

岡山大学農学部家畜育種学教室におけるマウスとウズラの研究紹介

佐藤 勝紀
岡山大学名誉教授

岡山大学農学部家畜育種学・実験動物学教室で1974年以降行ってきたマウスとウズラの研究について紹介した。マウスの研究課題は表1にまとめた。

表1 マウスに関する研究課題

1. マウスの一般行動解析
2. マウスにおける実験的胃潰瘍の誘起
3. 攻撃行動と高・低攻撃性マウスの選抜育種
4. アロキサン誘発糖尿病高・低発症系(ALS系・ALR系)マウスの選抜育種と特性解析
5. MSA及びMSG投与によるALS系とALR系マウスの肥満誘導と糖尿病病態の解析、内臓脂肪除去並びに性腺摘出の影響
6. ALS系マウスを用いた高脂肪食による肥満、糖尿病病態の誘導
7. ALS系及びALR系マウスのSTZに対する感受性
8. ICRマウスのアロキサンED₅₀に対するNSY、KKマウスの感受性
9. SMXA-RI系統を用いたALDMの感受性に関わる遺伝子座のQTL解析
10. 黒豆種皮エキスがALS系マウスの肥満糖尿病病態に与える効果
11. 黒々茶及び黒々茶への黒豆種皮粉末添加がALS系マウスの肥満、糖尿病病態並びにヒトの肥満に及ぼす影響
12. ビートレッドがALS系マウスの肥満、糖尿病病態に与える効果
13. 紅鮭アスタキサンチンを含むウズラ卵黄がマウスの成長、血液性状に及ぼす影響
14. 紫とうもろこし色素(PCC)がALS系マウスの肥満、糖尿病病態に与える効果
15. ALS系マウスから出現した白内障モデルマウスの遺伝解析
16. ALS系マウスコロニーに認められた自然発症糖尿病系統の開発と解析

一般行動解析に関する研究はオープン・フィールドテストや自発回転運動装置を用いて行い、自発回転運動では概日リズム(サーカディアンリズム)、系統間差、性差、遺伝率などについて取り上げ検討した(野崎, 1987)。実験的胃潰瘍の研究は主に川崎医科大動物飼育センター(現:医用生物センター)で飼育されていた5つの近交系マウスとddy系及びICR系のクローズドコロニーを用いて、48時間絶食・絶水

後にニ塩酸ヒスタミン投与により胃潰瘍を誘起し、系統間差や遺伝率などについて検討した。その結果、マウスにおける実験的胃潰瘍の発症には系統間差がみられ、20%から50%の遺伝的要因の関与が示唆された(西川, 1978)。この実験の遂行に当たっては当時の川崎医科大動物飼育センターの山下貢司センター長、北 徳氏に全面的なご協力をいただいた。

攻撃行動に関する研究は青木(1988)によって初めて取り上げられ、攻撃性に及ぼす色々な要因(環境・遺伝・薬剤など)について検討された。その後、河本泰生先生(元岡山大学・農学部)、盛政忠臣先生(元岡山大学・医学部)及び川卓郎先生(現:琉球大学・農学部)との共同研究で行った。表2は攻撃性の指標となる基準について示した。

表2 攻撃性の判定基準と選抜の指標

0点	: 相手に対して何ら関心を示さなかった場合。
1点	: 10秒未満相手を嗅ぐ行動を示した場合。
2点	: 10秒以上相手を嗅ぐ行動を示した場合。
3点	: 10秒未満相手を噛んで攻撃した場合。
4点	: 10秒以上相手を噛んで攻撃した場合。
5点	: 相手を激しく攻撃し、出血させた場合。
F-score	: 3回の攻撃性試験のうち3点以上の行動が観察された場合。
I-score	: 3回の攻撃性の最高点を平均した値。

高攻撃性(H)系マウスではF-score(頻度指数)及びI-score(強度指数)の値は世代に伴い高くなる傾向がみられ、一方、低攻撃性(L)系マウスでは低くなる傾向が認められた(櫻井, 1991; 河本・佐藤, 2003)。高・低攻撃性系統マウスを用いて、ケージ当たり1、3、6、12匹の異なる飼育密度で飼育した場合の攻撃性について比較検討した。代表的な攻撃行動であるattack bite(噛み付き)回数を取り上げた。その結果、attack biteの回数はH系の1匹区では週齢に伴い増加し、10週齢時で一時減少がみられたものの、13週齢時でピークとなり、その後も他の区に比べて高い値を示す傾向が認められた。これに対して、L系では、1匹区でも13週齢までは全く認められなかった(岩崎, 2001)。このように、攻撃性は飼育密度が低い程高くなる傾向がみられ、H系の1匹区では最も高く、その攻撃性は週齢に伴い高まることが明らかになった。さらに、H系の個別飼育を不透明、半透明プラスチックの仕切りのある近隣環境で行った結果、攻撃性が一段と高まることが確認されている(名藤, 2002)。H系ではL系に比べて、探索行動の

locomotion (歩行) 区数、rearing (立ち上がり) 回数及び情動行動の jumping (飛び上がり) 回数は全般に高い値を示す傾向が認められ、この活動的な行動が H 系での高い攻撃行動と関係していることが示唆された。さらに、H 系・L 系での攻撃行動については脳内神経伝達物質の動態の面から検討した結果、H 系ではセロトニン代謝が抑制され、一方 L 系では亢進しており、攻撃行動にはセロトニンが関与し、両系統でのドーパミン放出量とも関係していることが示唆された (福森, 2000; Morimasa *et al.*, 2000; 河本・佐藤, 2003)。

当教室では長年にわたって、アロキサン誘発糖尿病高発症系 (ALS 系)・低発症系 (ALR 系) の選抜育種と特性解析について取り上げた (石橋, 1981; 西川, 1983)。アロキサンは膵島の β 細胞を特異的に障害し、糖尿病を誘発させる薬物として知られ、アロキサン誘発糖尿病 (ALDM) はアロキサンによって生ずる活性酸素種 (ROS) が膵 β 細胞を障害することで起こるとされている。アロキサン誘発糖尿病の研究に用いた ALS 系・ALR 系は ICR 系 (クローズドコロニー) を基礎集団として、アロキサン誘発糖尿病に対して感受性・抵抗性の方向にそれぞれ選抜育種し、近交系として確立したもので、ICR 系統に対するアロキサン ED₅₀ 値 (雌 47mg/kg、雄 45mg/kg) 投与での発症率は ALS 系では 100%、一方 ALR 系では 0% である。

選抜育種によって作出された ALS 系・ALR 系の特性については体重、摂水量、血糖値、末梢血血漿インスリン値、耐糖能、膵組織、定量形態などの面から取り上げ検討した (大谷, 1984; 原, 1984; 遠藤, 1990; Ino *et al.*, 1991; Yamashita and Sato, 2001)。飼育密度 (1, 4, 8, 12, 16 匹/ケージ) の影響について検討した結果、高飼育密度はアロキサンに対する感受性を高めることが示唆された (正吉, 1982)。アロキサン誘発糖尿病の発症に関与する最小遺伝子座数は ALS 系と ALR 系の交配 (F₁, F₂) 及び戻し交配の実験結果から、最低 4 個が推定され、その遺伝支配はポリジーンによることが確かめられた (山田, 1986; 片岡, 1989)。

MSA (Monosodium-L-aspartate) や MSG (Monosodium-L-glutamate) 投与に関する研究では新生児に単回投与することで、視床下部障害性の肥満と糖尿病を誘導し (山下ら, 1998, 1999; 松田, 1992)、さらに去勢実験 (浜藤, 1997) や内臓脂肪除去 (矢野, 2001) などを行った。性腺摘出や性ホルモン投与により、雄では糖尿病病態の発現時期が遅延し、一方雌では病態の重篤化、早期発現が認められ、糖尿病病態に性ホルモンが関与することを明らかにした (浜藤, 1997; 岡, 2002)。

食餌による肥満誘導と糖尿病発症の研究として高脂肪食を取り上げた。40% の高脂肪食を 4 週齢時から 20 週齢時まで給与した時の体重、摂餌カロリー量、血糖値、耐糖能 (糖負荷試験、GTT)、腹腔内脂肪量、

膵組織、ラ氏島の数と面積などについて検討した。その結果、ALS 系では雌雄ともに肥満が誘導されたが、雄のみに糖尿病が発症し、糖尿病病態は肥満に伴い重篤になることが明らかとなった (Zhou and Sato, 2008)。

STZ (ストレプトゾシン) はアロキサンと同様にラ氏島の DNA 鎖を切断し、実験的糖尿病を発症させるとの報告があったことから、アロキサンと対比する目的で ALS 系・ALR 系に対する感受性を検討した。その結果、選抜基礎集団であった ICR 系マウスでの STZ の ED₅₀ 値は雌 157mg/kg、雄 111mg/kg で、STZ でもアロキサンと類似した感受性を示すことが明らかとなった (辻, 1992)。

NSY (Nagoya, Shibata, Yasuda)、KK (Kondo, Kasugabe) マウスはいずれも 2 型糖尿病のモデルマウスとして知られ、NSY マウスは耐糖能を指標として、柴田らによって ICR マウスから選択交配により作成されたもので、1 型糖尿病モデルの NOD マウスと同一の起源より出現した。KK マウスは近藤らが遺伝研究の目的で維持していた尾曲がり発現するマウス (埼玉県春日部) を起源としたものである。なお、NSY マウスは日本エスエルシー(株)から譲渡していただいた。8 週齢時にアロキサン ED₅₀ 値を投与した結果、NSY 系、KK マウスは発症個体が認められず、ALS 系マウスに比べてアロキサン誘発糖尿病に対する感受性は低いことが明らかになった (杜, 2006)。

RI (recombinant inbred) strain は 2 つの近交系間の F₂ 世代を出発点としてきょうだい交配を 20 世代以上繰り返すことにより作出される近交系のセットをいい、SMXA は RI 系統の 1 つで、1995 年西村らによって樹立された。SMXA は SM/J 系と A/J 系を親系統とする 26 系統から成り、糖尿病に関連する多因子形質の遺伝解析に利用されている。ALDM 感受性に関わる遺伝子座を探索、検討することを目的として、ICR 系マウスの ED₅₀ 値を用い 17 系統の SMXA における ALDM 感受性を比較し、Map manager QTX を用いて QTL 解析を行った (三上, 2007)。

バイオアクティブおかやま、(財)日本食品化学研究振興財団、三栄源エフ・エフ・アイ(株)、備前化成(株)の援助・協力をいただき、黒豆種皮エキス、黒々茶、ビートレッド並びに紫トウモロコシ色素などの機能性食品の評価系に関する課題を取り上げた。黒豆の種皮抽出物には抗酸化能を有する Canidin 3-O- β -D-glucoside (C3G) が含まれている。ビートレッドは食用や着色料としてすでに多くの食品に利用されているベタシアニン系の天然色素で、通経作用に加えて近年、抗酸化能、抗癌作用、抗アレルギー作用を有することが報告されている。紫とうもろこし色素 (Purple corn color) はイネ科トウモロコシの種子から抽出されたアントシアニン系色素の一種で、強い抗酸化能を有し、抗高血圧作用や抗腫瘍活性などの

種々の生理活性を有することが報告されている。

ALS系マウスを用いてこれらの機能性食品の効能について検討した結果、アロキサン誘発糖尿病の発現に対して抑制効果を持ち、ALS系は機能性食品の評価系として有用であることが確かめられた(山下・佐藤, 2004; 佐藤・山下, 2005a; 佐藤・山下, 2005b; 佐藤・山下, 2006; 川中, 2006; 山下・佐藤, 2008)。

当教室において近交系で維持してきたALS系マウスコロニーから白内障を呈する個体や自然発症糖尿病の個体が出現したことから、各々系統の遺伝的固定を図るとともに、現在、白内障(ALS-*oct*)マウスの遺伝解析が動物遺伝解析学教室で、また自然発症糖尿病系統の特性解析が山下(岡山大学大学院自然科学研究科・研究生)によって進められている。

表3 ウズラに関する研究課題

1. 体重、卵形質などの遺伝的パラメータの推定
2. 温度適応性と高温(45°C)、低温(-5°C)抵抗系・感受系の選抜育種
3. 高温環境が日本ウズラの産卵率、卵形質、血液性状などに及ぼす影響と育種学的解析
4. REV (Reticuloendotheliosis virus, 細網内皮症ウイルス)に対する感受性と抵抗系・感受系の選抜育種
5. 攻撃行動と高・低攻撃性系統の選抜育種
6. 近交退化と雑種強勢
7. ヨーロッパ系ウズラ及び交雑種F₁の特性
8. 教室で維持された閉鎖集団と産業用ウズラ集団の生産形質、生理形質の比較
9. 筋緊張性ジストロフィー症の遺伝的解析
10. 伴性遺伝を利用した初生雛の雌雄鑑別法
11. 食品廃棄物の飼料への有効利用
12. おから炭の飼料への添加給与
13. 魚粉の代替としてのペプチドミールの効果
14. 制限給餌による体重、産卵率、卵重等の推移
15. 卵への機能性付与
16. アスタキサンチン添加による卵黄色の改善
17. 低蛋白質飼料への単体必須アミノ酸の添加
18. フィターゼの飼料への添加効果
19. 魚粉の代替としてのコチニール残渣の栄養価とその利用

ウズラの研究は、表3に示したように、育種学上重要な課題である近交退化、雑種強勢、遺伝的パラメータ並びに伴性遺伝を利用した初生雛の雌雄鑑別を取り上げるとともに排泄窒素・リン量の低減化、コチニール(カイガラムシ)残渣の有効利用、卵への機能性付与などの課題について検討した。これらの研究成果については佐藤(2009)が総説している。

近交退化に関する研究は表4に示したように、退化量(回帰)、遺伝的荷重の面から検討するとともに、孵化率低下の要因となる胚死亡について詳細に検討

した。特に、近交胚と雑種胚での初期胚の発育に着目して、組織学、酵素組織化学、生化学などの面から解析を行った。

表4 近交退化の解析

1. 近交退化現象の観察
退化量(回帰係数)、遺伝的荷重
2. 近交による孵化率低下に着目
孵化率低下の要因: 胚死亡率(死亡推定日齢・奇形・位置異常)
3. 近交による初期胚の発育異常胚、発育遅延胚組織学的検索、分裂細胞数、分裂指数、酵素組織化学的検討、酵素(ヘキソキナーゼ、ホスホリラーゼ)量の定量、DNA量、RNA量の定量、³H-チミジン・³H-ウリジンの取り込み量、ラベルしたアミノ酸(グリシン、ロイシン、グルタミン酸)の取り込み量
※代謝拮抗阻害剤(アクチノマイシンD及びアンティマイシンA)処理の影響
※体外培養による胚発生の観察
4. 近交に伴う遺伝子頻度・遺伝子型頻度の電気泳動法による検討

選抜育種を進めるに当たって必要となる基礎的資料を得る目的で各種の生産形質の遺伝率、遺伝相関などの遺伝的パラメータの推定を試みた。その結果、体重、筋肉重、骨格重、骨格長、卵重、卵質などの選抜育種の可能性が示唆された。

簡便で正確な初生雛の雌雄鑑別法が望まれていたことから、羽色の伴性遺伝を利用した方法について検討した。具体的にはブラウン系統雄とノーマル系統雌との交配により、初生雛はすべて雌がブラウン羽色、雄がノーマル(野生)羽色になり、伴性遺伝の利用によって作出された雌雛の生産能力は両親系統と同等の値を示すことが確かめられ、伴性遺伝による初生雛の雌雄鑑別は実用的であると判断した(劉, 1998)。なお、日本の約70%の卵を生産する豊橋では半数以上の雛がこの方法で生産されているが、台湾やブラジルでも広く普及している。ウズラではブラウン羽色以外にシナモン羽色やアルビノ(白羽色・赤眼)も伴性遺伝することが知られているが、伴性遺伝の利用によって作出された雌雛の生存率の値は低いことを明らかにした(片山, 2000)。このため、現段階ではブラウン以外の系統を利用した初生雛の雌雄鑑別は実用的でないと考えられた。

環境負荷の軽減を図ることは今日の重要な課題である。具体的には排泄窒素量やリン量の低減が挙げられる。排泄窒素量は低蛋白質飼料の給餌によって実現できるが、生産性の低下をもたらすことが知られている。そのため、低蛋白質飼料(CP20%)への必須アミノ酸添加や低蛋白質飼料での雛の選抜育種が試みられた。その結果、低蛋白質飼料でもメチオ

ニン、リジン、トレオニンの必須アミノ酸添加によって CP24%飼料と同等の生産性を示すこと、また低蛋白質飼料でも生産性の高い雛の作出が可能であることが示唆された。排泄リン量の低減は飼料への添加無機リン量の削減によって可能であるが、この無機リン量の削減は特に雛の初期成長に悪影響を及ぼすことが知られている。これまで、産卵鶏、ブロイラー、七面鳥などではフィターゼを添加することで初期成長は改善されることが報告されていたが、ウズラでは全く検討がなされていなかった。フィターゼは消化されないまま排泄される飼料中のフィチンが無機リンに分解する酵素で、フィターゼ添加によって栄養吸収阻害因子であるフィチン酸が分解され、フィチン酸と結合して吸収を阻害されていた CP やアミノ酸が遊離し、消化吸収率、利用率が向上し、増体量の増加に寄与したことが示唆されている。ウズラを用いて行ったフィターゼ添加の実験でも、初期成長を改善させるとともに産卵期での産卵率、卵重、体重などの生産形質が改善される結果が得られた(西牧, 2008)。また、排泄リン量は市販飼料に比べて 30~35%、排泄窒素量は 20~30%低減できることを明らかにした。さらに、フィターゼ添加による脛骨の成長促進については組織の面からも検討を加えた。

赤色素抽出後のコチニール残渣は魚粉と同等の粗蛋白質含量を有していることから、魚粉の代替としての利用が考えられた。魚粉(8%含有)の半量をコチニール残渣で置き換えた場合、ウズラの 6 週齢雌雛を用いた給餌試験では生産性に魚粉の対照飼料と差異は認められなかった(崔ら, 2010)。しかし、全量を置き換えた場合には、卵重、飼料摂取量は有意に低い値を示した。このことから、魚粉の半量をコチニール残渣で置き換えることが可能で、実用的であることが明らかになった。コチニール残渣飼料(全量置換)を初生雛へ給餌すると、雛の脚弱症が多発し、死亡率の有意な増加が認められ、かつ長期間にわたって飼育を継続した場合、肝細胞質内に空胞変性が多くみられ、かつ血液生化学的所見から肝機能の障害、脂質代謝の異常、筋肉組織・細胞の障害の可能性が示唆された。コチニール残渣の実用化に当たってはこれらの原因解明は不可欠である。

卵への機能性付与の課題はヒトの病予予防や健康維持にとって重要となる。(財)旗影会、イエナ商事(株)、協和発酵工業(株)の援助、協力の下で、ピオーネ種皮、紅鮭粉末、パーム油、アスタキサンチンの機能性物質を取り上げ、卵黄への移行などについて検討した。その結果、ピオーネ種皮以外は飼料への添加で卵黄色が改善され、アスタキサンチンは約 1%が卵黄に移行し、抗酸化能も高くなることが示された(岸本, 2007; 桃井, 2008)。

上記の課題以外に、ウズラでは温度適応性や抗病性、攻撃行動と選抜育種、ヨーロッパ系ウズラの特性、筋緊張性ジストロフィー症の遺伝解析、制限給

餌、食品廃棄物飼料(パン屑、豆腐粕、乳酸菌などが原材料で発酵飼料)、おから炭・ペプチドミール給餌試験などの課題も取り上げた。温度適応性の研究では低温-5℃、高温 45℃を取り上げ(三枝, 1974; 小山, 1976; 識名, 1976)、抵抗系・感受系の選抜を行った。さらに高温環境(36℃, 31℃, 対照区 26℃)が産卵率、卵形質、血液性状などに及ぼす影響を明らかにし、育種学的解析を行った(岩竹, 1980)。

抗病性の研究では白血病の一種である REV(Reticuloendotheliosis virus, 細網内皮症ウイルス)の病原性や抵抗系・感受系への選抜育種を取り上げた(寺田, 1976; 倉元, 1978)。

ヨーロッパ系ウズラ(フランス系・エストニア系)はニホンウズラに比較して大きく、特にフランス系は肉生産を目的に飼育されている。フランス系・エストニア系の特性を明らかにするとともにニホンウズラとの交配を行い、交雑種 F₁での生産性について検討した(斎藤, 2006)。

ウズラでも攻撃性の高・低系統の選抜育種を行ったが(川口, 1991; 佐々木, 1993)、その研究成果が地元(山陽新聞(1992.12.27付))に掲載された。

日本生物科学研究所小淵沢支所から譲り受けた筋緊張性ジストロフィー症の遺伝様式は交配実験の結果、常染色体性の優性遺伝であることが明らかとなった。また、病因に関連して機能性物質として、正常ウズラにおけるヒト MT-PK 遺伝子の存在の確認と RFLP の検出を試みた。その結果、ウズラゲノムにもヒト MT-PK 遺伝子と相同性のある配列が存在し、そのサイズは 21.8kb であること、ApaI、BglII の制限酵素により RFLP が検出されることが明らかとなった(福武, 1996)。

制限給餌の研究は高病原性鳥インフルエンザなどの法定伝染病の発生を想定して取り上げた。飼料給餌量を 60、70%にし、期間は 2、3 週間として、50%産卵日齢の 7 週齢雌雛を用い制限開始後の体重、産卵率、卵重などについて検討し、さらに制限を解除した時の推移についても検討した(万, 2006)。

おから炭は廃材の有効利用を最終の目的にしたもので、実験ではおからを炭化したものを飼料に添加し、その後の体重や産卵率などの生産性について検討した(佐藤ら, 2005)。

ペプチドミール(酵素処理魚粉)は鳥取缶詰(株)が開発したもので、イワシ主体の魚粉を蛋白質分解酵素で特殊加工を施し、ペプチドを通常の魚粉に比べて約 2 倍に増やし、消化吸収率が良く、飼料効率を高める特徴がある。魚粉の代替としてペプチドミールを使用し、ウズラでの給与実験を行った。その結果、魚粉に比べて、体重は低いものの、産卵率は高い値を示し、飼料効率は良くなることが確かめられた。

マウスとウズラ以外の研究については誌面などの都合で紹介できなかったが、家畜育種学・実験動物学教室ではラット(Fawn Hooded, FH)の r 遺伝子の

ファインマッピング(浜松医大との共同研究)、蒜山のジャージー牛の成立条件の検討、ヤギの体尺測定、イノシシの飼育管理とその経済性、群管理下における黒毛和種雌牛の順位構造の解析、岡山県・岡山大学農学部津高牧場・荒戸山牧場等の黒毛和種の遺伝・育種学的解析、大規模牧場における肉用牛産肉能力の遺伝的評価、交雑種 F₁(見島牛♂×黒毛和種♀, 黒毛和種♂×ホルスタイン♀)の利用と評価、技術的観点(家畜育種学の立場)からみた肉牛の問題点、肉用牛の飼料の利用性の育種方法、肉用牛における育種システムの統合化、岡山県のパークシャー種集団の育種学的分析、豚の肢蹄の改良方法などの課題を取り上げた。岡山市のエイチ・エス・ピー(株)との共同研究で、弱酸性次亜塩素酸水の鶏での飲水試験が安全性の面から検討された。

本報では、研究を担当してくれた大学院・学部学生の修士・卒業論文の引用が一部となってしまったことをお詫び致します。また、ウズラの研究成果については総説「ウズラの育種ならびに飼料、栄養」に引用文献として詳細に記載しているので、その多くは割愛した。

謝 辞

上記の研究は家畜育種学・実験動物学教室の大学院生(博士・修士課程)と学部学生の諸氏によって実施された。岡山大学名誉教授猪 貴義氏、前岡山大学農学部助教授河本泰生氏、同医学部の盛政忠臣氏、岡山大学教授及川卓郎氏(現:琉球大学)、国枝哲夫氏、近藤康博氏、同名誉教授多田幹郎氏、馬場直道氏、同准教授阿部浅樹氏、西野直樹氏にご指導、ご協力をいただいた。ウズラの研究では琉球大学名誉教授新城明久氏、鹿児島大学教授前田芳實氏、広島大学教授都築政起氏、国立環境研究所高橋慎司氏、前日本生物科学研究所水谷 誠氏のご協力、ご助言をいただいた。

本研究の遂行に当たって、文部科学省研究費補助金、東海有機(株)、バイオアクティブおかやま、(財)日本食品化学振興財団、三栄源エフ・エフ・アイ(株)岡山工場、(財)旗影会、協和発酵工業(株)、日本エスエルシー(株)、鳥取缶詰(株)飼料工場、中国飼料(株)、イエナ商事(株)、日本リサイクルマネージメント(株)倉敷事業所、常盤パルプ工業(株)、備前化成(株)、(株)林原生物化学研究所開発センター、岡山県総合畜産センター、エイチ・エス・ピー(株)の各社からご援助、ご協力をいただいた。ここに、深謝致します。

岡山実験動物研究会の発展と維持に多大なご協力とご支援をいただいた名誉会員、会長、理事、監事、正会員、賛助会員の皆様方に心から厚くお礼申し上げます。

参考文献

青木 誠:マウスの攻撃行動に関する研究, 昭和 63 年度修士論文 (1988)

石橋光太郎:Alloxan により誘起されるマウス糖尿病における遺伝要因の解析と感受系、抵抗系への分系育種に関する研究, 昭和 56 年度修士論文 (1981)

Ino T., Kawamoto Y., Sato K., Nishikawa K., Yamada A., Ishibashi K. and Sekiguchi F. Selection of mouse strains high and low incidence of Alloxan-induced diabetes. *Exp. Anim.* 40: 61-67 (1991)

岩竹紀明:高温環境が日本ウズラの産卵率、卵形質、飼料摂取量、血液性状、臓器重量に及ぼす影響と育種学的解析, 昭和 55 年度修士論文 (1980)

岩崎恵子:飼育密度を異にする高・低攻撃性マウスの週齢に伴う攻撃行動及び探索行動, 平成 12 年度卒業論文 (2001)

遠藤勝巳:アロキサン誘発糖尿病高発症系(ALS 系)・低発症系(ALR 系)及びこれら両近交系間の交雑子孫における膵島の組織並びに定量形態学的研究, 平成元年度修士論文 (1990)

大谷かおり:マウスのアロキサン糖尿病発症に対する感受系・抵抗系の選抜育種と膵ランゲルハンス島の形量形態学的研究, 昭和 58 年度卒業論文 (1984)

岡 哲史:MSA 処理 ALS 系マウスの糖尿病発症におよぼす性ホルモンの影響, 平成 14 年度修士論文 (2002)

片岡博行:アロキサン誘発糖尿病高発症系・低発症系マウスとその両系統を用いた各種交雑種における遺伝要因の解析, 平成元年度卒業論文 (1989)

片山 桂:伴性遺伝を利用したウズラ初生雛の雌雄鑑別に関する研究, 平成 11 年度卒業論文 (2000)

川口泰治:ニホンウズラにおける攻撃行動の遺伝・育種学的検討, 平成 3 年度修士論文 (1991)

川中秀哲:ALS 系マウスの糖尿病発症に及ぼす紫コーン色素の効果, 平成 17 年度卒業論文 (2006)

河本泰生・佐藤勝紀:マウスの攻撃行動, 岡山大学農学部学術報告, 92, 103-110 (2003)

岸本 齊:パーム油がウズラの成長および産卵形質に及ぼす影響, 平成 18 年度卒業論文 (2007)

倉元達郎:細網内皮症ウィルスに対する日本ウズラの感受系と抵抗系の選抜育種に関する研究, 昭和 52 年度修士論文 (1978)

小山一好:低温ストレスに対する日本ウズラの選抜育種並びに選抜効果がヒナの活力、成長及び繁殖能力に及ぼす影響について, 昭和 50 年度卒業論文 (1976)

崔 勇権・佐藤勝紀・及川卓郎・国枝哲夫・市 隆人:ウズラのためのコチニール残渣の栄養価, 日本家禽学会誌 47, J14-J21 (2010)

斎藤 寛・佐藤勝紀・福武幸一・大江康次郎・及川卓郎・国枝哲夫・高橋慎司:フランス系ウズラ

- とニホンウズラの交雑種 F1, F2 及び戻し交雑種における体重, 日本家禽学会 1995 年度春季大会 3 月 27 日 宮崎市 (1995)
- 三枝 雅: 高・低温度環境における日本ウズラの生存時間及び生理的諸元について, 昭和 49 年度卒業論文 (1974)
- 櫻井岳夫: マウスの攻撃性に関する選抜とその効果, 平成 3 年度修士論文 (1991)
- 佐々木雄一: ニホンウズラの攻撃性の高系統・低系統の選抜育種と選抜に伴う生産形質の検討, 平成 5 年度卒業論文 (1993)
- 佐藤勝紀・岸本 斉・内田秀司・山口安幸・井川 猛: おから炭がウズラの生産形質に及ぼす影響, 日本家禽学会 2005 年度秋季大会 11 月 5 日 熊本市 (2005)
- 佐藤勝紀・山下 撰: ビートレッドが ALS 系マウスの糖尿病病態に与える影響, 平成 16 年度委託研究「県産品活用」に関わる実用化研究開発><「糖尿病予防」に関わる調査研究開発>成果報告集 バイオアクティブおかやま 69-72 (2005a)
- 佐藤勝紀・山下 撰: ALS 系マウスの糖尿病病態に及ぼすビートレッドの影響, 日本食品化学研究振興財団 第 11 回研究成果報告書 88-95 (2005b)
- 佐藤勝紀・山下 撰・三上崇徳: ビートレッドが膵 β 細胞におよぼす効果の検討, 日本食品化学研究振興財団 第 12 回研究成果報告書 93-99 (2006)
- 佐藤勝紀: ウズラの育種ならびに飼料, 栄養, 岡山大学農学部学術報告 98 : 47-57 (2009)
- 識名雅之: 高温ストレスに対する日本ウズラの生存時間についての選抜育種並びに選抜ウズラ集団の活力, 成長及び生理的諸形質, 昭和 50 年度卒業論文 (1976)
- Zhou W. and Sato K. : Physiological vulnerability to diet induced in inbred Alloxan-induced-susceptible mice Journal of Biological Sciences, 8(2) : 421-425 (2008)
- 辻 岳人: ICR マウスにおける STZ (糖尿病誘発剤) の ED₅₀ 値の推定および ALS 系 ALR 系マウスでの STZ 投与に対する感受性の検討, 平成 4 年度修士論文 (1992)
- 寺田伸枝: 日本ウズラにおける細網内皮症ウィルスの病原性並びに抗病原性育種に関する研究, 昭和 51 年度修士論文 (1976)
- 杜 剛 : ICR マウスのアロキサン ED50 に対する NSY と KK マウスの感受性, 平成 17 年度卒業論文 (2006)
- 名藤正人: 仕切りのある近隣環境で個別飼育された高攻撃性マウスの攻撃性について 平成 13 年度卒業論文 (2002)
- 西川 哲: 豚の胃潰瘍発生の現状並びに実験的胃潰瘍の誘起とその遺伝要因に関する研究, 昭和 53 年度修士論文 (1978)
- 西川公巳: Alloxan 糖尿マウスの感受系, 抵抗系への選抜育種と感受系, 抵抗系における繁殖能力の比較, 昭和 57 年度卒業論文 (1983)
- 西牧孝洋: 必須アミノ酸を添加した低蛋白質飼料へのフィターゼ添加がウズラの生産性に及ぼす影響, 平成 19 年度卒業論文 (2008)
- 野崎大典: マウスにおける行動解析と行動に及ぼす遺伝要因について, 昭和 62 年度修士論文 (1987)
- 浜藤徹郎: MSA を投与した ALS 系マウスの糖尿病病態に及ぼす性腺摘出の影響, 平成 8 年度修士論文 (1997)
- 原 裕司: アロキサン誘発高発症系・低発症系マウスの成長, 繁殖能力および哺育能力について, 昭和 58 年度卒業論文 (1984)
- 福武幸一: ニホンウズラにおける筋緊張性ジストロフィーの遺伝学的解析, 平成 8 年度修士論文 (1996)
- 福森雅一: 雄マウスの攻撃行動に対する飼育密度の影響及びドーパミン神経系の関与, 平成 11 年度修士論文 (1999)
- 正吉輝彦: マウスにおける成長と alloxan 感受性に及ぼす飼育密度の影響, 昭和 56 年度卒業論文 (1982)
- 松田行成: MSG (Monosodium-L-Glutamate) 投与による ALS 系・ALR 系の肥満誘発と糖尿病についての研究, 平成 4 年度修士論文 (1992)
- 万 国豊: 制限給餌及び制限解除が若雌ウズラの生産形質に及ぼす影響, 平成 17 年度卒業論文 (2006)
- 三上崇徳: SMXA-RI (リコンビナントインブレット) 系統群を用いたアロキサン誘発糖尿病の感受性に関わる遺伝子座の QTL 解析による探索と検討, 平成 18 年度卒業論文 (2007)
- 桃井次郎: アスタキサン添加がウズラの生産形質及び卵黄の抗酸化能に及ぼす影響, 平成 19 年度卒業論文 (2008)
- Morimasa T., Kaneyuki T., Kawamoto Y., Oikawa T. and Sato K.: Characteristics dopamine metabolism, dopamine receptors and dopamine transporters in the striatum of high and low aggressive mice substrains, Frontier of the Mechanisms of Memory and Dementia (edited by Kato K.) Elsevier Science 107-108 (2000)
- 矢野景子: MSA により肥満した ALS 系マウスの脂肪除去に伴う糖尿病病態, 平成 12 年度卒業論文 (2001)
- 山下 撰・石橋光太郎・関口富士男・佐藤勝紀: ALS 系・ALR 系マウスにおける L-アスパラギン酸ナトリウム (MSA) 投与に伴う肥満誘発と糖尿病病態, Diabetes Frontier, 9: 527-528 (1998)
- 山下 撰・石橋光太郎・関口富士男・佐藤勝紀: ALS 系・ALR 系マウスにおける視床下部障害性肥満の誘導と糖尿病病態発現—L-アスパラギン酸ナトリ

- ウム(MSA)投与による肥満誘発と糖尿病態, 岡山実験動物研究会報, 16: 26-28 (1999)
- Yamashita, T. and Sato, K., ALS and ALR mice are useful diabetic models to reveal correlations between obesity and diabetes, *Exp. Diabetes Research*, 2: 270-271 (2001)
- 山下 撰・佐藤勝紀: 黒豆種皮エキス摂取が ALS 系マウスのアロキサン誘発糖尿病および生体に与える効果, *New Food Industry*, 46, 34-42 (2004)
- 山下 撰・佐藤勝紀: ビードレッドの生体における実験的糖尿病態に対する抑制効果—ALS 系マウスを用いての検証—, *FFI Journal* 213: 122-130 (2008)
- 山田明央: アロキサン誘発糖尿病の遺伝支配の解析, 昭和 61 年度修士論文 (1986)