、インディアンランナーの1,315gの順となり、インディアンランナーに比べ中国系在来種が有意に高い値を示した($P < 0.05$)。また、中国系在来種とインディアンランナーの21 週齢の体重はそれぞれ1,983g、1,516gと水田引き上げ後の舎飼い(12~21 週齢)により増体したのに対し、合鴨では増体がみられず1,428gであった。21 週齢の体重は中国系在来種が合鴨およびインディアンランナーに比べ有意に高い値を示した($P < 0.05$)。2~21 週齢における家鴨 3 品種の飼料消費量は合鴨の12,038 g、インディアンランナーの12,341 g および中国系在来種の15,809 g であり、合鴨とインディアンランナーが中国系在来種に比べ少なかった。なお、飼料要求率については、家鴨 3 品種の水田放飼中における雑草、害虫などの採餌量が不明なため算出できなかった。福坂ら⁷⁹⁾は水田放飼した合鴨を平飼いで6 週間飼い直しを行った結果、試験開始後4 週目までは緩やかな増体を示し、体重は1,460 g に達したものの、その後は体重増加がみられなかったと報告している。本試験の水田引き上げ時(12 週齢)における合鴨の体重は福坂ら⁷⁹⁾が得た最大体重に近似した値を示しており、その結果、舎飼いにおいてそれ以上増体しなかったものと考えられた。したがって、合鴨は他 2 品種に比べ水田引き上げ後の肥育に要する日数が短く、その分飼料消費量も本試験の結果より少なくなるものと推察された。一方、水田放飼したインディアンランナーと中国系在来種の成長に関する報告は見当たらないものの、本試験の結果から2 品種とも合鴨に比べ肥育に要する日数は長いものの、体重でみた場合、インディアンランナーが同程度、中国系在来種はより優れた成長を示すことが明らかとなった。

2. 脱毛性

家鴨 3 品種の脱毛状況を表15に示した。家鴨 3 品種は温湯浸漬した後、脱

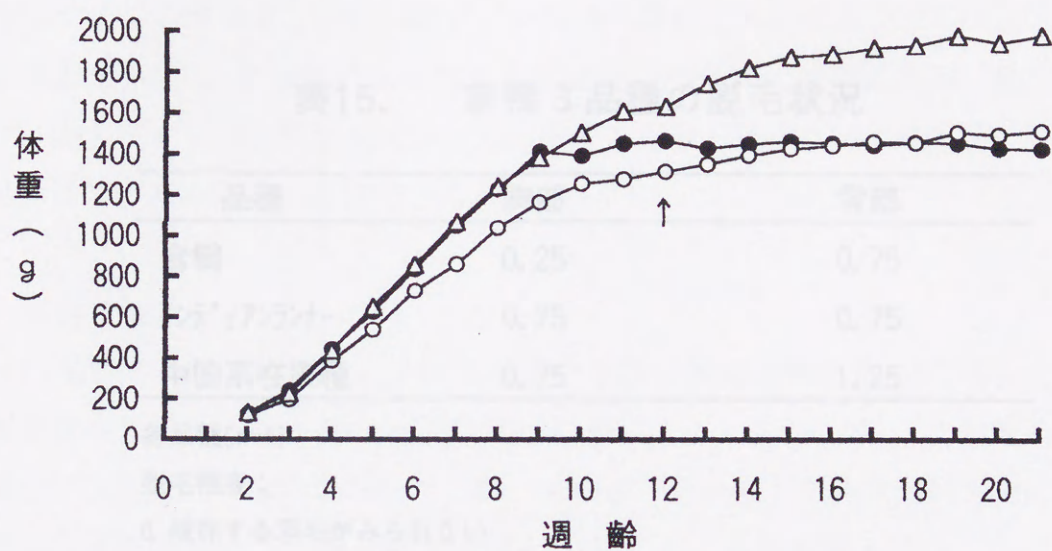


図31. 家鴨 3 品種の成長曲線

- : 合鴨
- : インディアンランナー
- △: 中国系在来種
- ↑: 水田放飼終了

表15. 家鴨 3 品種の脱毛状況

| 品種 | 胸部 | 背部 |
|------------|------|------|
| 合鴨 | 0.25 | 0.75 |
| インディアンランナー | 0.75 | 0.75 |
| 中国系在来種 | 0.75 | 1.25 |

各品種 (n=4)

脱毛程度；

0 残存する羽毛がみられない

1. 残っている羽毛が少ない(20%以下)

2. 半分程度、羽毛が残っている

3. 羽毛の大部分が残っている(80%以上)

毛機にかけることにより、全身の大部分が脱毛され、胸および背部における脱毛程度の平均評価指数に品種差は認められなかった。合鴨の解体処理について、新小田ら⁸²⁾は屠殺～解体までの時間がブロイラーの1.8～2.8倍を要したと報告している。家鴨類は羽毛構成の違いからブロイラーに比べ脱毛処理に難があり、特に皮中に残る生えかけの筆毛はワックス処理やピンセットによる毛抜き作業を要することから、作業能率が劣っている⁷⁾。そのため、一般のブロイラーの処理ラインに乗せることが出来ず、家鴨肉の販路拡大を図る上での大きな課題とされている⁷⁾。本試験では家鴨3品種に脱毛処理後の筆毛の残存は観察されず、胸および背部の脱毛状況からみる限り、屠殺～解体に要する時間に家鴨3品種間で差はないものと推察された。

3 解体成績

21週齢の屠殺・解体時における家鴨3品種の解体成績を表16に示した。生体重は中国系在来種が他2品種に比べ有意に大きく($P<0.05$)、枝肉量の生体重比に品種差がみられなかったため、枝肉量についても生体重と同様な結果を示した($P<0.05$)。ムネ肉の生体重比については、合鴨が最も大きく、次いでインディアンランナー、中国系在来種の順となり、家鴨3品種間で有意差が認められた($P<0.05$)。一方、モモ肉についてはインディアンランナーと中国系在来種が合鴨と比べ有意に高い値を示した($P<0.05$)。ササミについては、合鴨が他の2品種と比べ有意に高い割合を示した($P<0.05$)。なお、腹腔内脂肪の生体重比に家鴨3品種間で差はみられなかった。水田放飼したチェリバレー、マガモおよび両者の1代交雑種の産肉性を比較したEDARら⁸⁰⁾はマガモが他の2品種に比べ生体重に占めるムネ肉とササミの割合が高く、モモ肉の割合は低いことを報告している。ムネ肉およびササミは翼の上下運動に関係する筋肉であり⁸³⁾、マガモのように飛翔力のある品種では、生体重に占める割合が高いと考えられる。本試験で用いた合鴨は品種作出の基礎家鴨としてマガモが用いられ、家禽化の進んだ他の2品種に比べ高い飛翔力を持つことから、ムネ肉およびササミの生体重比が大きいものと推察された。これに対し、独特な直立姿勢をしたインディアンランナーと中国系在来種は合鴨に比べ陸上での歩行に適した体型をしていると考えられ、そのため高いモモ肉割合を示したと推察さ

表16. 家鴨 3 品種の枝肉量および各肉量の生体重に対する割合

| 品種 | 生体重 (g) | 枝肉量 (g) | 歩留り (%) | 各肉量の生体重に対する割合(%) | | | 腹腔内脂肪 (%) |
|---------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| | | | | ムネ肉 | モモ肉 | ササミ | |
| 合鴨 | 1428 ^a | 914 ^a | 64.1 | 15.6 ^a | 10.8 ^a | 2.1 ^a | 1.0 |
| インディアンナ | 1516 ^a | 986 ^a | 65.1 | 13.2 ^b | 13.2 ^b | 1.5 ^b | 1.6 |
| 中国系在来種 | 1983 ^b | 1256 ^b | 63.4 | 12.1 ^c | 12.5 ^b | 1.4 ^b | 1.4 |

各品種(n=6)

列の異符号間に有意差あり(P<0.05)

れた。また、尾野ら⁸⁴⁾も本試験に用いた家鴨3品種の胸筋ならびに外側腸脛骨筋の発達と筋線維の特性を検討した結果から同様な推察を行っている。このように、部分肉の生体重比に品種間差がみられたものの、新小田ら⁵⁶⁾は家鴨肉の流通からみて、屠殺時体重が2 kg程度あり、ある程度の肉量が得られることを適性品種の条件として挙げている。本試験の結果からみて、家鴨3品種の中では中国系在来種がこの条件を満たしていることが明らかとなった。

4 肉の食味性

家鴨3品種のムネ肉に対する食味テストの結果を表17に示した。歯ごたえはインディアンランナーと中国系在来種が合鴨に比べ、多汁性についてはインディアンランナーが他の2品種に比べ、それぞれ有意に高い値を示した($P < 0.05$)。また、風味と総合評価については、インディアンランナーと中国系在来種が合鴨に比べ有意に高い値を示した($P < 0.05$)。なお、家鴨3品種の総合評価と各評価(歯ごたえ、多汁性および風味)の重回帰分析を行った結果、以下のような重回帰式を得た。

$$Y = 0.13 + 0.01X_1 + 0.09X_2 + 0.87X_3$$

Y；総合評価

X_1 ；歯ごたえ

X_2 ；多汁性

X_3 ；風味

求めた重回帰式の寄与率は0.786、 $X_1 \sim X_3$ の標準偏回帰係数はそれぞれ0.005、0.075および0.853であり、総合評価(Y)の変動に風味(X_3)が歯ごたえ(X_1)および多汁性(X_2)に比べ大きな影響を及ぼしていた。柳田¹⁵⁾は鴨肉と家鴨肉の食味について、歯ごたえがあり、しかも脂気のある家鴨肉の方が鴨肉より好まれると述べている。本試験では、肉の歯ごたえ、多汁性に比べ風味が総合評価に大きく影響し、パネラーによる風味の評価が高かった中国系在来種とインディアンランナーに対する嗜好性は合鴨に比べ高いことが明らかとなった。肉の風味については、家禽化の進んだ中国系在来種およびインディアンランナーと違い、野生種に近い合鴨の肉には独特な“臭み”があり、これが風味の評価に反映しているものと推察された。

表17. 家鴨 3 品種のムネ肉における食味テストの成績

| 品種 | 歯ごたえ | 多汁性 | 風味 | 総合評価 |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 合鴨 | 3.35 ^a | 2.77 ^a | 2.70 ^a | 2.65 ^a |
| インディアンナー | 3.65 ^b | 3.14 ^b | 3.54 ^b | 3.58 ^b |
| 中国系在来種 | 3.70 ^b | 2.81 ^a | 3.68 ^b | 3.65 ^b |

列の異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

(食味テストにおける評点法)

歯ごたえ・多汁性; 5 非常にある 4 ある 3 普通 2 ない 1 非常にない

風味; 5 非常に良い 4 良い 3 普通 2 悪い 1 非常に悪い

総合評価; 5 非常においしい 4 おいしい 3 普通 2 おいしくない 1 非常においしくない

以上のように、水田放飼した合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の産肉性について品種間で比較検討した結果、脱毛性に差は認められなかったものの、合鴨は成長速度、インディアンランナーは肉の食味性に優れていた。一方、中国系在来種は体重、解体成績および肉の食味性に優れており、総合的にみて家鴨3品種の中で最も優れた産肉性を持つ品種であることが示唆された。

また水田放飼した合鴨、インディアンランナー、中国系在来種3品種の体重を21週齢、28週齢、35週齢の3回測定するとともに、21週齢の屠殺時には胸肉率、解体成績および肉の食味性について調査した。

1. 体重と成長速度について水田放飼した合鴨、インディアンランナー、中国系在来種3品種に比べて、21週齢時点で合鴨は最も高い体重を示した($P < 0.05$)。

2. 胸肉率について水田放飼した合鴨、インディアンランナー、中国系在来種3品種に比べて、21週齢時点で合鴨は最も高い胸肉率を示した($P < 0.05$)。

3. 解体成績について水田放飼した合鴨、インディアンランナー、中国系在来種3品種に比べて、21週齢時点で合鴨は最も高い解体成績を示した($P < 0.05$)。

4. 肉の食味性について水田放飼した合鴨、インディアンランナー、中国系在来種3品種に比べて、21週齢時点で合鴨は最も高い肉の食味性を示した($P < 0.05$)。

以上から、21週齢時の体重、解体成績および肉の食味性からみても中国系在来種が最も優れた産肉性を持っていることが示唆された。

要 約

本章では、合鴨農法に適した家鴨類の品種選定を行うために、インディアンランナー、中国系在来種および合鴨の3品種を用い、水田放飼における産肉性について比較検討した。12日齢～12週齢まで水田放飼した家鴨3品種を21週齢まで舎飼した後、屠殺・解体した。試験期間中、家鴨3品種の体重を週1回、飼料消費量を毎日測定するとともに、21週齢の屠殺時には脱毛性、解体成績および肉の食味性について調査した。

1. 中国系在来種の体重は12週齢でインディアンランナーに比べ、21週齢で他2品種に比べそれぞれ有意に高い値を示した($P < 0.05$)。
2. 屠殺時における家鴨3品種の脱毛性に問題はなく、品種間に差は認められなかった。
3. 解体成績については、各部分肉の生体重比に品種間差がみられたものの、枝肉量では中国系在来種が家鴨3品種の中で最も高い値を示した($P < 0.05$)。
4. ムネ肉に対する食味テストでは、パネラーによる風味評価の高かった中国系在来種とインディアンランナーが合鴨に比べ高い嗜好性を示した($P < 0.05$)。

以上から、21週齢時の体重、解体成績および肉の食味性からみて中国系在来種が他の2品種に比べ産肉性に優れていることが示唆された。

第5章 家鴨類の雛生産能力の品種間差

緒言

伝統的に家鴨類の飼育が盛んな中国やインドネシアなどの東南アジア諸国では、家鴨卵を食べる習慣があり、市場では鶏卵と並んで販売されている¹¹⁾。特に、卵用家鴨の飼育が盛んであるインドネシアでは年間消費される食卵の約25%を家鴨卵が占めている²⁹⁾。また、これらの国では家鴨卵を加工して消費するケースが多く、一般的に知られている中国の“皮蛋(ピータン)”に加え、インドネシアの“塩漬け卵”，ベトナムおよびフィリピンにおいては孵卵途中の卵(孵卵開始後18～19日目)をボイルして食べるなど各地で特色ある加工方法がみられる^{29,85)}。一方、わが国における家鴨卵の用途については、その生産量は明らかではないが、一部ピータン(皮蛋)などの加工用に消費される以外は雛生産を目的とした孵化業者による種卵採取が行われている¹⁵⁾。合鴨農法において、毎年田植え時期(3～6月)に必要な雛はこうした孵化業者よりその多くが供給される²⁵⁾とともに、一部の農家では水田放飼に用いた家鴨類より自家生産が行われている。したがって、合鴨農法における適性品種は、雛を安定的に供給するための産卵能力(産卵率および飼料利用性)、種卵の受精率ならびに孵化率、そして雛の強健性(育雛率)までを含めた高い雛生産能力を持つ必要がある。インディアンランナー^{11,29,85)}は多産系の卵用種として知られているが、中国系在来種および合鴨の産卵能力に関する報告は見当たらない。

そこで本章では、合鴨農法における合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の雛生産能力を明らかとするために、産卵能力、種卵の受精率・孵化率および貯蔵性、育雛率、卵質の面から品種間で比較検討した。

材料および方法

本研究は1994年6月～1997年9月にかけて、鹿児島大学農学部附属農場内の動物飼育棟で行った。

1. 産卵および孵化成績

試験には、1994年6月30日に孵化した中国系在来種11羽(♀8:♂3)、1996年8月1日に孵化した合鴨21羽(♀16:♂5)ならびにインディアンランナー21羽(♀16:♂5)を供した。

産卵試験を中国系在来種については1994年7月～1995年8月、合鴨とインディアンランナーについては1996年8月～1997年9月にかけて、動物飼育棟でそれぞれ実施した。中国系在来種、合鴨およびインディアンランナーの飼育密度は、それぞれ0.6、2.0および1.1羽/m²であり、試験期間中、家鴨3品種には市販成鶏用配合飼料(ME:2,800Kcal/kg, CP:16.0%)を不断給与した。産卵開始から試験終了時まで家鴨3品種の産卵個数を毎日記録し、群の雌の50%が産卵した日を初産日齢とするとともに、5～13カ月齢にかけてヘンディ産卵率を調査した。また、卵重および1日当たりの飼料消費量を週1回測定し、産卵期間中の総産卵量(kg)に対する飼料要求率を算出した。

孵化試験を中国系在来種については1995年3～6月、合鴨とインディアンランナーについては1997年3～6月にかけて、それぞれ実施した。集卵後、鈍端を上にした状態で10～15℃の温度条件下に保存された貯卵1週間以内の家鴨3品種の種卵を孵卵温度37℃、湿度60～70%に設定した立体孵卵機(全慶園製2600型および昭和フランキ製P-05型)の中に鈍端を上にして入卵し、入卵後1週間目の検卵で入卵個数に対する受精率を求めるとともに、孵化羽数より対受精卵孵化率を算出した。

2. 種卵の貯蔵性

1997年3月に集卵した家鴨3品種の種卵を10～15℃の温度条件下、鋭端を上にした状態で2および4週間貯蔵した後、孵卵温度37℃、湿度60～70%に設定した立体孵卵機(昭和フランキ製P-05型)の中に鈍端を上にして入卵し、孵化羽数より対入卵孵化率を算出した。なお、入卵後1週間目の検卵時、無精卵と貯卵中に死亡した種卵を判別するのが困難であったため、受精率および対受精卵孵化率は算出しなかった。

3. 育雛率

試験には、1996年8月1日に孵化した合鴨40羽、インディアンランナー25羽および中国系在来種40羽の初生雛を用いた。保温のために赤外線ランプ(200W)各1個ずつを設置した動物飼育棟内の育雛場で、市販成鶏用配合飼料

(ME: 2,800Kcal/kg, CP: 16.0%)を不断給与しながら飼育し、4週齢の時点で生存率を調査した。なお、家鴨3品種の飼育密度は16.5羽/m²であった。

4. 卵質

試験には、1997年4月25日に集卵した家鴨3品種の種卵各10個ずつを用いた。集卵当日、家鴨3品種の卵重、卵黄重、卵白重、卵殻重および卵白pHを測定するとともに、卵質検査機器(富士平工業(株)製)を用い、卵殻厚、卵形係数、ハウ・ユニットおよび卵黄係数についても調査した。

5. 統計解析

得られた結果のうち、卵重、飼料消費量および卵質については1元配置分散分析、その他については χ^2 検定により統計処理を行った³²⁾。

結果および考察

1. 産卵能力

家鴨3品種の産卵成績を表18に示した。初産日齢については、インディアンランナーが合鴨と中国系在来種に比べそれぞれ23日および55日早く産卵を開始した。産卵率は、合鴨が最も高く、次いで中国系在来種、インディアンランナーの順となり、家鴨3品種間に有意差が認められた($P < 0.05$)。卵重については中国系在来種が最も大きく、次いでインディアンランナー、合鴨の順となり、家鴨3品種間に有意差が認められた($P < 0.05$)。また、飼料消費量は合鴨とインディアンランナーが中国系在来種に比べ有意に低い値を示した($P < 0.05$)。なお、5~13ヵ月齢の飼料要求率は合鴨が最も低く、次いでインディアンランナー、中国系在来種の順となった。インドネシア原産のインディアンランナーは年間200~300個以上と高い産卵能力を有する卵用種として知られている^{11,29,85)}が、本試験においては他の2品種に比べ初産日齢が早かったものの、産卵率では劣っていた。また、中国系在来種は比較的高い産卵率を示したものの、飼料利用性の面で他2品種に比べ劣っていた。これに対し、合鴨は産卵率と飼料利用性からみて、家鴨3品種の中で最も高い産卵能力を持つ品種であることが明らかとなった。本試験で明らかとなった合鴨の優れた産卵能力については、佐藤ら⁸⁶⁾および古市ら⁸⁷⁾により多産かつ飼料利用性に優れた品種と

表18. 家鴨 3 品種の産卵成績

| 品種 | 初産日齢 | 5～13 カ月齢 | | | |
|----------|------|-------------------|-------------------|--------------------|-------|
| | | 産卵率 (%) | 卵重 (g) | 飼料消費量 (g/羽/日) | 飼料要求率 |
| 合鴨 | 181 | 73.1 ^a | 61.0 ^a | 160.6 ^a | 3.6 |
| インディアンナー | 158 | 62.2 ^b | 64.0 ^b | 169.1 ^a | 4.3 |
| 中国系在来種 | 213 | 69.0 ^c | 74.3 ^c | 295.3 ^b | 5.8 |

列の異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

して報告されているカーキーキャンベルが同品種作出の基礎家鴨として用いられていることが関係しているものと思われた。

2 種卵の受精率および孵化率

合鴨農法で雛の需要が高まる3～6月における家鴨3品種の孵化成績を表19に示した。受精率は合鴨と中国系在来種がインディアンランナーに比べ有意に高い値を示し、対入卵孵化率についても同様な結果を示した($P<0.05$)。対受精卵孵化率については、中国系在来種が最も高く、次いで合鴨、インディアンランナーの順となり、家鴨3品種間で有意差が認められた($P<0.05$)。一般に家鴨卵の孵化率は70%前後と鶏卵に比べ低く¹⁵⁾、EDARら⁸⁸⁾もチェリパレー、マガモおよび両者の1代交雑種の孵化成績について、マガモの受精率および孵化率は極めて低かったものの、他の2品種については受精率が93～97%、対受精卵孵化率は67～78%であったと報告している。本試験においても、インディアンランナーが柳田¹⁵⁾およびEDARら⁸⁸⁾とほぼ同様の結果を示したのに対して、合鴨と中国系在来種は受精率および対受精卵孵化率ともインディアンランナーに比べ高く、特に中国系在来種の対受精卵孵化率は90%以上と高い値を示した。泉⁸⁹⁾は家鴨卵の孵化率が鶏卵に比べ低い理由として、鶏に比べ孵化に要する日数が長く、孵卵中に鶏よりも高い湿度を要することなどを理由として挙げており、新小田ら⁹⁰⁾は孵卵後期(25日目以降)に孵卵機内の湿度を高めることにより孵化率が向上したと報告している。したがって、孵化日数ならびに孵卵後期の死籠り卵の発生は孵化率に大きな影響を及ぼすものと考えられる。本試験では、孵化日数について調査を行っていないが、観察した限りではインディアンランナーは他2品種に比べ、孵化日数が約1日長く29日目に多く孵化する傾向がみられ、下卵(孵卵25日)時の発育卵に対する死籠り卵の発生率については、合鴨および中国系在来種の8.7、6.8%に対し、インディアンランナーは26.0%と高い値を示した($P<0.05$)。これらのことから、インディアンランナーの嘴打～孵化までに要する時間は他2品種より長く、その結果孵化直前での死籠りが多く発生し、低い孵化率を示したものと推察された。2～6月における家鴨3品種の産卵率は、合鴨と中国系在来種が86.0、86.7%とインディアンランナーの71.3%に比べ有意に高く($P<0.05$)、受精率および対受精卵孵化

表19. 家鴨 3 品種の孵化成績

| 品種 | 供試卵数 | 受精率 (%) | 対入卵孵化率 (%) | 対受精卵孵化率 (%) |
|------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 合鴨 | 549 | 98.0 ^a | 86.3 ^a | 88.1 ^a |
| インディアンランナー | 303 | 89.1 ^b | 59.1 ^b | 66.3 ^b |
| 中国系在来種 | 584 | 96.2 ^a | 88.5 ^a | 92.0 ^c |

列の異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

率の結果と合わせて考えた場合、3～6月における雛の生産量は中国系在来種が最も多く、次いで合鴨、インディアンランナーの順になることが明らかとなった。

3 種卵の貯蔵性

10～15℃の条件下で2および4週間貯卵した場合の家鴨3品種の孵化成績を表20に示した。貯卵2週間における家鴨3品種の対入卵孵化率は合鴨が家鴨3品種の中で最も高く、インディアンランナーとの間で有意差が認められた($P<0.05$)。貯卵4週間においては、貯卵2週間に比べ家鴨3品種の対入卵孵化率は42～47%の低下が認められ($P<0.05$)、家鴨3品種間では合鴨がインディアンランナーに比べ有意に高い値を示した($P<0.05$)。家鴨卵の貯卵日数については、KORTLANG⁹¹⁾は2週間以内、本荘ら⁹²⁾は10日以内が望ましいと報告しており、EDARら⁸⁸⁾もチェリバレー、マガモおよび両者の1代交雑種の貯卵0～4週間における孵化成績について、貯卵2週以降、種卵の孵化率は徐々に低下したと報告している。本試験でも貯卵2週間における家鴨3品種の孵化率は貯卵1週以内の対入卵孵化率(表19)に比べ、4.9～20.6%の低下を示し、その低下は中国系在来種が最も大きく、その結果、インディアンランナーとの間に孵化率の差は認められなくなった。これに対し、合鴨における孵化率の低下は3品種の中で最も小さく、貯卵2週間における孵化率でインディアンランナーに比べ有意に高い値を示した($P<0.05$)。本荘ら⁹²⁾は貯卵日数の経過に伴う孵化率低下について、ハウ・ユニットの低下、卵白pHの上昇による卵質低下が胚の発生能を損なうことに原因があると報告している。本試験における入卵後1週目の検卵時での合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の入卵個数に対する生存率は、貯卵2週間が96.6、77.8および79.2%、貯卵4週間が56.9、10.9および41.4%であり、合鴨がインディアンランナーに比べ有意に高い生存率を示し($P<0.05$)、その結果が孵化率の差に反映されたものと推察された。

4 育雛率

家鴨3品種の0～4週齢における育雛率を図32に示した。合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の育雛率はそれぞれ90.0、92.0および95.0%

表20. 家鴨 3 品種の種卵の貯蔵性

| 品種 | 貯卵 2 週間 | | 貯卵 4 週間 | |
|----------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|
| | 入卵個数 | 対入卵孵化率(%) | 入卵個数 | 対入卵孵化率(%) |
| 合鴨 | 59 | 81.4 ^{A, a} | 58 | 34.5 ^{B, a} |
| インディアンナ- | 54 | 51.9 ^{A, b} | 55 | 9.1 ^{B, b} |
| 中国系在来種 | 53 | 67.9 ^{A, ab} | 58 | 24.1 ^{B, ab} |

行のA, B($P < 0.05$), 列のa, b($P < 0.05$)

であり、家鴨3品種間には差は認められなかった。白鴨成長において、初生雛は育成の手により本試験前まで水質と十分な餌をから飼育されており、育雛中の雛の死亡有数を出産するだけ少なく抑えるという点から、強健な雛が必要とされている。本試験に供試した家鴨3品種の育雛率は90%以上と高く、雛の強健性に品種間差は認められなかった。

5. 卵質

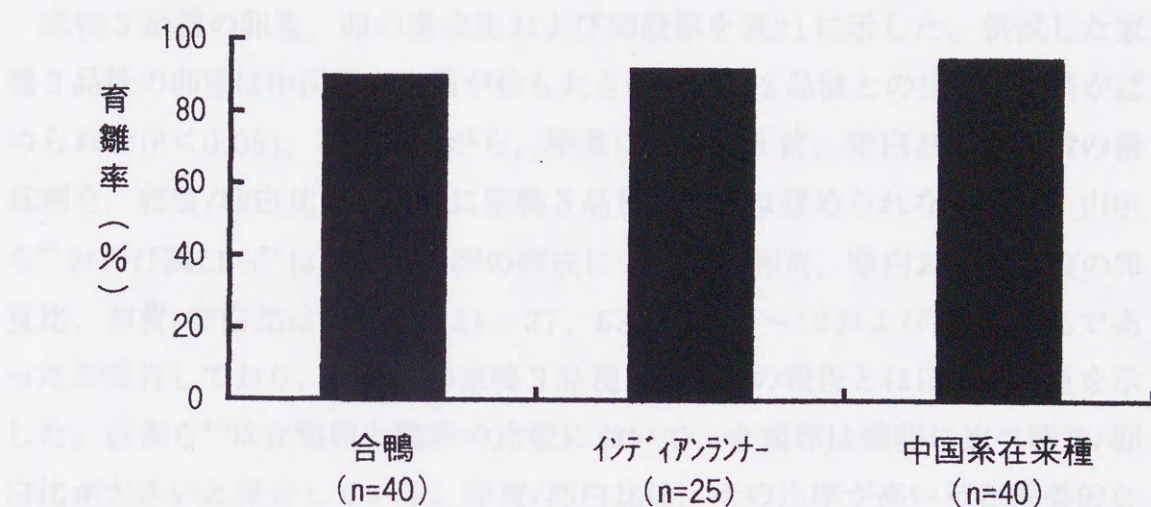


図32. 家鴨3品種の育雛率(0-28日齢)

白比が大きいと卵質/卵重比が高くなる傾向がみられた。卵質/卵重比については、田名部ら¹⁸⁾が各種家鴨種の比較の中で産卵能力が高いほどその値は低くなる傾向がみられたと報告しているが、本試験では産卵能力であるがみられた(表19)家鴨2品種間で差は認められなかった。また、卵殻厚は卵殻強度を決定する重要な指標とされている^{19,20)}が、家鴨3品種は田名部ら¹⁸⁾が示した各種家鴨種の卵殻厚0.34~0.37mmと重複した値を示してあり、品種間には差は認められなかった。このように、卵質は中国系在来種が他2品種に比べ大きかったものの、卵の構成、卵殻厚については卵重との関連性はみられず、品種による違いは認められなかった。

家鴨3品種の卵質を表20に示した。卵形係数はインディアンランナーが他2品種に比べ有意に高い値を示した($P<0.05$)。家鴨3品種のうち、エムフ

であり、家鴨3品種間に差は認められなかった。合鴨農法において、初生雛は農家の手により水田放飼まで水慣らしを行いながら飼育されており⁷³⁾、育雛中の雛の死亡羽数を出来るだけ少なく抑えるという点から、強健な雛が必要とされている。本試験に供試した家鴨3品種の育雛率は90%以上と高く、雛の強健性に品種間差は認められなかった。

5. 卵質

家鴨3品種の卵重、卵の構成比および卵殻厚を表21に示した。供試した家鴨3品種の卵重は中国系在来種が最も大きく、他の2品種との間に有意差が認められた($P < 0.05$)。しかしながら、卵重に対する卵黄、卵白および卵殻の構成割合、卵黄/卵白比、卵殻厚に家鴨3品種間で差は認められなかった。山中ら⁹³⁾および関口ら⁹⁴⁾は各種家鴨卵の構成について、卵黄、卵白および卵殻の卵重比、卵黄/卵白比はそれぞれ31~37、53~59、9~12および53~67%であったと報告しており、本試験の家鴨3品種もこれらの報告とほぼ同様な値を示した。古瀬ら⁹⁵⁾は合鴨卵と鶏卵の比較において、合鴨卵は鶏卵に比べ卵黄/卵白比が大きいと報告している。卵黄/卵白比は、その比率が高いほど栄養的な面あるいは卵黄を利用するマヨネーズ、アイスクリーム製造などへの利用の面から食用価値が高いとされている^{94,96,97)}。本試験で用いた家鴨3品種の卵黄/卵白比には差がみられなかったことから、今後の食卵としての利用を図る上での価値は3品種とも高いと推察された。卵殻/卵重比については、田名部ら⁹⁸⁾が各種家鴨卵の比較のなかで産卵能力が高いほどその値は低くなる傾向がみられたと報告しているが、本試験では産卵能力で差がみられた(表18)家鴨3品種間で差は認められなかった。また、卵殻厚は卵殻強度を推定する重要な指標とされている^{96,99,100)}が、家鴨3品種は田名部ら⁹⁸⁾が示した各種家鴨卵の卵殻厚0.34~0.37mmと近似した値を示しており、品種間に差は認められなかった。このように、卵重は中国系在来種が他2品種に比べ大きかったものの、卵の構成、卵殻厚については卵重との関連性はみられず、品種による違いは認められなかった。

家鴨3品種の卵質を表22に示した。卵形係数はインディアンランナーが他の2品種に比べ有意に高い値を示した($P < 0.05$)。家鴨3品種のハウ・ユニッ

表21. 家鴨卵の卵重，構成比および卵殻厚

| 品種 | 卵数 | 卵重(g) | 卵重に対する割合(%) | | | 卵黄/卵白(%) | 卵殻厚(mm) |
|------------|----|-------------------|-------------|------|------|----------|---------|
| | | | 卵黄 | 卵白 | 卵殻 | | |
| 合鴨 | 10 | 60.8 ^a | 31.6 | 57.4 | 11.0 | 55.1 | 0.38 |
| インディアンランナー | 10 | 64.4 ^a | 32.1 | 57.3 | 10.6 | 56.2 | 0.37 |
| 中国系在来種 | 10 | 77.5 ^b | 32.9 | 56.3 | 10.8 | 58.5 | 0.38 |

列の異符号間に有意差あり($P < 0.05$)

表22. 家鴨卵の卵質

| 品種 | 卵数 | 卵形係数 | ハウ・ユニット | 卵黄係数 | 卵白pH |
|------------|----|-------------------|---------|------|------|
| 合鴨 | 10 | 74.0 ^a | 85.7 | 0.43 | 8.4 |
| インディアナランナー | 10 | 81.5 ^b | 83.5 | 0.45 | 8.6 |
| 中国系在来種 | 10 | 73.8 ^a | 83.7 | 0.45 | 8.7 |

列の異符号間に有意差あり(P<0.05)

ト、卵黄係数および卵白pHについては、家鴨3品種間に差は認められなかった。卵形係数は、包装の際の卵殻破損と密接に関係しており、その値は72～76が望ましいとされており⁹⁹⁾、EDARら⁸⁸⁾はチェリバレー、マガモおよび両者の1代交雑種の卵形係数は72～80の範囲を示したと報告している。本試験では、合鴨と中国系在来種の卵形係数が適切な範囲内にあったのに対し、インディアンランナーは他2品種およびEDARら⁸⁸⁾の結果に比べ大きく、写真2に示す通り丸い卵形をしていることが明らかとなった(なお、家鴨3品種の卵殻色はインディアンランナーがすべての卵が青であったのに対し、合鴨と中国系在来種の全卵に対する青卵率はそれぞれ1.8、12.7%であり、残りは白卵であった)。ハウ・ユニット、卵黄係数および卵白pHは卵の新鮮度を示す指標であり、ハウ・ユニットおよび卵白pHは濃厚卵白の劣化度を示し^{96,99,100)}、卵黄係数は卵黄膜の劣化度を示すとされている¹⁰⁰⁾。EDARら⁸⁸⁾は、チェリバレー、マガモおよび両者の1代交雑種の当日集卵した卵のハウ・ユニット、卵黄係数および卵白pHはそれぞれ85.0～91.0、0.43～0.47および7.8～8.2であり、品種間に差がみられたと報告している。本試験に用いた家鴨3品種の卵白pHはEDARら⁸⁸⁾が示した値に比べ若干高いものの、その他については近似した値を示し、品種間に差は認められなかった。このように卵形については、合鴨と中国系在来種がインディアンランナーに比べ優れていたが、家鴨3品種の新鮮卵のハウ・ユニット、卵黄係数および卵白pHからみた質に差は認められなかった。

以上のように、合鴨農法からみた合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の雛生産能力について品種間で比較検討した結果、育雛率および卵質には家鴨3品種間で差が認められなかったものの、合鴨は産卵能力、種卵の貯蔵性、中国系在来種は孵化率の面でインディアンランナーに比べ優れていることが明らかとなった。



写真 2. 左より合鴨，インディアンランナー，
中国系在来種の種卵

要 約

本章では、合鴨農法に適した家鴨類の品種選定を行うための基礎的知見を得るために、インディアンランナー、中国系在来種および合鴨の雛生産能力について比較検討した。5～13ヵ月齢の合鴨およびインディアンランナー21羽(♀16:♂5)、中国系在来種11羽(♀8:♂3)を用い、産卵能力、種卵の孵化成績について調査するとともに、種卵の貯蔵性、育雛率および卵質についても家鴨3品種間で比較検討した。

1. 初産日齢はインディアンランナーが家鴨3品種の中で最も早く、産卵率と飼料利用性については合鴨が他の2品種に比べ優れていた($P<0.05$)。
2. 3～6月における受精率は合鴨と中国系在来種がインディアンランナーに比べ有意に高く($P<0.05$)、対受精卵孵化率では中国系在来種が最も高く、次いで合鴨、インディアンランナーの順となり、家鴨3品種間に有意差が認められた($P<0.05$)。種卵の貯蔵性については、家鴨3品種とも貯卵期間の延長に伴い孵化率が低下したものの($P<0.05$)、貯卵2および4週間のいずれにおいても合鴨がインディアンランナーに比べ有意に高い孵化率を示した($P<0.05$)。
3. 0～4週齢までの合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の育雛率は、それぞれ90.0、92.0および95.0%であり、家鴨3品種間に差は認められなかった。
4. 卵形については、合鴨と中国系在来種がインディアンランナーに比べ優れていたが($P<0.05$)、卵の構成割合、卵殻厚、ハウ・ユニット、卵黄係数および卵白pHからみた卵質に家鴨3品種間で差は認められなかった。

以上から、合鴨は産卵能力および種卵の貯蔵性、中国系在来種は孵化率の面でそれぞれ優れており、インディアンランナーに比べ高い雛生産能力を持つことが明らかとなった。

第6章 合鴨農法からみた家鴨類の体型および行動特性

緒言

家鴨類は野生のマガモが今から約3,000年前に中国において、そして後にインドネシアでそれぞれ家畜化されて以来、世界各地で風土、用途に合わせた品種改良が行われ、その結果卵肉生産としての能力に加え、体型、性質等の面でバラエティに富む品種が作出されている^{10,11)}。合鴨農法における適性品種の選定では、家鴨類が人に慣れやすい、飛ばないなど人が管理しやすい易い性質を持つことは非常に重要である。これに加え、本研究ではこれまでに合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の水田および茶園放飼における能力(第2,3章)、産肉性(第4章)、雛生産能力(第5章)について検討を行ってきたが、その中でいくつかの疑問点が残された。具体的には、家鴨3品種でみられた水田と茶園における駆虫能力の違い(第2,3章)、家鴨3品種が摂食可能な害虫の生息位置(第3章)が挙げられる。しかしながら、以上のような合鴨農法における家鴨類の体型および行動特性に着目した報告は見当たらない。

そこで本章では、合鴨農法における合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の体型的特徴ならびに行動特性を明らかにするために、家鴨3品種の体型、飛翔力、人に対する逃避反応、雛と親鴨の虫摂食行動の違いおよび摂食可能な高さについて品種間で比較検討した。

材料および方法

本試験は、1996年9月～1998年1月にかけて鹿児島大学農学部附属農場内の実験水田および動物飼育棟で行った。

1. 体型

1996年6月12日に孵化した合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種各6羽を6月24日～9月4日までの72日間水田放飼した後、11月5日まで動物飼育棟において舎飼し、21週齢の時点で供試した。家鴨3品種の体型調査は、まず体重および胸囲の測定を行い、次に家鴨類を目盛り付きの測定枠に

入れ、静止状態での写真撮影を行い、プリント写真より頭部高(地面～頭頂部までの高さ)ならびに体軸角度(下腹部～地面に対して引いた直線の傾き)を測定した。

2 行動特性

(1) 飛翔力

1997年6月20日に孵化した合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種各6羽を6月26日～9月4日までの70日間水田放飼し、水田引き上げ直後の11週齢の時点で高さ1 mの台より家鴨3品種を飛翔させ、台の底面から着地地点までの距離を測定した。その後、家鴨3品種は動物飼育棟において舎飼され、22週齢の時点で同様な調査を行った。

(2) 人に対する逃避反応

試験には1997年6月20日に孵化した合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種各6羽を用い、家鴨3品種を実験水田(16.5 a)内に設けた家鴨類放飼区(各3 a)に6月26日～9月4日までの70日間水田放飼した。7月10～17日(3週齢)および8月23～28日(9週齢)にかけて、各試験区に設けた休息場(2×2 m)に滞在している家鴨3品種に人が接近し、群れとして逃避反応を示した時点での家鴨類と人との距離(逃避反応距離)を測定した。なお、家鴨3品種に対して、刷り込みは実施しておらず、コミュニケーションは日に1回の給餌だけであった。

1997年10月17日に孵化した合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の初生雛各12羽ずつを用い、刷り込みが家鴨類の人への慣れに及ぼす影響を調査した。試験は、各品種を刷り込み区と刷り込みを行わない対照区に区分するとともに、刷り込み区については孵化後13～18時間において、刷り込みを実施した。刷り込みは、動物飼育棟において1分ごとに1 mの移動を20回、2分ごとに2 mの移動を5回計30 m追従させるとともに、屋外にて5分ごとに5 mの移動を計12回繰り返し追従させることにより行った。刷り込み後、刷り込みおよび対照区の初生雛は周囲の視覚的刺激を遮断した状態で舎飼し、刷り込み区については1～4日齢にかけて日に2回30分間の雛との接触を行った。また、両区とも給餌の際には、“コイ、コイ、コイ”と声をかけた。10、15および20日齢において、6時間以上絶食させた雛を0.39 m²のケージ内

に品種別に各6羽入れ、手に乗せた10gの配合飼料を“コイ、コイ、コイ”と声をかけながら提示してから摂食を開始するまでの時間(摂食開始時間)を8ミリビデオ(SONY製 CCD-TRV92)を用い、記録した。

(3) 雛と親鴨の虫への摂食行動

試験は、1997年11月7日に合鴨と中国系在来種の雛(性別不明3週齢)各8羽および親鴨(♂14ヵ月齢以上)各6羽、インディアンランナーの雛(性別不明3週齢)7羽ならびに親鴨(♂14ヵ月齢以上)6羽をそれぞれ用いて実施した。1×1.5mの囲いの中に粉ミルクを撒いてハエ類(主に、イエバエ)を集め、その中に12時間以上絶食させた家鴨3品種を20分間放飼した。放飼してから5分が経過した時点で、雛と親鴨の摂食行動(ハエ摂食、追跡)回数を肉眼による15分間の連続観察により調査した。

(4) 採食可能な高さ

1997年6月20日に孵化した合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種各6羽を6月26日～9月4日までの70日間水田放飼し、水田引き上げ直後の11週齢の時点で高さ40～80cmまで10cmごとにミミズを結んだ棒を各品種の飼育場所(各6羽ずつ群飼)に設置し、家鴨3品種の摂食行動を30分間肉眼観察した。その後、家鴨3品種は動物飼育棟において舎飼され、22週齢の時点で同様な調査を行った。なお、試験は各週齢において5回ずつ実施した。

3. 統計解析

得られた結果のうち、家鴨類の体軸角度と頭部高については両者の相関係数を求めるとともに、その他については1元配置分散分析により統計処理を行った³²⁾。

結果および考察

1. 体型

家鴨3品種の体格調査の結果を表23に示した。体重は中国系在来種が家鴨3品種の中で最も大きいのに対し($P<0.05$)、体軸角度はインディアンランナーが最も大きく、次いで中国系在来種、合鴨の順となり($P<0.05$)、頭部高についてはインディアンランナーと中国系在来種が合鴨に比べ有意に高い値を示

表23. 家鴨 3 品種の体格測定値

| 品種 | 体重 (g) | 体軸角度 | 頭部高 (cm) | 胸囲 (cm) |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 合鴨 | 1428 ^a | 18.8 ^a | 34.5 ^a | 32.5 ^a |
| インディアンランナー | 1516 ^a | 52.8 ^b | 47.8 ^b | 29.7 ^b |
| 中国系在来種 | 1983 ^b | 41.0 ^c | 50.0 ^b | 34.0 ^c |

各品種(n=6)

列の異符号間に有意差あり(P<0.05)

した($P < 0.05$)。胸囲については、中国系在来種が最も大きく、次いで合鴨およびインディアンランナーの順となり家鴨3品種間に差が認められた($P < 0.05$)。体重と頭部高、体軸角度および胸囲の関係を図33～35にそれぞれ示した。体重と体軸角度および頭部高の散布図より、インディアンランナーは体重が比較的軽いのに対し、頭部高、体軸角度は高い値を示しており、その体型は直立姿勢をした頭部高の高い品種であることが明らかとなった(図33および34)。なお、体軸角度と頭部高の相関係数は0.86($P < 0.01$)と極めて高かった。これに対し、体軸角度、頭部高ともに低い値を示した合鴨の体型は水平に近く、体重に比べ胸部のよく発達した品種であることが明らかとなった(図35)。中国系在来種の体型は、合鴨とインディアンランナーの中間型を示した。インディアンランナーの語源は走っている姿が人のように見えたことからきており、衣川⁸⁹⁾はその体型がまるでペンギンのようにサイダー瓶を60～70°に立てたようであると述べている。さらに、直立姿勢は産卵能力、採食性に大きく関係しており、傾きが大きい程産卵能力が高く、陸上での動作が機敏となり採食性を増大させるとしている⁸⁹⁾。一方、中国では体型から用途を区分しており、直立姿勢をしたものを卵用種、水平なものを肉用種、中間型を卵肉兼用種としている¹⁰¹⁾。これらを本試験の結果に当てはめると、インディアンランナーは陸上での生活に向けた卵用種、合鴨は陸上よりもむしろ水上での生活に適した肉用種、そして中国系在来種はこれら2品種の中間の性質を持つ卵肉兼用種に分類された。しかしながら、インディアンランナーはその体型的特徴から畑地放飼に適した品種と考えられたが、茶園放飼における能力に他2品種と違いはみられなかった(第3章)。一方、合鴨については水田放飼における能力でインディアンランナーに比べ優れるとともに(第2章)、他2品種に比べ発達した胸囲は解体時における胸肉の生体重比の高さ(第4章)を裏付けるものと思われた。

2 飛翔力

家鴨3品種の飛翔力を図36に示した。インディアンランナーと中国系在来種は11、22週齢とも翼をバタつかせるものの台の下に落下し、飛翔力は認められなかった。これに対し、合鴨は他2品種に比べ遠くまで飛翔することが可能であった($P < 0.05$)。合鴨農法では、家鴨類が水田引き上げの捕獲の際に飛

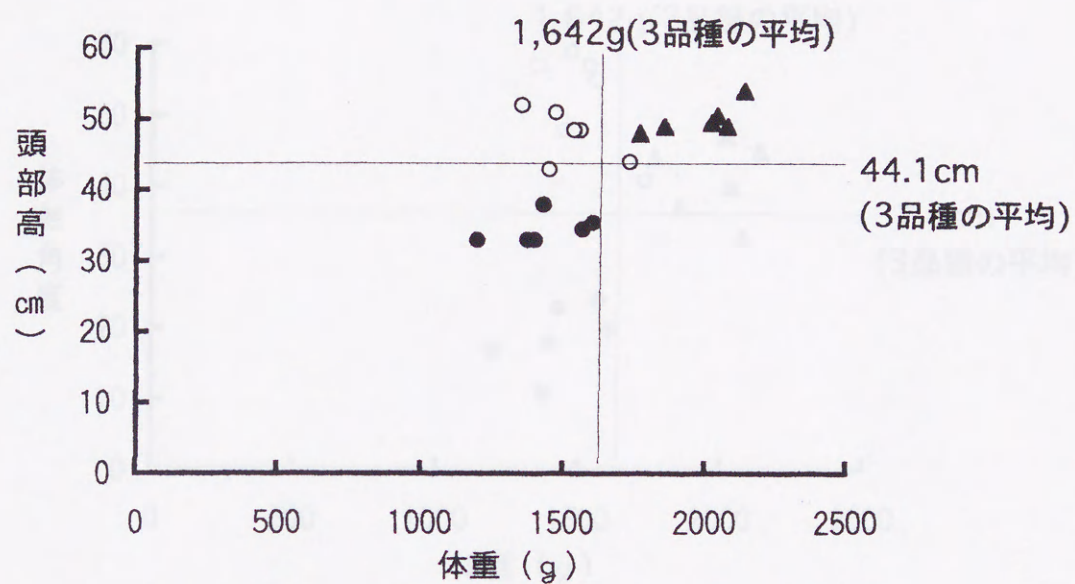


図33. 家鴨 3 品種の体重と頭部高の関係

- 合鴨
- インディアンランナー
- ▲中国系在来種

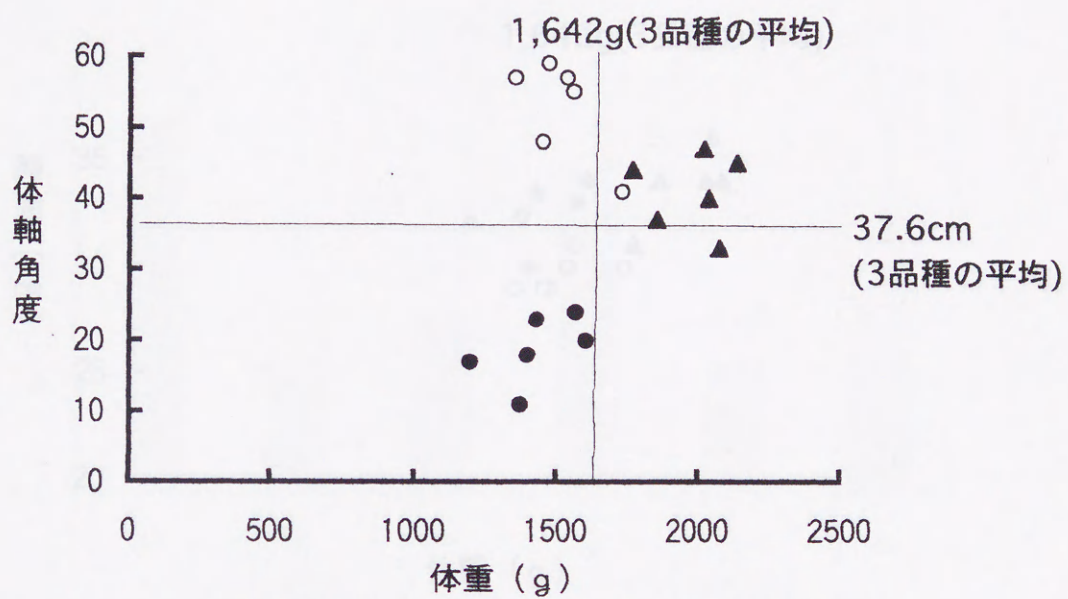


図34. 家鴨 3 品種の体重と体軸角度の関係

- 合鴨
- インディアンランナー
- ▲中国系在来種

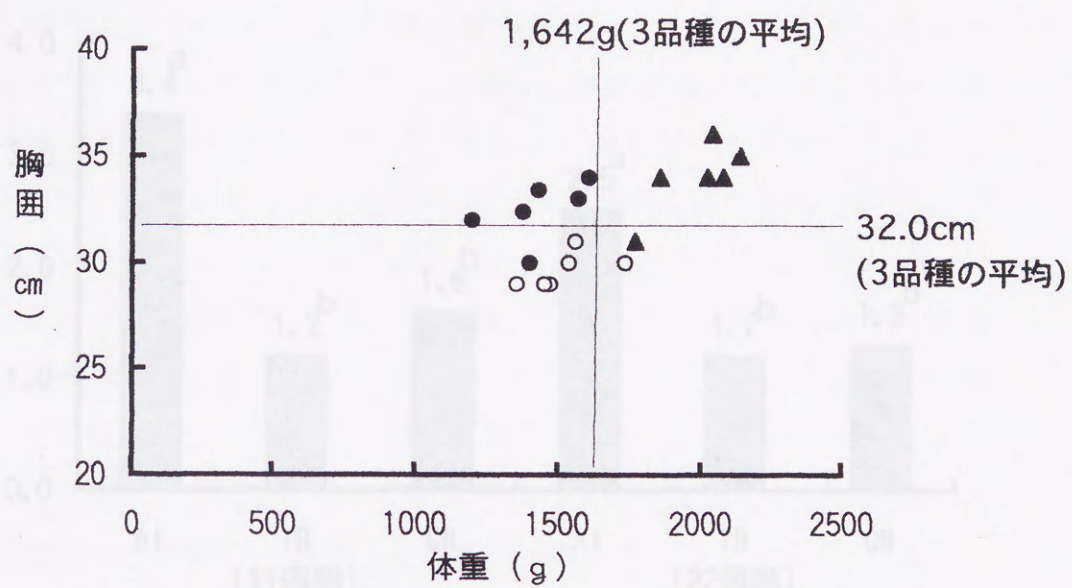


図35. 家鴨 3 品種の体重と胸囲の関係

- 合鴨
- インディアンランナー
- ▲中国系在来種

人で逃げることがあり、逃亡した家鴨が川などで野生化することが心配されている。その理由は、逃げたてである野マダモが家畜化された過期で飛翔力は退化したと考えられている¹⁾。しかしながら、台湾は品種作りの基礎資料としてマダモが用いられているため、他の品種と異なり飛翔力が残っているものと推察された。

3. 人に対する逃避反応

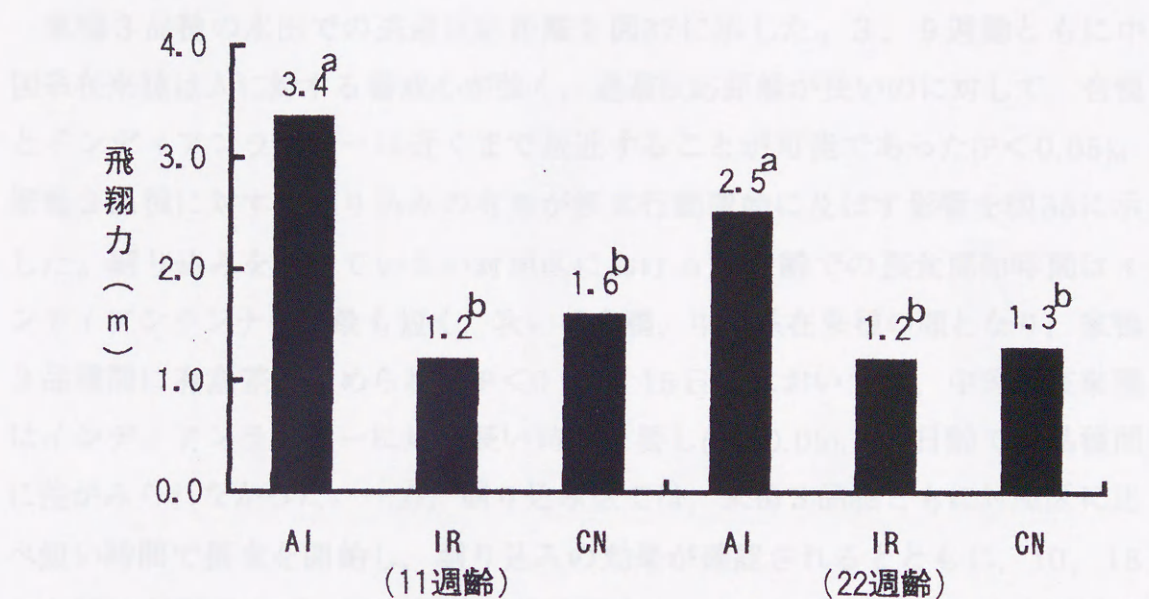


図36. 家鴨 3 品種の飛翔力

AI: 合鴨

IR: インディアンランナー

CN: 中国系在来種

各週齢の a, b $P < 0.05$

4. 人と家鴨の場への接近行動

家鴨 3 品種の人と家鴨の接近行動の調査を図39に示した。調査場所には、10 分間設置した2枚の粘着板(19×26cm)に合計127頭のイスバエが捕捉され、多

んで逃げる場合があり，逃亡した家鴨類が川などで野生化することが危惧されている。家鴨類は，渡り鳥である野生のマガモが家禽化された過程で飛翔力は退化したと考えられている¹⁵⁾。しかしながら，合鴨は品種作出の基礎家鴨としてマガモが用いられているため，他2品種と異なり飛翔力が残っているものと推察された。

3 人に対する逃避反応

家鴨3品種の水田での逃避反応距離を図37に示した。3，9週齢ともに中国系在来種は人に対する警戒心が強く，逃避反応距離が長いのに対して，合鴨とインディアンランナーは近くまで接近することが可能であった($P < 0.05$)。家鴨3品種に対する刷り込みの有無が摂食行動開始に及ぼす影響を図38に示した。刷り込みを行っていない対照区における10日齢での摂食開始時間はインディアンランナーが最も短く，次いで合鴨，中国系在来種の順となり，家鴨3品種間に有意差が認められた($P < 0.05$)。15日齢においても，中国系在来種はインディアンランナーに比べ長い時間を要し($P < 0.05$)，20日齢では品種間に差がみられなかった。一方，刷り込み区では，家鴨3品種ともに対照区に比べ短い時間で摂食を開始し，刷り込みの効果が確認されるとともに，10，15および20日齢のいずれにも品種間差は認められなかった。家鴨類は神経質で集団性が強く，音や物の気配に敏感に反応する習性を持つが，一方で孵化直後の短い時間に起こる“刷り込み¹⁰²⁾”を利用すれば，人との関係をより深めることが可能となる。合鴨農法では，毎日の給餌で家鴨類とのコミュニケーションを図ることは，水田引き上げ時の家鴨類の捕獲を容易にするために重要である。本試験では，インディアンランナーと合鴨が刷り込みの有無に関わらず人に慣れやすい品種であることが明らかとなった。これに対し，中国系在来種は刷り込みを行っていない場合，人に対する警戒心が他2品種に比べ強く，刷り込みを行うことで他2品種と同様に人に慣れることが明らかとなった。

4 雛と親鴨の虫への摂食行動

家鴨3品種の雛と親鴨の摂食行動回数を図39に示した。調査場所には，10分間設置した2枚の粘着板(19×25cm)に合計122頭のイエバエが捕獲され，多

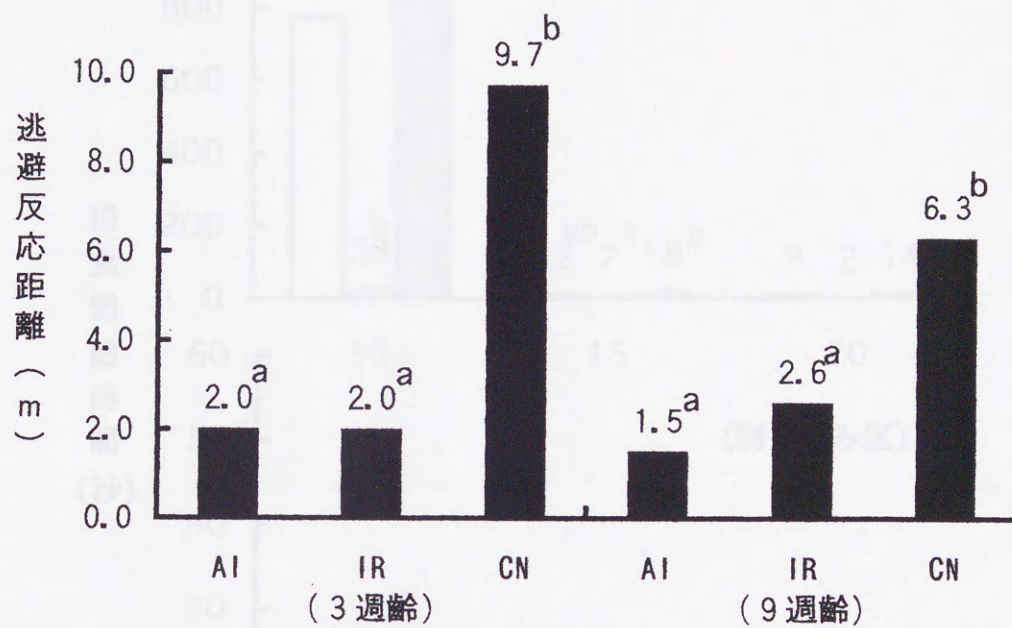


図37. 家鴨3品種の逃避反応距離

AI:合鴨

IR:インディアンランナー

CN:中国系在来種

各週齡の a, b $P < 0.05$

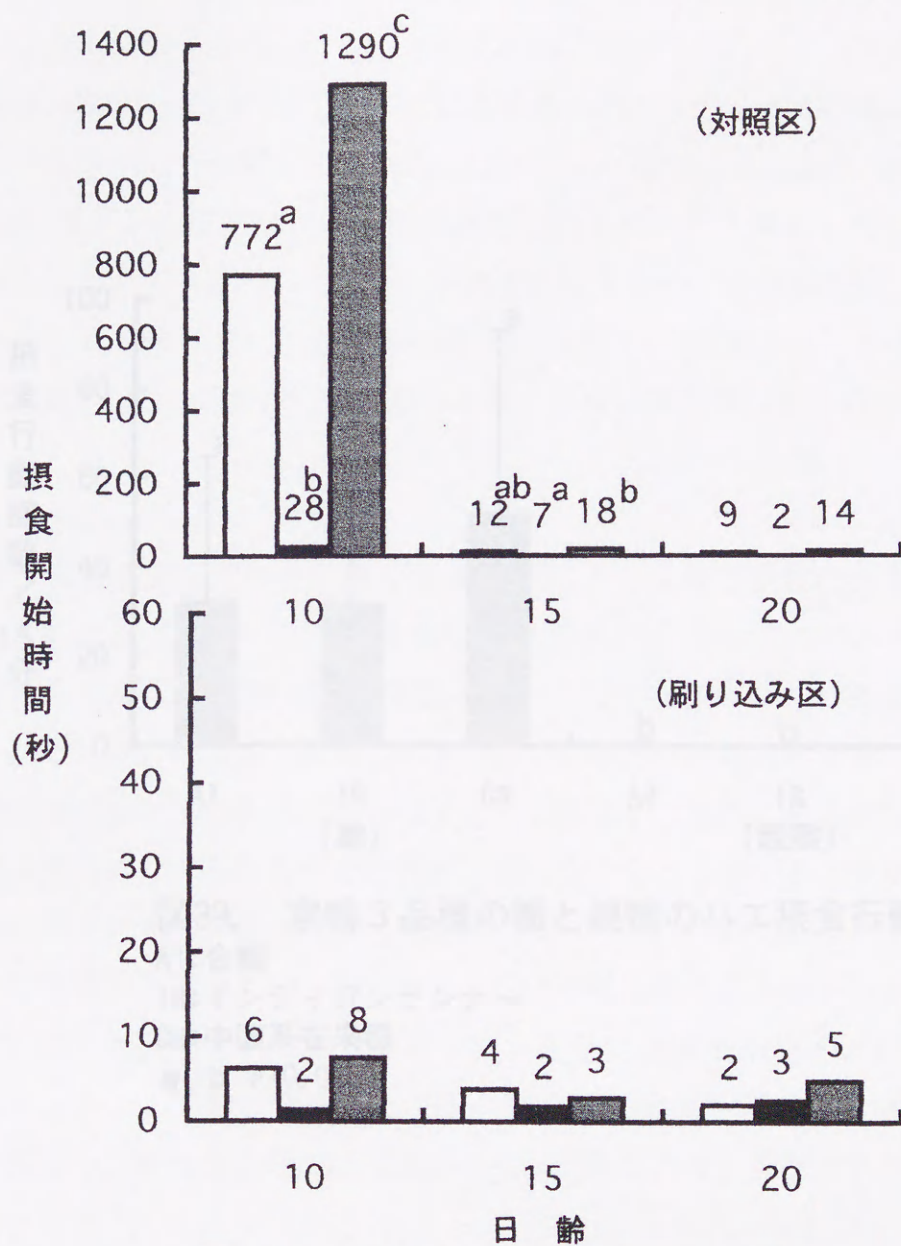


図38. 家鴨 3 品種の刷り込み効果

- 合鴨
- インディアンナー
- 中国系在来種

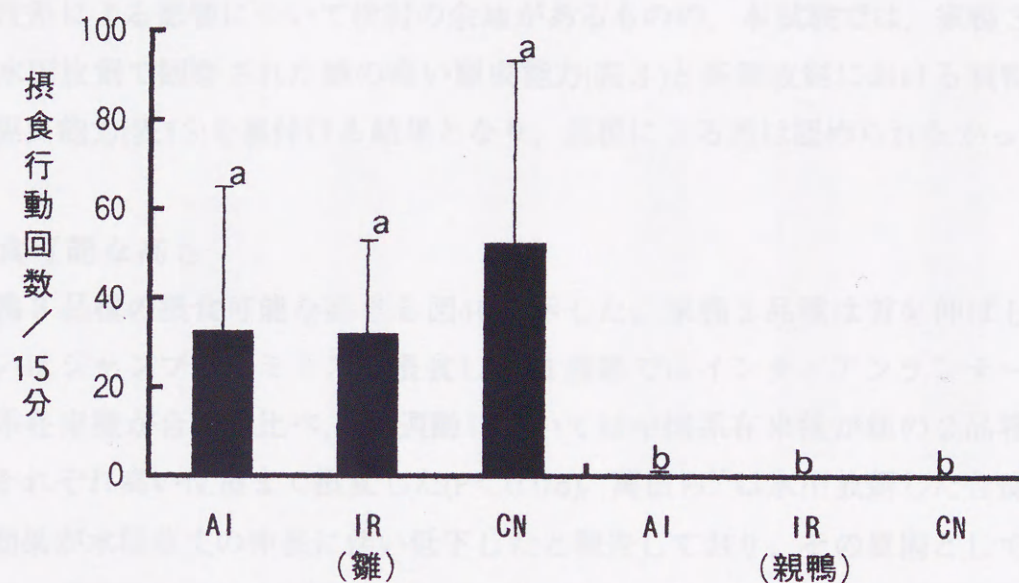


図39. 家鴨3品種の雛と親鴨のハエ摂食行動

AI:合鴨

IR:インディアンランナー

CN:中国系在来種

a, b $P < 0.05$

数のイエバエが飛来していた。これに対し、家鴨3品種の雛はハエをすばやく追跡し、摂食を試みるのに対し、親鴨の摂食行動はほとんど観察されなかった($P < 0.05$)。また、雛と親鴨のいずれにおいても家鴨3品種間に有意差は認められなかった。GLOFCHESKIE and SURGEONER¹⁰³⁾はバリケンによる畜舎内のイエバエ防除に関する試験の中で、供試した2歳の雌と6~7週齢の雌はともに高い駆虫能力を示したと報告している。しかし、一方でGLOFCHESKIE and SURGEONER⁷⁶⁾はバリケンの雄が雌に比べ駆虫能力で劣っていたと報告していることから、性差による影響について検討の余地があるものの、本試験では、家鴨3品種の水田放飼で観察された雛の高い駆虫能力(表3)と茶園放飼における親鴨の低い駆虫能力(表13)を裏付ける結果となり、品種による差は認められなかった。

5. 摂食可能な高さ

家鴨3品種の摂食可能な高さを図40に示した。家鴨3品種は首を伸ばしてあるいはジャンプしてミミズを摂食し、11週齢ではインディアンランナーと中国系在来種が合鴨に比べ、22週齢においては中国系在来種が他の2品種に比べそれぞれ高い位置まで摂食した($P < 0.05$)。萬田ら²⁴⁾は水田放飼した合鴨の駆虫効果が水稻草丈の伸長に伴い低下したと報告しており、その原因として水稻上部の茎葉に付着した害虫を合鴨が捕食できないとしている。水稻の草丈は家鴨類引き上げ前の出穂期で約1 mに達するが、本試験における12週齢での結果から中国系在来種とインディアンランナーは合鴨に比べ高い位置まで摂食可能であることが明らかとなった。一方、茶園では害虫が裾部で約65 cm、頂部が約1 mあるかまぼこ型をした茶樹の摘採面に発生するが、22週齢での結果をみる限り、家鴨3品種には害虫の摂食が困難であると推察された。

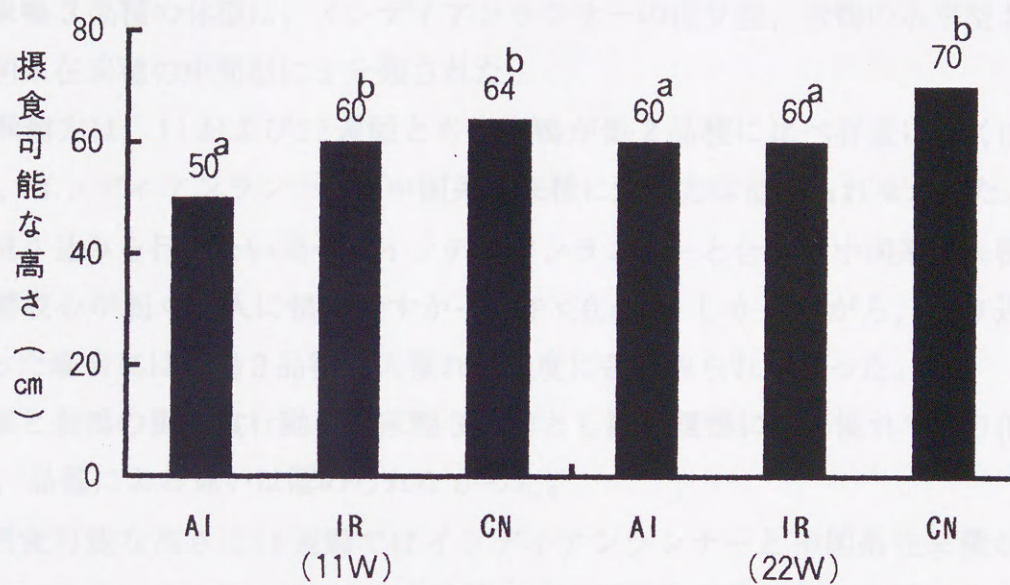


図40. 家鴨 3 品種の摂食可能な高さ

AI:合鴨

IR:インディアンランナー

CN:中国系在来種

各週齢の a, b $P < 0.05$

要 約

本章では、合鴨農法における家鴨類の適性品種を選定する上での基礎的知見を得るために、合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の体型的特徴を明らかにした後、合鴨農法からみた行動特性を飛翔力、人に対する慣れ、雛と親鴨の虫摂食行動の違いおよび摂食可能な高さの面から品種間で比較検討した。

- 1 家鴨3品種の体型は、インディアンランナーの直立型、合鴨の水平型および中国系在来種の間中型に3分類された。
- 2 飛翔力は、11および22週齢ともに合鴨が他2品種に比べ有意に高く($P < 0.05$)、インディアンランナーと中国系在来種に飛翔力は認められなかった。
- 3 刷り込みを行わない場合、インディアンランナーと合鴨は中国系在来種に比べ警戒心が弱く、人に慣れやすかった($P < 0.05$)。しかしながら、刷り込みを行った場合には家鴨3品種の人慣れの程度に差はみられなかった。
- 4 雛と親鴨の虫摂食行動は、家鴨3品種とも雛が親鴨に比べ優れており($P < 0.05$)、品種による違いは認められなかった。
- 5 摂食可能な高さは11週齢ではインディアンランナーと中国系在来種が合鴨に比べ有意に高く($P < 0.05$)、22週齢では中国系在来種が他2品種に比べ高い位置まで摂食した($P < 0.05$)。

第7章 総合考察

合鴨農法における家鴨類の適性品種を選定するために、本研究では外国種として卵用種のインディアンランナー(インドネシア原産)および卵肉兼用種の中国系在来種(中国原産)を導入し、わが国の代表的な肉用種である合鴨(カーキーキャンベルとマガモの交雑種)を加えた家鴨3品種について、適性品種の条件(表1)に基づき、水田放飼における能力(第2章)、畑地放飼における能力(第3章)、産肉性(第4章)、雛生産能力(第5章)および体型・行動特性(第6章)の面から品種間で比較検討した。本研究の中で、明らかにされた合鴨農法における家鴨3品種の能力は次のとおりであった。

合鴨は、その水平に近い体型から陸上よりも水上での生活に適していると考えられ、初生雛が水への順応性に優れているとともに、水田放飼において高い稲刺激効果が茎数増加をもたらし、その結果水稻収量の面で優れていることが明らかになった。その一方で、初生雛の耐寒性、肥料供給・除草能力で他2品種に比べ劣っており、水稻への被害発生も認められた。雛生産能力では産卵成績、種卵の貯蔵性において高い能力を示した。しかしながら、産肉性においては他2品種に比べ成長が速いものの、肉量が少なく、肉の食味性についても劣っていた。さらに、行動特性として、人に慣れやすい性質を持つものの、飛翔力が高く捕獲の際飛んで逃げる可能性が示唆された。こうした合鴨の持つ能力には、品種作出の基礎家鴨として用いられているマガモとカーキーキャンベルの能力が反映されているものと推察された。一般にマガモは肉質がよいものの、成体重が1kg前後と小さく、繁殖能力も他の家鴨類に比べ極めて低いことから、食肉生産からみた場合の生産効率が悪く、合鴨作出はマガモの肉質を生かしながら、産肉量および繁殖能力を他の家鴨類との交雑により補うために行われている^{15,86)}。本研究に用いた合鴨作出には、繁殖能力に優れた品種として知られるカーキーキャンベル⁸⁶⁾が用いられており、その能力は本研究での合鴨の優れた雛生産能力に反映されているものと考えられた。また、マガモの能力は、合鴨が水への順応性およびムネ肉の発達に優れている点に反映されていたが、ムネ肉に独特な“臭み”が風味として残っていたことや高い飛翔力を持つことが欠点として認められた。

インディアンランナーは、その体型から陸上での生活に適した卵用種に分類され、行動特性からも人に慣れやすく、飛翔力もないため人が管理しやすい品種であることが明らかになった。しかしながら、畑地放飼での能力に他2品種との間に差はなく、雛生産能力では他2品種に比べ劣っていた。水田放飼における能力についても、初生雛の耐寒性は優れていたものの、水への順応性で劣っており、さらに水田内での活動量が少なく、水稻への被害発生もみられるなど水稻収量が他2品種に比べ少なかった。加えて、産肉性においても、肉の食味性に優れているものの、成長は遅く、肉量も少ないことが明らかとなった。インドネシアでは、近年まで定住地を持たずに家鴨類とともに収穫直後の水田を求めて移動する“ソントロヨ”と呼ばれる家鴨飼育農家が卵生産の中心となっていた歴史があり²⁹⁾、インディアンランナーは水田から水田への移動を繰り返すうちに歩行に適した直立姿勢になるとともに、高い産卵能力を有した卵用種としての選抜淘汰が行われてきたと推察される。衣川⁸⁵⁾はインディアンランナーについて、環境適応性に優れ、特に寒さに強いとしており、水の中に居ることを好まず、むしろ果樹園など陸地で他の家鴨類よりも活発に昆虫類などを終日採食すると紹介している。本研究の初生雛の優れた耐寒性、水田放飼における能力の低さはこれらの記述を裏付けるものであったが、畑地放飼における能力、合鴨農法からみた雛生産能力では他2品種に比べ優れた点は認められなかった。

最後に中国系在来種は、その体型から卵肉兼用種に分類され、肉量および肉の食味性からみた産肉性に優れ、雛生産能力では飼料の利用性に劣るものの、極めて高い孵化率を示した。水田放飼においては、初生雛の耐寒性に優れるとともに、肥料供給・除草能力、生態行動および水稻生産に及ぼす影響において高い能力を持つ品種であることが明らかとなった。しかしながら、その行動特性として、飛翔力はないものの、警戒心が強く、初生雛の時点で刷り込みを行わない場合は人に慣れにくいという欠点が示された。

EDAR²⁶⁾はわが国の代表的な肉用種であるチェリバレー、マガモおよび両者の1代交雑種を用いた適性品種の選定において、家鴨3品種の水田放飼における能力を生態行動(X1)、除草・駆虫能力(X2)、水稻生育・収量(X3)、成長能力(X4)、産肉能力(X5)および繁殖能力(X6)の6つに分類し、各能力に関連する全ての項

目について3段階の指数評価を行い、各能力の平均評価指数の合計($Y=X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6$)から総合評価を行っている。この評価方法には、各項目および能力が均一的に評価されており、合鴨農法における各能力の相対的重要性(重み付け)が考慮されていない欠点があるものの、家鴨類の能力を客観的に評価する上である程度有効な手段と思われる。そこで、本研究においても同様な方法により合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の合鴨農法における総合評価指数を求め、表24に示した。水田放飼における能力(X_1)では、各項目で優れた能力を示した中国系在来種の評価指数が最も高く、次いで合鴨、インディアンランナーの順となった。畑地(茶園)放飼における能力(X_2)には家鴨3品種間で差はなく、産肉性(X_3)については、中国系在来種の評価指数が最も高く、次いでインディアンランナー、合鴨の順となった。雛生産能力(X_4)では、合鴨の評価指数が最も高く、次いで中国系在来種およびインディアンランナーの順となった。最後に、行動特性(X_5)についてはインディアンランナーの評価が最も高く、次いで合鴨と中国系在来種が同評価となった。これら各能力からなる総合評価指数(Y)については、中国系在来種が他の2品種に比べ高い値を示し、中国系在来種は家鴨3品種の中で最も合鴨農法に適した品種であることが明らかになった。

EDAR²⁶⁾は、チェリバレー、マガモおよび両者の1代交雑種の水田放飼における能力について、除草・駆虫能力に家鴨3品種間で差がみられなかったものの、生態行動ではマガモ、成長能力および産肉能力では1代交雑種がそれぞれ優れた能力を示したのに対し、チェリバレーは水稻生育・収量および繁殖能力に優れており、総合評価指数についても他2品種に比べ高く、合鴨農法における適性品種であることを示唆している。そこで本研究で最も優れた能力を示した中国系在来種とチェリバレーを比較してみると、水田における労働行動時間については、チェリバレーが686分とマガモの774分に比べ劣っていたのに対し、中国系在来種は713~747分と両者の中間値を示しており、中国系在来種はチェリバレーに比べ水田での労働行動で優れているものと思われた。除草・駆虫能力については、チェリバレーおよび中国系在来種ともに高い除草能力を示し、ウンカ類およびスクミリンゴガイに対しても高い駆虫能力を持つことから両者の間に差はないものと考えられた。水稻の生育・収量に及ぼす影響については、

表24. 合鴨農法における家鴨3品種の総合評価指数

| 各能力 | 項目 | 合鴨 | インディアンランナー | 中国系在来種 |
|------------------------|--------------|-----|------------|--------|
| 水田放飼での働き X1 | 水への順応性 | 3 | 1 | 2 |
| | 耐寒性 | 1 | 2.5 | 2.5 |
| | 肥料供給 | 1 | 2 | 3 |
| | 除草 | 1.5 | 2 | 2.5 |
| | 駆虫 | 2 | 2 | 2 |
| | 生態行動 | 2 | 1 | 3 |
| | 中耕・濁水 | 2 | 2 | 2 |
| | 水稻への被害 | 1.5 | 1.5 | 3 |
| | 水稻への刺激 | 2.5 | 1.5 | 2 |
| | 水稻収量 | 2.5 | 1 | 2.5 |
| | 平均指数 | 1.9 | 1.7 | 2.5 |
| 畑地(茶園)放飼 での働き X2 | 除草 | 2 | 2 | 2 |
| | 駆虫 | 2 | 2 | 2 |
| | 生態行動 | 2 | 2 | 2 |
| | 茶収量 | 2 | 2 | 2 |
| | 平均指数 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| 産肉性 X3 | 成長 | 1.5 | 1.5 | 3 |
| | 脱毛性 | 2 | 2 | 2 |
| | 肉量 | 1.5 | 1.5 | 3 |
| | 肉の食味性 | 1 | 2.5 | 2.5 |
| | 平均指数 | 1.5 | 1.9 | 2.6 |
| 雛生産 X4 | 産卵 | 3 | 1.5 | 1.5 |
| | 孵化 | 2 | 1 | 3 |
| | 種卵の貯蔵性 | 2.5 | 1.5 | 2 |
| | 雛の強健性 | 2 | 2 | 2 |
| | 卵質 | 2 | 2 | 2 |
| | 平均指数 | 2.3 | 1.6 | 2.1 |
| 行動特性 X5 | 飛翔力 | 1 | 2.5 | 2.5 |
| | 逃避反応(刷り込みせず) | 2.5 | 2.5 | 1 |
| | 逃避反応(刷り込み) | 2 | 2 | 2 |
| | 平均指数 | 1.8 | 2.3 | 1.8 |
| 総合評価指数(Y) | | 9.5 | 9.5 | 11.0 |

評価方法; 順位1; 3点, 順位2; 2点, 順位3; 1点

総合評価指数(Y)=X1+X2+X3+X4+X5

チェリバレーおよび中国系在来種ともそれぞれの試験において他品種に比べ水稻への被害を低く抑える傾向があり、増収効果が認められていたことから両者の間に差はないものと考えられた。産肉性では、チェリバレーが20週齢の屠殺時体重で約3 kgと肉量とともにマガモ、1代交雑種に比べ優れていたが、肉の食味性などの面で体重が約2 kgの1代交雑種に比べ劣っており、その結果、産肉性の評価が1代交雑種に比べ低かった。これに対し、中国系在来種は1代交雑種と同程度の体重に達することに加え、肉の食味性についても優れていたことから、チェリバレーと同程度あるいはそれ以上の産肉性を示すものと推察された。繁殖能力については、チェリバレーの産卵率、受精率および対受精卵孵化率が74.6、93.9および77.9%であったのに対し、中国系在来種は産卵率が69.0%、受精率が96.2%および対受精卵孵化率が92.0%と産卵率と受精率についてはチェリバレーと同程度、対受精卵孵化率は高い値を示しており、優れた能力を持つものと考えられた。このように、中国系在来種は合鴨農法における各能力でチェリバレーに比べ同程度あるいはそれ以上の能力を有していると推察され、肉用、卵用および卵肉兼用種と用途の異なる家鴨6品種の中で最も合鴨農法に適した品種であることが示唆された。

第8章 摘 要

合鴨農法に適した家鴨類の品種選定を行うために、本研究では外国種である卵用種のインディアンランナー(インドネシア原産)および卵肉兼用種の中国系在来種(中国原産)に加え、わが国の代表的な肉用種である合鴨(カーキーキャンベルとマガモの交雑種)の3品種を用い、水田および畑地放飼における能力、産肉性、雛生産能力および体型・行動特性について品種間で比較検討した。

1. 水田放飼における家鴨類の能力の品種間差

合鴨は水への順応性に優れ、稲刺激効果と水稻収量に及ぼす影響からみて高い能力を持つ品種であり、中国系在来種については耐寒性、除草能力、生態行動、水稻への被害程度および水稻収量に及ぼす影響からみて優れていることが明らかとなった。これに対し、インディアンランナーは耐寒性において優れた能力を示したものの、その他の能力では他2品種に比べ劣っていた。

2. 畑地放飼における家鴨類の能力の品種間差

茶園放飼した合鴨、インディアンランナーおよび中国系在来種の除草・駆虫能力、生態行動および茶収量に及ぼす影響に家鴨3品種間で差は認められなかった。

3. 水田放飼における家鴨類の産肉性の品種間差

家鴨3品種の解体時における脱毛性に差はなく、合鴨が成長速度、インディアンランナーが肉の食味性でそれぞれ優れた能力を示したものの、21週齢時の体重、解体成績および肉の食味性からみて中国系在来種が他の2品種に比べ産肉性に優れていることが明らかとなった。

4. 家鴨類の雛生産能力の品種間差

育雛率および卵質に品種間差はみられなかったものの、合鴨は産卵能力および種卵の貯蔵性、中国系在来種は孵化率の面でそれぞれ優れており、インディアンランナーに比べ高い雛生産能力を持つことが明らかとなった。

5. 合鴨農法からみた家鴨類の体型および行動特性

体型からインディアンランナーは直立型、合鴨は水平型および中国系在来種は中間型に分類された。合鴨は高い飛翔力を持つ品種であり、中国系在来種は警戒心が強く、人に慣れにくいことが明らかとなった。これに対し、インディ

アンランナーは飛翔力を持たず、人に慣れやすい品種であることが明らかとなった。

以上のように、畑地放飼における能力に品種間差は認められなかったものの、水田放飼における能力および産肉性については中国系在来種、雛生産能力では合鴨、行動特性についてはインディアンランナーがそれぞれ家鴨3品種の中で優れていることが明らかとなり、各能力を総合評価した結果、中国系在来種が合鴨農法における適性品種であることが示唆された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、終始多大な御指導、ご教示を頂いた鹿児島大学農学部家畜管理学教室の萬田正治教授、中西良孝助教授に深く感謝致します。また、本論文を取りまとめるにあたり、有益なご助言と御校閲の労を賜った宮崎大学農学部動物生産学科草地畜産学講座家畜管理学教室の園田立信教授、宮崎大学農学部農林生産学科地域農学講座の杉本安寛教授、琉球大学農学部生物生産学科育種学講座の新城明久教授に謝意を表します。

本研究を実施するにあたり、多大な御教示と御援助を頂いた鹿児島大学農学部附属農場の柳田宏一助教授、中釜明紀講師、松元里志技官、下敷領耕一技官ならびに鹿児島県茶業指導農場の嶽崎 亮場長、上原幸一技官、寺脇光秀技官に深謝致します。さらに、本研究全般にわたり種々の御助言を頂いた鹿児島県日置郡郡山町在住の百姓 福永大悟氏、鹿児島県加治木農林事務所畜産課の新小田修一技術主査、日本有機株式会社の川崎暢義会長、野口愛子社長、エクレム エダル氏、岡山大学農学部附属農場の岸田芳朗助手、京都大学大学院農学研究科畜産資源学講座の北川政幸助手に深く感謝します。そして、本研究遂行にあたり、時間を惜しまずご協力を頂いた共同研究者である劉 翔氏、角井洋子氏、山下研人氏をはじめ卒業生、学生の皆様、様々な面で便宜を図って頂いた久保みどり前捕手、新野さくら捕手に心から感謝致します。

参考文献

- 1) LESTER R. BROWN・HAL KANE, 飢餓の世紀-食糧不足と人口爆発が世界を襲う-(小島慶三訳). 3-250. ダイヤモンド社. 東京. 1995.
- 2) 渡部忠世, 農は万年, 亀のごとし. 10-204. 小学館. 東京. 1996.
- 3) 財団法人 農林統計協会, 図説 農業白書(平成9年度版) 第1章 我が国の農業を考える. 3-86. 財団法人 農林統計協会. 東京. 1998.
- 4) 農文協文化部, 戦後日本農業の変貌-成りゆきの30年-. 1-244. 農文協. 東京. 1978.
- 5) 田代洋一, 日本に農業はいらないか. 7-203. 大月書店. 東京. 1987.
- 6) 三輪睿太郎・小川吉雄, 集中窒素をわが国の土地は消化できるか. 科学, 58: 631-638. 1988.
- 7) 萬田正治, アイガモ農法の到達点と今後の展望. 技術と普及, 32(11): 38-41. 1995.
- 8) 古野隆雄, 合鴨ばんざい-アイガモ水稻同時作の実際-. 10-22, 72-82. 農山漁村文化協会. 東京. 1992.
- 9) 1996 FAO Production yearbook. vol.50: 196-198.
- 10) 田名部雄一, アヒルの特性と利用の方向(1). 畜産の研究, 47: 163-166. 1993.
- 11) 田名部雄一, アヒルの特性と利用の方向(2). 畜産の研究, 47: 293-299. 1993.
- 12) 加茂儀一, 家畜文化史. 1039-1047. 法政大学出版局. 東京. 1973.
- 13) 山根瑞世, ルポ・合鴨列島-農業の愉快的な道, 新しい道-. 3-50, 83-146. ダイヤモンド社. 東京. 1994.
- 14) 社団法人 国際農林業協会, 熱帯の家禽. 53-63, 108-111. 社団法人 国際農林業協会. 東京. 1986.
- 15) 柳田昌秀, アヒル-肥育と採卵の実際-. 5-18, 49-54, 83-90. 農山漁村文化協会. 東京. 1981.
- 16) 田中 実, アヒルの飼養と経営. 畜産の研究, 19: 1225-1228. 1965.

- 17) 萬田正治, アイガモ農法. 食の科学, 172:2-9. 1992.
- 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: 477-480. 1955.
- 19) 久米小十郎, アヒルの水田放飼による駆虫・除草とその要領. 畜産の研究, 6:243-246. 1952.
- 20) 曾我部 要・中村尚洋・半田成次郎・中村國次・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.
- 21) 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, 合鴨の水田放飼による除草および防虫効果. 日本家禽学会誌, 30:365-370. 1993.
- 22) 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と行動. 日本家禽学会誌, 30:383-387. 1993.
- 23) 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, 30:443-447. 1993.
- 24) Masaharu MANDA, "Aigamo" (Crossbred Duck) - Rice Farming in Asia. Farming Japan, 30(4):38-43. 1996.
- 25) 萬田正治, アイガモの定義と用途. 畜産の研究, 47:167-170. 1993.
- 26) EKUREM EDAR, 合鴨水稻作における家鴨類の適性品種に関する研究. 鹿児島大学連合大学院博士論文. 1-150. 1996.
- 27) 田名部尚子, 中国の家畜品種資源“中国のアヒル・ガチョウの項執筆”(田名部雄一編). 75-92. 在来家畜研究会・日中農林水産交流協会. 1985.
- 28) 笹崎龍雄・清水英之助, 中国の畜産. 78-80. 養賢堂. 東京. 1985.
- 29) 社団法人 畜産技術協会, 畜産技術協力推進事業 インドネシア特用家畜(アヒル)調査報告書. 16-47, 社団法人 畜産技術協会. 東京. 1994.
- 30) 中西喜彦・岡本正幹, 低温環境が幼雛の恒温性発達に及ぼす影響について. 九州大学農学部学芸雑誌, 21:155-166. 1964.
- 31) R. E. MORENG and C. S. SHAFFNER, Lethal Internal Temperatures for the Chicken, from Fertile Egg to Mature Bird. Poultry Science, 30:255-266. 1951.

- 32)榎 日出夫, Stat view[®]による統計解析. 67-107. 金原出版. 東京. 1994.
- 33)P. E. KOLATTUKUDY, Avian Uprigial (Preen) Gland. Methods Enzymol., 72:714-720. 1981.
- 34)F. MCKINNEY, The Behavior of Domestic Animals, 3rd ed(E. S. E. HAFEZ, ed.). 490-519. 1975.
- 35)中西 宥・木下秀俊・布藤雅之・荒井惣一郎, X線照射を受けたアヒルヒナの浮力低下に関する研究. 酪農学園大学紀要 自然科学編, 11:403-410. 1986.
- 36)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.
- 37)古野隆雄, 無限に広がる アイガモ水稻同時作. 46-48, 52-60, 108-115. 農山漁村文化協会. 東京. 1997.
- 38)田中 実, アヒルの飼養と経営(3). 畜産の研究, 19:1478-1480. 1965.
- 39)伊藤敏男, 家畜の科学6 家畜の管理, “IV.家畜の管理作業と管理方式 4 採卵鶏, プロイラーの管理の項執筆”(野附 巖・山本禎紀 編). 162-176. 文永堂. 東京. 1991.
- 40)千葉浩三, 図集 作物栽培の基礎知識. 45-46. 農山漁村文化協会. 東京. 1980.
- 41)那波邦彦, ウンカ-おもしろ生態とかしこい防ぎ方-. 31-102. 農山漁村文化協会. 東京. 1994.
- 42)平尾重太郎, 本田におけるセジロウンカおよびトビイロウンカの発生動態と防除適期. 中国農業試験場報告, E 7:19-48. 1972.
- 43)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. 九州病害虫研究会報告, 31:82-83. 1985.
- 44)山口福男・藤本 清, ツマグロヨコバイの被害に関する2・3の考察. 兵庫県立農業試験場研究報告, 17:41-43. 1969.
- 45)EKUREM EDAR・矢吹良平・高山耕二・中西良孝・萬田正治・渡邊昭三・松元里志・中釜明紀, 水田放飼における家鴨類の行動および除草・防虫能力の品種間差. 日本家禽学会誌, 33:261-267. 1996.
- 46)久野英二, 水田における稲ウンカ・ヨコバイ類個体群の動態に関する研究.

- 九州農業試験場彙報, 14(2):131-246. 1968.
- 47)那波邦彦, ツマグロヨコバイの吸汁害に関する研究 第2報 稲株における
ツマグロヨコバイの生息部位. 広島県立農業試験場報告, 46:13-20.
1983.
- 48)和田 節・小林正弘, 本年多発したコブノメイガとその発生生態. 植物防疫,
34:528-532. 1980.
- 49)御厨秀樹・山津憲治・宮崎秀雄・中村秀芳・灰塚繁和・安部恭洋, 佐賀県
における水稻病虫害の効率的防除 第2報 コブノメイガの防除適期について.
九州病虫害研究会報, 35:80-82. 1989.
- 50)寒川一成・清田洋次コブノメイガによる水稻被害の定量化と予測. 九州病
害虫研究会報, 41:58-62. 1995.
- 51)大矢慎吾・平井剛夫・宮原義雄, ラプラタリンゴガイのイネ稚苗食害習性.
九州病虫害研究会報告, 32:92-95. 1986.
- 52)宮原義雄・平井剛夫・大矢慎吾, ラプラタリンゴガイの産卵および孵化率.
九州病虫害研究会報告, 32:96-100. 1986.
- 53)池田真次郎, 野鳥の食性. どうぶつと動物園, 10:3-7. 1958.
- 54)守山 弘, 水田を守るとはどういうことか-生物相の視点から-. 143-146.
農山漁村文化協会. 東京. 1997.
- 55)高野伸二 編, 日本の野鳥. 96-97. 山と溪谷社. 東京. 1990.
- 56)新小田修一・川崎寿代・松岡尚二・平原 実・久木元忠延, アイガモの生産
性と行動に関する基礎的研究. 鹿児島県養鶏試験場研究報告, 32:92-98.
1994.
- 57)廣谷陽一・野村新一郎・神尾克二, あひるの水田放飼試験. 畜産の研究, 7:
381-382. 1953.
- 58)太田保夫, 接触刺激による作物の生育制御法. 農業および園芸, 58:499-
504. 1983.
- 59)星川清親, 解剖図説 イネの生長. 288-289. 農山漁村文化協会. 東京.
1975.
- 60)千坂英雄, 水稻と雑草の競争. 雑草研究, 5:16-22. 1966.
- 61)野田健児・小沢啓男・芝山秀次郎, 水稻の雑草害に関する研究-水稻の生育

- 時期とヒエによる雑草害-。雑草研究, 12: 28-32. 1971.
- 62)山岸 淳・橋爪 厚・武市義雄, 水田多年生雑草防除に関する研究 第Ⅶ報 水稻の生育・収量の及ぼすミズガヤツリの影響。千葉県農業試験場研究報告, 17: 1-20. 1976.
- 63)立崎善吉, 鰲の水田放飼に関する試験(第1報)。畜産の研究, 7: 301-302. 1953.
- 64)中川致之, これからの茶栽培と加工技術。農業および園芸, 58: 181-186. 1983.
- 65)本間健平, 茶の栽培と利用加工, “第15章 チャの害虫と防除 1. チャの害虫防除の項執筆”(岩浅 潔編). 281-283. 養賢堂。東京。1994.
- 66)永山敏廣・真木俊夫・観 公子・飯田真美・田村行弘・二島太一郎, 市販茶中有機リン系農薬の残留実態と茶汤中への移行。日本農薬学会誌, 14: 39-45. 1989.
- 67)社団法人 日本茶業中央会, 茶関係資料. 139-140. 社団法人 日本茶業中央会。1997.
- 68)小泊重洋, 茶園の病虫害総合防除。研究ジャーナル, 16(6): 18-23. 1993.
- 69)小幡兼男, 茶園雑草防除の現状と問題点-静岡県を中心として-。雑草研究, 32: 1-6. 1987.
- 70)渡辺利通, 茶の栽培と利用加工, “第8章 チャの栽培法 3. 雑草防除の項執筆”(岩浅 潔編). 138-141. 養賢堂。東京。1994.
- 71)小泊重洋, 茶の科学, “2. 茶の栽培とバイオテクノロジー 2.4茶の病虫害と防除の項執筆”(村松敬一郎編). 42-51. 朝倉書店。東京。1991.
- 72)小泊重洋・多々良明夫・小杉由紀夫・西島卓也, 新・目で見る茶の病虫害(改訂第2版). 27-28, 43-46, 49-52. (社)静岡県茶業会議所。東京。1997.
- 73)刑部 勝, 茶の害虫防除をめぐる諸問題。茶業研究報告, 64: 1-6. 1986.
- 74)農文協編, 新版 原色作物の病虫害診断. 151-153. 農山漁村文化協会。東京。1991.
- 75)小泊重洋, チャノカンカハミの加害が茶の品質および収量に及ぼす影響。茶業研究報告, 42: 25-30. 1975.
- 76)GLOFCHESKIE, B. D. and G. A. SURGEONER, Efficacy of Muscovy Ducks as an

- Adjunct for House Fly (Diptera: Muscidae) Control in Swine and Dairy Operations. J. Econ. Entomol., 86:1686-1692. 1993.
- 77) 白木与志也・大橋 透, 慣行防除茶園と, 無農薬茶園における主要害虫と天敵の発生消長. 神奈川県園芸試験場研究報告, 42:33-39. 1992.
- 78) 後藤昇一・鈴木康孝・小林栄人, 山間地におけるチャの無農薬・有機栽培が病害虫, クモ類等の発生と収量, 品質に及ぼす影響. 静岡県茶業試験場研究報告, 19:25-36. 1995.
- 79) 福坂一利・小林清敬・江崎 大, 合鴨水稻同時作で飼養された合鴨の飼い直し技術(第1報)-肥育施設と肥育期間について-. 山口県畜産試験場報告, 12:63-66. 1996.
- 80) EKUREM EDAR・矢吹良平・高山耕二・中西良孝・萬田正治・渡邊昭三・松元里志・中釜明紀, 水田放飼における家鴨類の成長および産肉能力の品種間差. 日本家禽学会誌, 33:198-204. 1996.
- 81) 農林省畜産局監修, 食鶏取引規格 食鶏小売規格. 3-29, 社団法人 日本食鳥協会. 東京. 1993.
- 82) 新小田修一・原田直人・白崎克治・松元計士, アイガモとブロイラーの解体処理時間に関する試験. 鹿児島県養鶏試験場研究報告, 34:49-51. 1996.
- 83) 加藤嘉太郎, 家畜比較解剖図説(第2次増訂改版)-上巻-. 172-173. 養賢堂. 東京. 1979.
- 84) 尾野喜孝・後藤貴文・那須 亮・岩元久雄・高山耕二・中西良孝・萬田正治, 家鴨類骨格筋の発達と組織化学的特性に及ぼす水田放飼の影響と品種差. 日本家禽学会誌, 35:367-375. 1998.
- 85) 衣川義雄, 水禽飼養法. 89-102, 210-240. 養賢堂. 東京. 1931.
- 86) 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, 20:79-96. 1990.
- 87) 古市比天司・諏訪一男・妹尾文雄・川崎 晃, 各種家鴨の性能調査. 岡山県養鶏試験場研究報告, 18:82-88. 1976.
- 88) EKUREM EDAR・矢吹良平・高山耕二・中西良孝・萬田正治・渡邊昭三・中釜明紀, 家鴨類の繁殖能力の品種間差. 日本家禽学会誌, 33:321-327.

1996.

- 89) 泉 徳和, カルガモ *Anas poecilorhyncha zonorhyncha* Swinhoe 卵の孵化率に及ぼす水掛けの影響. 日本畜産学会北陸支部会報, 59:28-33. 1989.
- 90) 新小田修一・松岡尚二・白崎克治・久木元忠延, アイガモ卵の人工ふ化における湿度の影響. 鹿児島県養鶏試験場研究報告, 33:85-88. 1995.
- 91) KORTLANG, C. F. H. F., in Duck Production Science and World Practice, "THE INCUBATION OF DUCK EGGS" (FARRELL, D. J. and P. STAPLETON, (Ed.)). 168-177. University of New England. 1986.
- 92) 本莊司郎・大本 勲・古市比天司・岩本敏雄・諏訪一男・守屋 進, 家鴨のふ化率改善対策. 岡山県養鶏試験場研究報告, 21:102-107. 1979.
- 93) 山中良忠・古川 徳, 主要鳥卵の各種成分に関する比較研究. 日本家禽学会誌, 12:114-119. 1975.
- 94) 関口正勝・松岡博厚・笹子謙治, 各種アヒル卵の成分組成と卵黄の電気泳動について. 栄養と食糧, 32:93-97. 1979.
- 95) 古瀬充宏・六車三治男・山崎光一・金子国雄・下條雅敬・増田泰久, 合鴨卵および鶏卵の卵黄粘度の比較. 畜産の研究, 52:1007-1008. 1998.
- 96) 山上善久, 鶏卵の品質問題(2). 畜産の研究, 39:13-16. 1985.
- 97) 渡辺乾二, 食卵の科学と利用, "第9章 第1節 鳥卵の種類と卵の構成比の項執筆" (佐藤泰編). 355-357. 地球社. 東京. 1980.
- 98) 田名部尚子・小川宣子, 各種家禽卵の性状ならびに成分の比較. 日本家禽学会誌, 16:329-335. 1979.
- 99) 村上邦夫, 卵殻の科学と経済(3). 畜産の研究, 41:547-550. 1987.
- 100) 佐藤 泰, 食卵の科学と利用, "第4章 殻付卵の品質検査と品質 第1節 品質検査の項執筆" (佐藤 泰編著). 111-125. 地球社. 東京. 1980.
- 101) 楊 肯牧・欧 茂・壇 俊鉄・石 百鳴編, 実用養鴨技術(第2版). 14-17, 43-56. 湖南科学技術出版社. 湖南省長沙市. 1991.
- 102) E. H. HESS, Imprinting in Bird. SCIENCE, 146:1128-1139. 1964.
- 103) B. D. GLOFCHESKIE and G. A. SURGEONER, Muscovy Ducks as an Adjunct for the Control of the House Fly (Diptera:Muscidae). J. Econ. Entomol., 83:788-791. 1990.

