

近畿大学奈良キャンパスにおける エゴノキとヤマガラに関する研究

平野 綾香・桜谷 保之

近畿大学農学部環境管理学科

The relationship between *Styrax japonica* and *Parus varius* on the Nara Campus of Kinki University

Ayaka HIRANO and Yasuyuki SAKURATANI

Department of Environmental Management,

Faculty of Agriculture, Kinki University, Nakamachi, Nara City, Japan 631-8505

Synopsis

Japanese snowbells (*Styrax japonica*) and varied tits (*Parus varius*) inhabit the Nara Campus of Kinki University. We carried out the line-census survey on varied tits, the field survey on Japanese snowbells, a survey on the hoarding behavior of varied tits for seeds of Japanese snowbells, and Japanese snowbell seeds viability test with triphenyl tetrazorium chloride dyeing. As a result, in the season of the seeds, matured varied tits often visited the trees, transported mature fruits over long distances and hoarded seeds in the ground.

Key words: Varied tits (*Parus varius*), Japanese snowbells (*Styrax japonica*), seed hoarding behavior

1. はじめに

生態系はそれぞれ異なった種の生物と生物がお互いに複雑に関わり合って成り立っている。植物と動物との関わりもその一つである。種子植物は種子を散布しなければ分布を拡大し繁栄することはできない。その種子散布の方法の一つに動物散布がある。動物散布によって種子を運ばれる植物は、動物と共進化してきたと考えられている(湯本, 1999)。なかでも、鳥類は種子を散布して森林の更新に影響を与えている(大久保・加藤, 1994)。

本研究でとりあげるエゴノキ *Styrax japonica* は、エゴノキ科に属する落葉小高木であり、暖温帯～冷温帯までのほぼ日本全国に分布している(倉田(1964))。ヤマガラ *Parus varius* は、スズメ目シジュウカラ科に属する鳥であり、北海道か

ら沖縄までの標高約1500m以下の日本全国に分布している(環境庁編(1981), 小林(1956))。ヤマガラは植物の果実を貯蔵し、あとで取りだして食べる行動をすることが知られている(樋口, 1986)。三宅島における研究では、ヤマガラはエゴノキの種子散布者として機能している可能性が高いとされている(橋本ほか, 2002)。

本研究の調査地である近畿大学奈良キャンパス(以下、本調査地)にもエゴノキとヤマガラが生息している。本調査地内での1995年～2006年までのヤマガラの生息個体数は、やや変動が見られるが比較的安定している(桜谷ほか, 2008)。そして、これまでに本調査地でヤマガラがエゴノキの種子を運ぶ行動が確認されている(桜谷, 2001)。

そこで本研究では、本調査地においてエゴノキとヤマガラにはどのような関係があるのか、特

に、本調査地に生息するエゴノキとヤマガラには共生関係があるのかどうかを調査することを目的とし、さらに本調査地におけるエゴノキの管理・保全方法そしてヤマガラの保全方法についての考察も行った。

2. 調査・実験方法

(1) 調査地の概要

本研究の調査地である近畿大学奈良キャンパス（奈良県奈良市中町、北緯 34° 40′ 東経 135° 43′、標高 150～280m）は奈良市郊外の矢田丘陵に位置し、キャンパス内には、二次林を主体とした里山林、草地、沢、溜め池、湿地、水田、畑地、庭園、グラウンド、校舎等比較的多様な環境から構成されている（図 1）（馬場・岩坪，2001）。

(2) ラインセンサス調査

本調査は、本調査地内において、ヤマガラの生息域やヤマガラの餌、ヤマガラがエゴノキの種子を貯蔵する時期を調査することを目的として行った。また、ヤマガラの生息域に生息しているヤマガラ以外の野鳥種の調査も行った。ただし、本調査地内においてヤマガラが捕食または採食していたものについては、本調査中以外に確認したものも結果として記載した。また、これまでに本調査

地内で確認されたヤマガラの食性（桜谷，2001）と、筆者が本調査地外で確認したヤマガラの食性もあわせて記載した。

調査は、2011 年 4 月～2011 年 12 月の 9 ヶ月間、週に 1 回、午前 8 時 30 分～11 時 00 分の間で行った。調査は雨天の日は極力避け、晴天または曇天の日に行った。毎週一定のルート歩き、調査範囲内の野鳥の姿、鳴き声、囀りを種ごとに重複を避けて記録し合計したものを個体数とした。調査は、目視、そして双眼鏡と望遠鏡を使用した。調査時にヤマガラが捕食または採食していたものについても記録した。調査方法は、財団法人日本鳥類保護連盟 編（2011）を参考にした。

調査範囲は、林内環境、林縁環境、農耕地環境、人工的環境の 4 つの環境に区分し、それぞれが上空から見てほぼ等しい面積（約 3.1ha）になるように分けた（起伏を考慮していない）。面積は、国土地理院の地図を利用して求めた。林内環境は、図 2 の林内 1～林内 6 の範囲であり、林縁環境は A 池・岩谷・榎谷・棚田一湿地間、農耕地環境はものづくり村・棚田ビオトープ、人工的環境は校舎の範囲である。調査は図 2 のルート（赤線部分）を歩いて行った。

調査環境

① 林内環境

林内 1～6 に区分し調査を行った。調査は、尾



図 1. 近畿大学奈良キャンパス（写真の大部分がキャンパス部分）

斜面上にはクリ *Castanea crenata* やヤマザクラ *Prunus jamasakura* が植栽された植樹地がある。自然的植生は、ネザサ *Pleioblastus chino* f. *pubescens* やセイトカアワダチソウ、クズからなる。エゴノキは生育していない。

棚田ビオトープ：毎年稲作が行われる2枚の水田と、一番上の段に水田の水を引くための湧水のため池がある。水田の東側にはコナラやクヌギなどで構成された雑木林があり、まだ開花しない若い個体から結実する個体までのさまざまな大きさのエゴノキが密集して自生している。

④人工的環境

校舎：この調査地は、調査範囲のほとんどが校舎の建物であるため、目立った植生はない。校舎の中央には中庭があり、ケヤキ *Zelkova serrata* やクスノキ *Cinnamomum camphora*、アメリカヤマボウシ *Benthamidia florida* などの樹木が植栽されている。中庭に結実するエゴノキが1個体植栽されている。

(3) エゴノキの分布調査

本調査は、本調査地内のエゴノキの分布とエゴノキのサイズを調査することを目的として行った。校舎周辺に植栽されている4個体のエゴノキも調査対象に含め、調査を行った。

調査は、本調査地内において調査範囲を設け、調査範囲内に生育するエゴノキの個体数、生息場所、サイズ（胸高直径）について調査した。調査

で確認したエゴノキは、全ての個体に個体識別用のプレートを付け、胸高直径（DBH）を計測し、GPSを用いて1個体ずつ位置を記録した。胸高直径は地面から1.3mの位置を計測した。胸高直径に満たないものは地際直径（D0）を計測した。また、1.3mより下で2又以上に分かれている個体は、分かれた全ての幹の直径を1.3mの位置で計測し、最も大きい値をその個体の直径として記録した。

調査は、本調査地内で調査範囲約13.7ha（起伏を考慮していない上空から見た面積）を設定し、調査を行った。面積は国土地理院の地図を利用して求めた。調査範囲は、図8の赤色枠線内である。

(4) ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵行動調査

本調査は、ヤマガラが行うエゴノキ果実の貯蔵行動について、ヤマガラがエゴノキ果実の貯蔵行動を行う期間、エゴノキ果実を貯蔵する場所を調査することを目的として行った。ただし、本文中の貯蔵行動とは、果実を貯蔵する行動だけでなく、果実を運搬する行動も含むものとする。

調査は、2011年8月～10月の約3ヵ月間、本調査地内の結実したエゴノキ11個体について、ヤマガラによって実が運ばれる期間、ヤマガラが実を運ぶ方向・場所の調査を行った。調査対象木（図3）は観察しやすい場所にあること、結実数が多いことを条件として選定した。調査は可能な

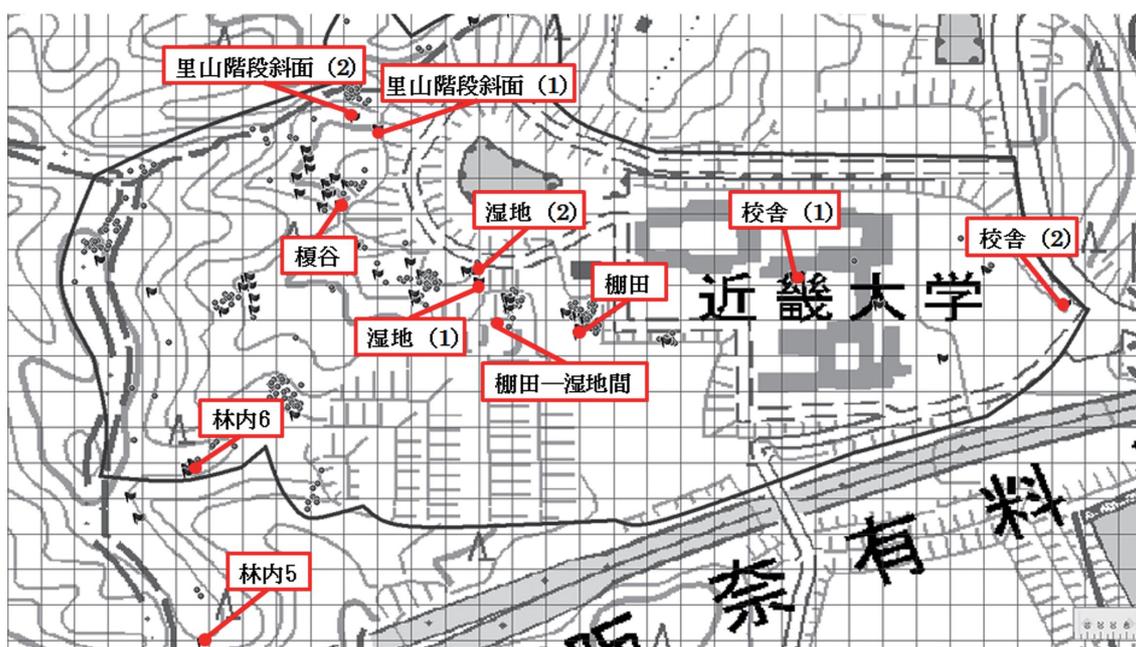


図3. 調査対象木（エゴノキ）の生育場所（個体識別名は、ラインセンス調査の調査範囲に基づいて決定した）

限り調査期間中毎日もしくは1日おきに、各調査木につき30分～60分間観察を行い、ヤマガラの貯蔵行動を観察した。

そして、調査対象木の果実が熟す時期についても調査を行った。果実が熟した状態の定義は、自然状態で木全体の約20%以上の枝についている果実の果皮が裂開し、果実中の種子が半分以上見えていることとした(付図2, 付図3)。

また、校舎(1)・棚田一湿地間・湿地(1)・湿地(2)・榎谷・里山階段斜面(1)・林内5・林内6の8個体については、後述の種子実験の試料を採集するために、果実が付いている枝の一部に捕虫用のネットを被せておき、果実がヤマガラによって運び去られるのを防いでおいた(付図4)が、そのネット内の枝についている果実は貯蔵行動調査の対象に含めないこととした。

調査対象木

校舎1：標高約160m, DBH7.78cm, 校舎の中庭に植栽されている個体である。校舎建物のすぐそばにあり、周辺は人の通りも多い。そばにクスノキなどが植栽されている。明るい場所にあるが、時間帯によっては校舎建物によって日陰になる。調査対象木の中でも結実数の多い個体である。また、種子実験のための種子を採集した個体のひとつである。

校舎2：標高約150m, DBH5.57cm, バス停の近く道路沿いの芝生に植栽されている個体である。道路沿いにあり、周辺は人や自動車がよく行き交っている。開けた場所にあり、光を遮るものは少ない。そばに植栽されたクスノキやクロガネモチ *Irex rotunda* がある。調査対象木の中で結実数はかなり少ない個体である。

棚田：標高約160m, DBH14.52cm, ラインセンサス調査範囲内棚田ビオトープの東側斜面に自生する個体である。コナラやクスノキなどで構成された雑木林内にあり、その個体の周囲にはまだ開花しない若い個体から結実する個体までのさまざまな大きさのエゴノキが密集して自生している。明るい場所にあるが、フジ *Wisteria floribunda* の蔓が枝を覆い被さるように絡みついて日光を遮っていたため、2011年2月にフジの蔓を根元から切っておいた。調査対象木の中でおそらく結実数の最も多い個体である。

棚田一湿地間：標高約200m, DBH6.79cm, 林縁部に自生している個体である。この個体の西側に

はヒノキで構成された針葉樹林があり、東側はコナラやクスノキなどで構成された雑木林となっている。周囲はモミジイチゴ *Rubus coptophyllus* が群生している。明るい場所にあるが、クズの蔓が枝を覆い被さるように絡みついて日光を遮っていたため、2011年2月にクズの蔓を根元から切っておいた。結実数の多い個体である。また、種子実験のための種子を採集した個体のひとつである。

湿地(1)：標高約180m, DBH10.55cm, 林縁部に自生している個体である。この個体の西側にはヒノキで構成された針葉樹林があり、東側は開けて湿地になっており、展望台がある。明るい場所にある。調査対象木の中でも結実数の多い個体である。また、種子実験のための種子を採集した個体のひとつである。

湿地(2)：標高約190m, DBH7.08cm, ヒノキで構成された針葉樹林内に自生している個体である。この個体から約5m離れたところに湿地(1)がある。伸びた枝の半分は日光の直接当たらない林内にあるが、もう半分は日光が直接当たる林縁部の開けた場所へ伸びている。調査対象木の中で結実数は少ないほうである。また、種子実験のための種子を採集した個体のひとつである。

榎谷：標高約200m, DBH5.70cm, ラインセンサス調査範囲内である岩谷と榎谷の間の尾根の林縁部に自生する個体である。周囲はコナラやクスノキなどで構成された雑木林になっている。比較的明るい場所にあるが、ミツバアケビ *Akebia quinata* の蔓が枝を覆い被さるように絡みついて葉に当たる日光を遮っている。調査対象木の中で結実数は少ないほうである。また、種子実験のための種子を採集した個体のひとつである。

里山階段斜面(1)：標高約200m, DBH14.17cm, 林内へと続く階段の近くに自生する個体である。周囲はネザサが群生し、そばに自生するアカメガシワ *Mallotus japonicus* の枝がこの個体の周囲を覆い、日光を遮っていたため、2011年3月にこの個体の周囲のネザサを刈り、アカメガシワを幹から伐採しておいた。調査対象木の中で結実数は少ないほうである。また、種子実験のための種子を採集した個体のひとつである。

里山階段斜面(2)：標高約200m, DBH12.36cm, 林縁部に自生している個体である。周囲はネザサが群生し、そばにはアカメガシワが自生してい

る。里山階段斜面(1)から約5m離れた場所にある。明るい場所にあるが、一部の枝にミツバアケビの蔓が絡みついており、日光を遮っている。調査対象木の中で結実数は多いほうである。

林内5: 標高約240m, DBH11.70cm, 林道の道沿い林縁部に自生する個体である。この個体の東側はヒノキで構成された針葉樹林となっており、西側は林道で開けている。周囲はネザサが群生している。この個体の根元は日陰となっているが、枝は直接日光の当たる開けた場所へ伸ばしている。調査対象木の中で結実数は多いほうである。また、種子実験のための種子を採集した個体のひとつである。

林内6: 標高約240m, DBH13.12cm, 林縁部に自生する個体である。周囲はコナラやクヌギなどで構成された雑木林となっている。この個体から半径3m以内に結実するエゴノキが2個体自生している。比較的明るい場所にあるが、一部の枝にミツバアケビの蔓が絡みついており、日光を遮っている。調査対象木の中で結実数は多いほうである。また、種子実験のための種子を採集した個体のひとつである。

(5) ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵日周行動調査

本調査は本調査地において、ヤマガラがエゴノキの果実を運ぶ行動(貯蔵行動)が1日のうちのどの時間帯に行われているのか、また何時間の間にどの位の頻度で運ばれるのかを調査するために行った。

調査は、2011年9月11日に、日の出前の4時48分から18時22分まで(ただし、11時00分から13時00分の間に約5分間調査対象木から離れた)の14時間と24分間(864分間)、調査対象木でヤマガラの貯蔵行動の観察を行った。本調査では、ヤマガラの貯蔵行動を観察した時間、運んだ果実の数、果実を運んだ方向を記録した。また、果実を運んだ方向については、ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵行動調査の結果に加えて述べている。

2011年9月11日の奈良市の日の出時刻は5時36分、日の入り時刻は18時10分であった(国立天文台天文情報センターのデータより)。

本調査では、本調査地内で結実数が多く、また調査を行う前日(2011年9月10日)の事前調査

でヤマガラが果実を頻繁に運ぶ様子(11時23分~12時23分の間に、数分おきに果実を運んでいた)を確認した棚田(ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵行動調査の調査対象木、図3)のエゴノキを調査対象木とし、観察を行った。この調査対象木では、本調査を行った2011年9月11日もヤマガラが頻繁に果実を運んでいた。

(6) エゴノキ種子熟度実験

本調査地のヤマガラは、エゴノキの果実が熟す前に貯蔵行動を始める。ここで、果実が熟した状態の定義は、自然状態で果実の果皮が裂開し、果実中の種子が半分以上見えていることとする(付図2, 付図3)。ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵行動調査の結果より、ヤマガラはエゴノキの種子を親木から離れた場所へ運び地面中に貯蔵しているところを確認し、また親木から離れた場所に若いエゴノキが多く生えていたことから、ヤマガラはエゴノキの種子散布者として機能していることが推察されたが、エゴノキの果実が熟す前に貯蔵行動を始めることから、ヤマガラは本当に発芽能力がある種子を貯蔵しているのかということが疑問である。もしくは、未熟の種子が貯蔵されてから追熟して発芽能力のある種子になるのかということが疑問である。以上のことを検証するために、テトラゾリウム試験法を用いたエゴノキの種子実験を行った。

本研究では、果実が熟した木の定義は、自然状態で木全体のおおよそ20%以上の枝についている果実の果皮が裂開し、果実中の種子が半分以上見えていることとした。

また、本調査地内のエゴノキと本調査地外のエゴノキを比較するために、本調査地外で採集したエゴノキの種子を用いて実験を行った。

実験はテトラゾリウム試験法を用いて行った。テトラゾリウム試験法とは、主に農業分野で作物の活性度の評価に使用されている試験方法である。植物体のミトコンドリア内では、好気呼吸の過程において、クエン酸回路中のコハク酸脱水素酵素が働くため、生きた植物体からは水素が発生する。塩化2,3,5-トリフェニルテトラゾリウムは、水素によって還元されることで水に不溶な赤色を呈するトリフェニルフォルマザン(TPF)を生成するため、生きた植物体をTPFで赤色に染色し、植物の活性度を知ることができる(赤岩

ほか, 2009). よって, 発芽力のある種子の胚は赤く染まる(角田・山口, 1974).

実験方法は, これまでの研究で行われたエゴノキと同じエゴノキ科に属するオオバアサガラ *Pterostyrax hispida* を用いた実験(西尾ほか, 2009)を参考にした.

1) 実験試料

熟していない果実の種子: 2011年7月22日から2011年10月7日までの毎週1回, 本調査地内に生育する8個体のエゴノキ(図3の校舎(1), 棚田一湿地間, 湿地(1), 湿地(2), 榎谷, 里山階段斜面(1), 林内5, 林内6の個体)から合わせて40個の果実を採集した. 果実は全て熟していないものを採集した. 果実が熟すのを確認した後は, その木から果実を採集しないものとした. そして, 採集した40個の種子を20個ずつに分けた. 片方の20個は, 採集したその日に果皮・果肉を取り除き種子だけにして, ミズゴケにからませ湿った状態にしてポリ袋の中に入れ, 5℃以下に保たれた冷蔵庫の中に入れて(以下, これを低温湿層貯蔵と呼ぶ), 約1カ月間保管し実験を行った. 残りの20個は, さらに10個ずつに分け, 10個は低温湿層貯蔵にし, 残りの10個は採集したその日に果皮・果肉を取り除き種子だけにして, 直接日光が当たらない室内において, 常温で約2週間自然乾燥させ, そのままポリ袋へ入れて5℃以下に保たれた冷蔵庫の中に入れ(以下, これを低温乾燥貯蔵と呼ぶ), それぞれ約3カ月間保管し実験を行った.

また, 果皮・果肉を取り除いてすぐの種子の重量を採集木別に5個ずつ計測した.

熟した果実の種子: 上記1においても果実を採集した5個体のエゴノキ(図3の校舎(1), 棚田一湿地間, 湿地(1), 湿地(2), 林内5,)の種子を, 2011年9月26日から2011年10月21日の間に, 果実が熟した木から順に, 熟した果実の種子を20個ずつ採集した. 採集した各個体20個ずつの種子は低温湿層貯蔵をおこない, 約1カ月間保管し実験を行った. そして, 校舎1・棚田一湿地間・湿地2の3個体のエゴノキからは熟した果実の種子をさらに20個ずつ採集し, 10個ずつに分け, 10個は低温湿層貯蔵にし, 残りの10個は低温乾燥貯蔵をおこない, それぞれ約3カ月間保管し実験を行った.

ヤマガラが貯蔵した種子: ヤマガラによるエゴノ

キ果実の貯蔵行動調査において, 2011年9月6日と2011年9月17日にヤマガラが貯蔵しているところを観察し, 発見し貯蔵された種子2個(付図7と付図8の種子)を低温乾燥貯蔵にし, それぞれ約3カ月間保管し実験を行った.

本調査地外のエゴノキ種子: 2011年9月28日と2011年10月17日に奈良県と大阪府の境界にある生駒山(標高642m)周辺において, 採集したエゴノキの種子の実験を行った.

2011年9月28日に採集を行ったエゴノキは, 信貴・生駒スカイライン沿いの個体(東大阪市東豊浦町と生駒市西畑町の境界辺り, 標高約570m, 以下個体a), 信貴・生駒スカイライン沿いの個体(東大阪市東豊浦町と生駒市西畑町の境界辺り, 標高約530m, 以下個体b), 暗峠の個体(東大阪市東豊浦町, 標高約430m, 以下個体c), 大阪府民の森なるかわ園地内(東大阪市上四条町, 標高約350m, 以下個体d)の合計4個体であり, 4個体からそれぞれ10個ずつ採集し, 低温湿層貯蔵をおこない, 約3カ月間保管し実験を行った. 2011年9月28日に採集した果実は全て熟していないものであった.

2011年10月17日に採集を行ったエゴノキは, 信貴・生駒スカイライン沿い(東大阪市東豊浦町と生駒市西畑町の境界辺り, 標高約570m)に自生する2個体(以下, 個体e, f)であり, この2個体からそれぞれ熟した果実の種子を40個ずつ採集した. そして, 採集した40個の種子を20個ずつに分けた. 片方の20個は, 低温湿層貯蔵にし, 約1カ月間保管し実験を行った. 残りの20個は, さらに10個ずつに分け, 10個は低温湿層貯蔵にし, 残りの10個は低温乾燥貯蔵をおこない, それぞれ約3カ月間保管し実験を行った.

果実・種子を採集した場所の標高は, 国土地理院の地図より引用したものである.

2) 実験手順

一定期間冷蔵庫の中で保管した種子を, 試薬が種子の中まで浸透するようにカッターナイフで1個ずつ切り込みを入れ, 蒸留水に塩化2,3,5-トリフェニルテトラゾリウムを加えて作製した1% 2,3,5-トリフェニルテトラゾリウム溶液に30℃下で48時間浸漬させた. 浸漬後に種子をカッターナイフで切断し種子内の断面の色を配色カードで判定し記録した.

図4は種子実験の色の判定に用いた配色カード

の色見本である。色の見本の下にある記号は色を識別するための記号である。種子の断面、特に種子内の子葉全体の色が図4のPI-3からdp2までの色に染まっていた場合は活性のある種子（発芽能力のある種子）と判定した。それ以外の色の場合は活性のない種子（発芽能力のない種子）と判定した。種子内の子葉の色が活性のある種子と判定する色に染まっていますが、一部分しか染まっていない場合、つまり、子葉全体が染まっていない場合は活性のない種子（発芽能力のない種子）と判定した。さらに種子断面を確認したときに種子中に胚がなく空であった場合と、種子中にエゴノキ種子内の胚を食べるゾウムシの仲間の幼虫が入っていた場合は、その他と判定した。

また、各採集木で実験に使用する種子を採集した際に、実験に使用する数より種子を多めに採集し、実験に使用しない種子をカッターナイフで切断し、実験前の種子断面の状態の観察を行った。

3. 結果

(1) ラインセンサス調査

本調査でヤマガラを含めた野鳥類は、調査範囲内において29科59種4231個体を確認した（付表1）。ヤマガラは193個体を確認した。本調査の結果から、調査範囲内において、ヤマガラは野鳥類の中でも比較的多く見られることがわかった（図5）。調査結果環境別では、ヤマガラは調査期間を通して林内環境で最も多く見られ、林内環境で見られた野鳥類の中でも個体数は比較的多いことがわかった（表1、図5、図7）。

4月から6月にかけて林内環境と林縁環境でヤマガラが多く見られたのは、繁殖期のために樹木の梢でオスが囀っているところをよく観察したことと、巣立ちしたばかりの幼鳥が親鳥とともに行動しているところをよく観察したためである（図6、図7）。

8月から10月にかけて、全ての環境で確認し

たヤマガラの個体数が増加したのは、調査範囲内または調査範囲周辺のエゴノキの実を運んでいるところをよく観察したためである（図6、図7）。農耕地環境では、確認したほぼ全てのヤマガラがエゴノキの実を運ぶために訪れた、もしくは実を運ぶ途中に通過した個体であった。

本調査地内で確認したヤマガラの食性について、これまでに確認されたものを合わせると、エゴノキを含め、動物（昆虫）は3科3種、植物（木本）は7科8種を確認した（表2、付図1）。この結果から、本調査地においてヤマガラは春から夏にかけては主に昆虫を食べ、秋から冬にかけては主に樹木の種子を食べることがわかった。また、本調査地内においては、ヤマガラがエゴノキの種子以外に2011年10月6日にスタジイを運び貯蔵する行動が見られた。本調査地外では、2011年10月19日に滋賀県大津市打見山でヤマガラがブナ *Fagus crenata* の種子を運んでいるところを確認した。

(2) エゴノキの分布調査

本調査の調査範囲内で合計350個体のエゴノキを確認した（図8）。サイズは最大で胸高直径20.81cm、最小のもので地際直径0.11cmであった。

調査範囲内において、開花または結実を確認した個体は合計47個体であった。結実を確認した最小の個体は、胸高直径1.24cmのものであった。そのことから、胸高直径が1.24cm以上あるものをすべて結実するとみなすと、調査範囲内において、結実する可能性のある個体は、調査期間中に開花または結実を実際に確認した個体もあわせて合計70個体（調査範囲内で確認した全個体の20%）生息していることがわかった。

また、周囲に実をつける個体のない場所にもかかわらず、胸高直径1.24cmにも満たない若い個体が密集して生えていた場所は調査範囲内で合計4ヶ所確認した（図8のピンク色丸印部分）。そ



図4. エゴノキの種子の色の判定に用いた配色カード

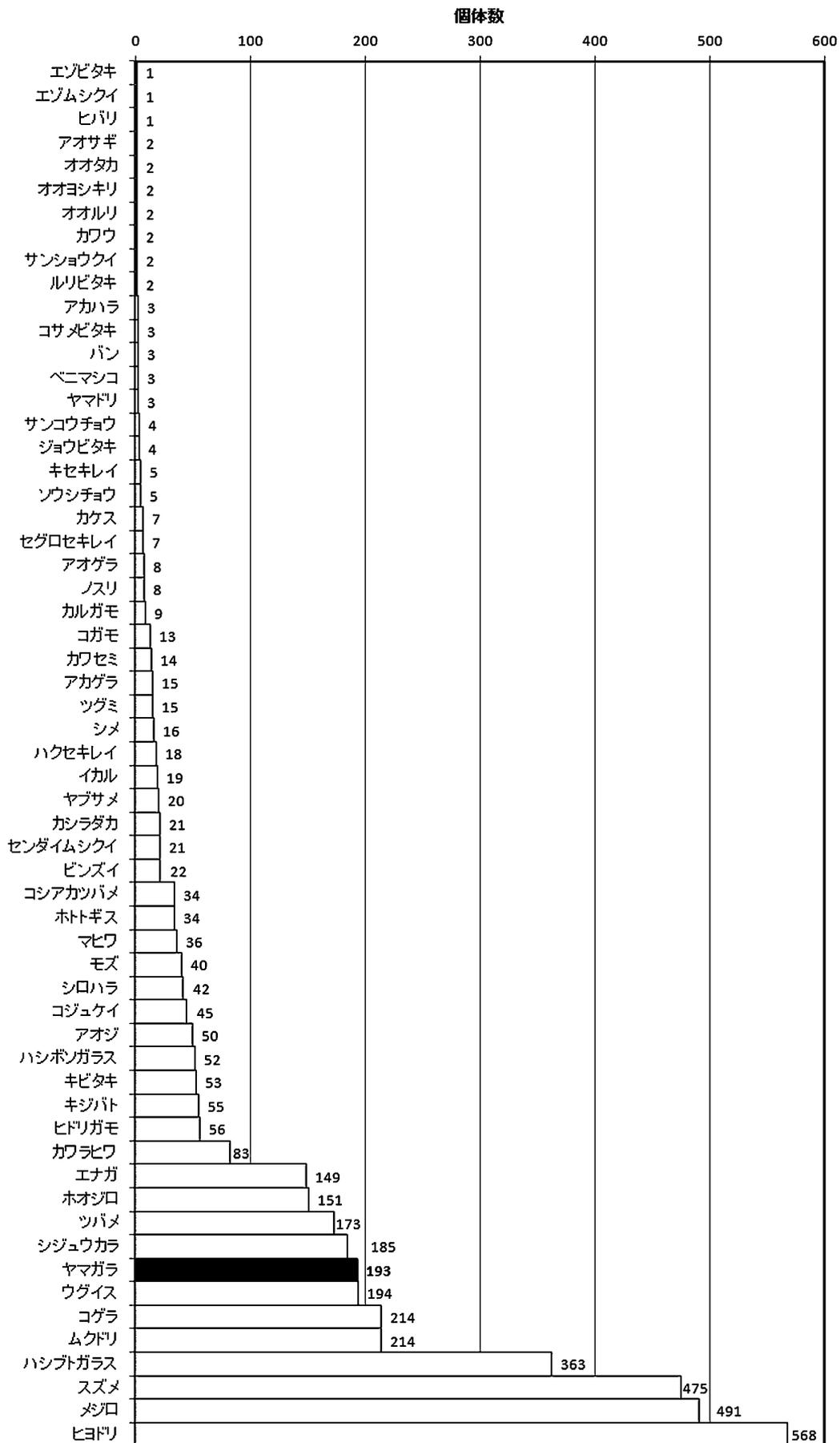


図 5. ラインセンスで記録できた野鳥の個体数ピラミッド (黒色部分がヤマガラ)

表 1. 各環境における優占種上位 10 位までとその総個体数（ヤマガラは太字で示している）

順位	人工的環境		林内環境		林縁環境		農耕地環境	
	種名	個体数	種名	個体数	種名	個体数	種名	個体数
1	スズメ	179	メジロ	330	ヒヨドリ	150	スズメ	167
2	ムクドリ	96	ヒヨドリ	266	ハシブトガラス	129	ハシブトガラス	105
3	ヒヨドリ	51	コゲラ	152	スズメ	128	ヒヨドリ	101
4	ツバメ	36	シジュウカラ	132	メジロ	116	ホオジロ	74
5	カワラヒワ	28	ヤマガラ	128	ムクドリ	97	ツバメ	53
6	メジロ	11	ハシブトガラス	123	ホオジロ	73	メジロ	34
7	ハクセキレイ, ヤマガラ	9	エナガ	111	ツバメ	70	ウグイス	33
8	シジュウカラ	8	ウグイス	92	ウグイス	69	カワラヒワ	27
9	コシアカツバメ, ハシブトガラス	6	キビタキ	44	ヒドリガモ	56	ハシブトガラス, モズ	23
10	コゲラ, ハシブトガラス	5	マヒワ	34	ヤマガラ	48	ムクドリ	20

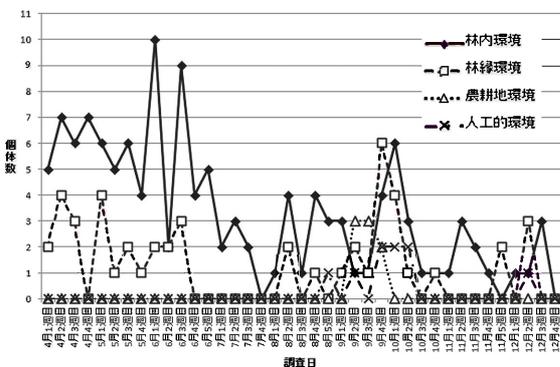


図 6. ヤマガラの環境別個体数の季節的（週）変動

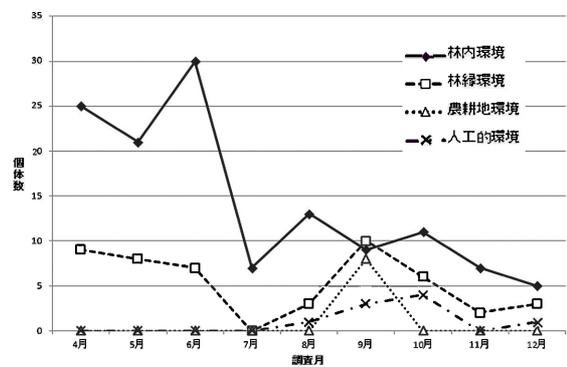


図 7. ヤマガラの環境別月別個体数変動

の 4 ケ所のうち 2 ケ所は林内、もう 2 ケ所は林縁部であり、いずれも以前に人の手によって樹木が伐採された場所であった。

その 4 ケ所ほど密集して生えてはいないが、周囲に実をつける個体のない場所にもかかわらず、若い個体が生えていた場所も多く見られた。確認した個体の中には、今年発芽したと思われる双葉のついた個体もあった。胸高直径に満たない若い個体は、林内のエゴノキ以外の樹木の根元から生えているものが多く見られた。確認した個体の中には、腐って倒れた樹木の幹から生えているものもあった。

エゴノキのサイズ調査の結果から、スタージェの公式を用いて区間数を求め、度数分布表とエゴノキのサイズ分布のグラフを作成した（表 3、図 9）。求めた度数分布表から、調査範囲内に生育しているエゴノキの 79.429%（278 個体）が一番目の区間に入り、若い個体が全個体の大部分を占めることがわかった。

(3) ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵行動調査

図 10 は、本調査の結果、調査木ごとにヤマガラが果実を運ぶのを初めて確認した日、木についている果実がなくなったのを初めて確認した日、果実が熟したのを初めて確認した日を記号で表し、まとめたものである。図中のグレーで網かけされている期間は、ヤマガラが各調査対象木におとずれて果実を運んでいたのを確認した期間である。

1) 貯蔵行動期間

2011 年 8 月 18 日に調査対象木の林内 5 において、ヤマガラがエゴノキの果実を運ぶところを初めて確認した。その後、他の調査対象木全てにおいてヤマガラがエゴノキの果実を運ぶ行動を確認した（付図 5）。そして、全調査対象木の枝についている果実がなくなったのは、2011 年 10 月 21 日であった。よって、調査対象木全体において貯蔵行動が観察できた期間は、2011 年 8 月 18 日から 10 月 20 日までの 63 日間であった。

2) 果実が運ばれた距離

調査中に観察したヤマガラによって果実が運ば

表 2. ヤマガラの食性 (() 内は餌として利用した部分)

近畿大学奈良キャンパス内			
動物 (昆虫)			
種	和名	確認年月日	
-	ガ類の幼虫	2000- V -5, 2011- V -24, 2011- VI -3, 2011- VIII -22	
-	ガ類の成虫	2011- VI -3, 2011- VIII -22	
Limacodidae	イラガ科		
<i>Monema flavescens</i>	イラガ (前蛹)	1997- I -26	
Notodontidae	シャチホコガ科		
<i>Phalera flavescens</i>	モンクロシャチホコ (幼虫)	2011- VIII -26, 2011- VIII -27, 2011- IX -1	
Cicadidae	セミ科		
<i>Tanna japonensis</i>	ヒグラシ (成虫)	2011- VIII -10	
植物 (木本)			
種	和名	確認年月日	
Pinaceae	マツ科		
<i>Pinus densiflora</i>	アカマツ (種子)	2011- IV -12, 2011- XI -13, 2011- XI -22	
<i>Pinus thunbergii</i>	クロマツ (種子)	1997- I -26, 1997- II -23	
Cupressaceae	ヒノキ科		
<i>Chamaecyparis</i>	サワラ (種子)	2012- I -26	
Fagaceae	ブナ科		
<i>Castanopsis sieboldii</i>	スダジイ (種子)	2011- XI -6	
Lauraceae	クスノキ科		
<i>Cinnamomum camphora</i>	クスノキ (種子)	2011- XI -28	
Cornaceae	ミズキ科		
<i>Benthamidia florida</i>	アメリカヤマボウシ (果実)	2011- XI -16, 2011- XI -29	
Araliaceae	ウコギ科		
<i>Evodiopanax innovans</i>	タカノツメ (種子)	2011- XII -24	
Styracaceae	エゴノキ科		
<i>Styrax japonica</i>	エゴノキ (種子)	1996- X -6, 2000- IX -28, 2011- IX -1	
キャンパス外 (滋賀県大津市打見山)			
植物 (木本)			
種	和名	確認年月日	
Fagaceae	ブナ科		
<i>Fagus crenata</i>	ブナ (種子)	2011- X -19	



図 8. 調査範囲内におけるエゴノキの分布
 (赤色旗印は開花個体、青色旗印は胸高直径 1.24cm 以上の個体、緑色の点は胸高直径 1.24cm 未満の個体。ピンク色の円内はエゴノキが密集していた場所)

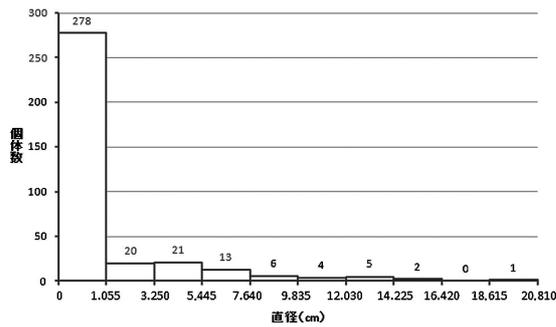


図 9. エゴノキの幹の直径の度数分布

れた距離は、最大で校舎 (1) から第二阪奈道路を越えたグラウンド横にある林内 (図 11 のピンク色の丸で囲んだ部分) までで、直線距離約 338m であった。最小は湿地 (1) の個体のそばにある針葉樹林内で約 2~3m であった。果実が運ばれた距離は、国土地理院の地図を用いて算出した。

3) 果実を運んだ方向・貯蔵場所

ヤマガラの貯蔵行動の観察を行った結果、全調査対象木中 9 個体について、ヤマガラがエゴノキ果実を運んだ方向・場所を知ることができた。それを調査対象木別に地図上に表したのが図 11 ~ 図 19 である。赤色矢印の先は果実が運ばれた方向、矢印の先のピンク色の丸印内が貯蔵されたと思われる範囲である。赤色矢印の先のピンク色の丸印内は、貯蔵するところは確認していないがヤマガラが果実をその丸印内に運ぶのを確認し、丸印内から果実を持たずに出てきて調査対象木へ戻ったのを確認したという範囲である。そして、赤色と緑色の矢印は赤色実線までがヤマガラが果実を運ぶ姿を確認した場所と方向であり、緑色点線矢印の先は運ばれたと推定される方向、緑色の点線丸印内は筆者が推察する貯蔵範囲である。

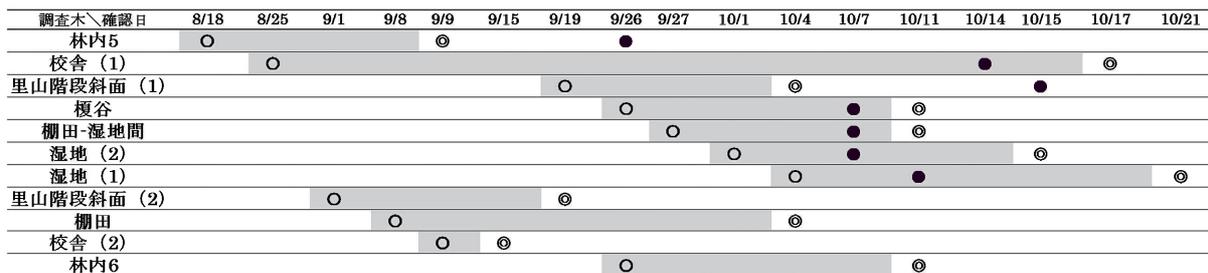
貯蔵するところを実際に観察することができたのは、里山階段斜面 (2) のエゴノキから運ばれた果実であった (付図 6 ~ 付図 8)。付図 6 ~ 付

表 3. エゴノキの胸高直径の度数分布

階級値 (cm)	個体数	相対度数 (%)	累積度数 (%)
D ₀ 0 ~ DBH1.054	278	79.4	79.4
1.055 ~ 3.249	20	5.7	85.1
3.250 ~ 5.444	21	6.0	91.1
5.445 ~ 7.639	13	3.7	94.9
7.640 ~ 9.834	6	1.7	96.6
9.835 ~ 12.029	4	1.1	97.7
12.030 ~ 14.224	5	1.4	99.1
14.225 ~ 16.419	2	0.6	99.7
16.420 ~ 18.614	0	0.0	99.7
18.615 ~ 20.810	1	0.3	100.0

図 8 は、ヤマガラがエゴノキの種子を貯蔵したところを確認した後すぐに貯蔵した種子を探して発見し撮影したものである。付図 6・付図 7 は 2011 年 9 月 6 日に親木 (里山階段斜面 (2) のエゴノキ) から 30m 離れた場所の林縁部に生えているリョウブ *Clethra barvinervis* の根元地面中に貯蔵された種子である。この種子は、落ち葉下の土の中に埋められていた。付図 8 は 2011 年 9 月 17 日に親木 (里山階段斜面 (2) のエゴノキ) から約 30m 離れた場所の林縁部の樹木に地面から約 3m の高さの場所にぶら下がっていたクズの枯れて朽ちていた蔓の中に埋め込まれて貯蔵された種子である。この種子は、朽ちたクズの蔓にヤマガラがつついて穴をあけ、埋め込まれて貯蔵された。その他にも、里山階段斜面 (2) のエゴノキから運ばれた種子は林内の立ち枯れた樹木の幹の中などに貯蔵された。このことから、本調査地のヤマガラはエゴノキの種子を地面や樹上に貯蔵することがわかった。また、同個体と思われるヤマガラがエゴノキの種子を 1 粒ずつ地面や樹上などさまざまな場所に貯蔵していることがわかった。

ヤマガラがエゴノキの果実を運んだ方向について、後述の仮貯蔵行動を除いて、貯蔵行動を観察したほぼ全てのヤマガラが樹木の茂っている林内



○: ヤマガラが果実を運ぶのを初めて確認した日 ◎: 枝についている果実がなくなったのを初めて確認した日 ●: 果実が熟したのを初めて確認した日

図 10. 調査対象木におけるエゴノキ果実の貯蔵行動期間と果実が熟した時期 (2011 年)



図 11. 校舎 (1) のエゴノキからヤマガラによって果実が運ばれた方向・距離・推定貯蔵範囲 (赤丸内)



図 12. 校舎 (2) のエゴノキからヤマガラによって果実が運ばれた方向・距離・推定貯蔵範囲 (赤丸内)

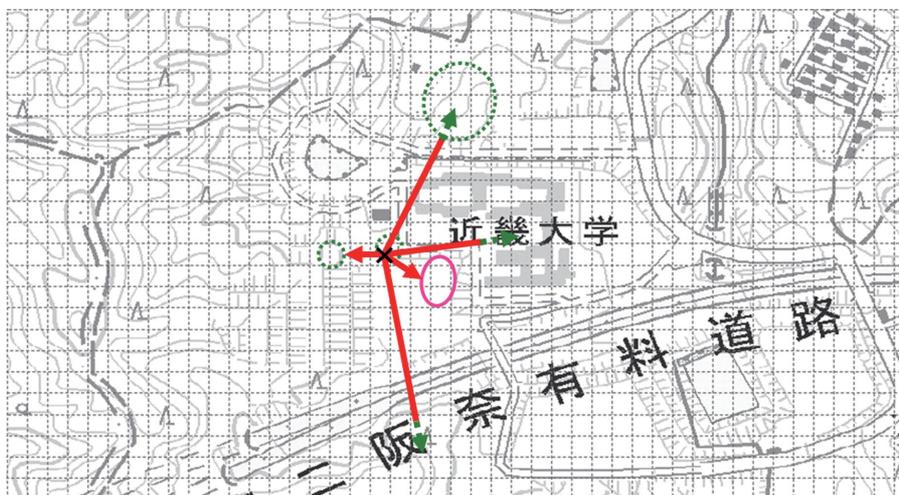


図 13. 棚田のエゴノキからヤマガラによって果実が運ばれた方向・距離・推定貯蔵範囲 (赤丸内)

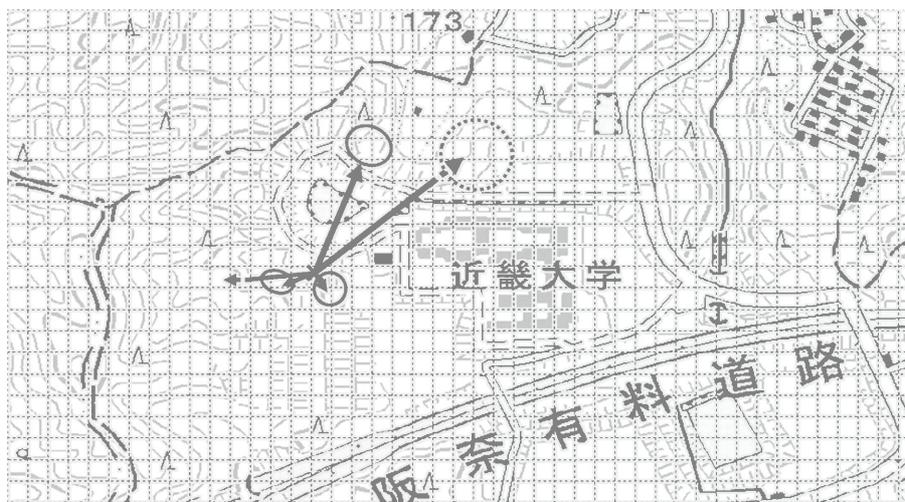


図 14. 湿地 (1) のエゴノキからヤマガラによって果実が運ばれた方向・距離・推定貯蔵範囲 (赤丸内)

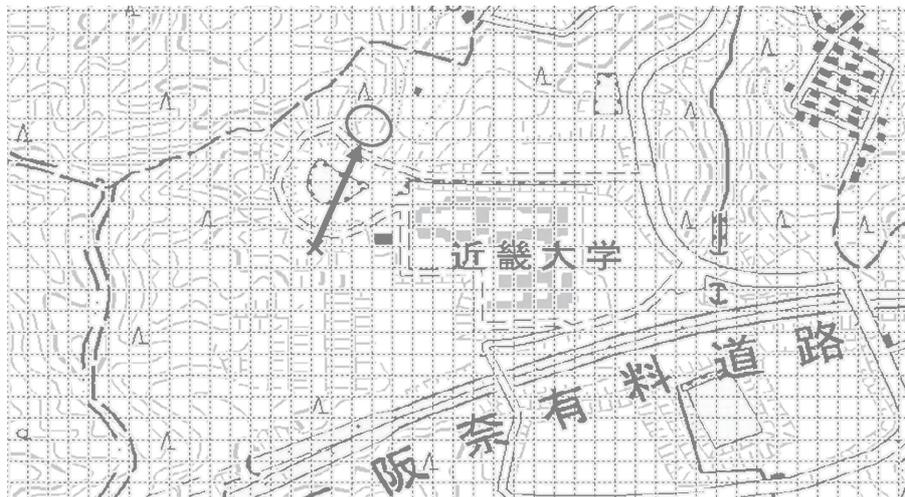


図 15. 湿地 (2) のエゴノキからヤマガラによって果実が運ばれた方向・距離・推定貯蔵範囲 (赤丸内)

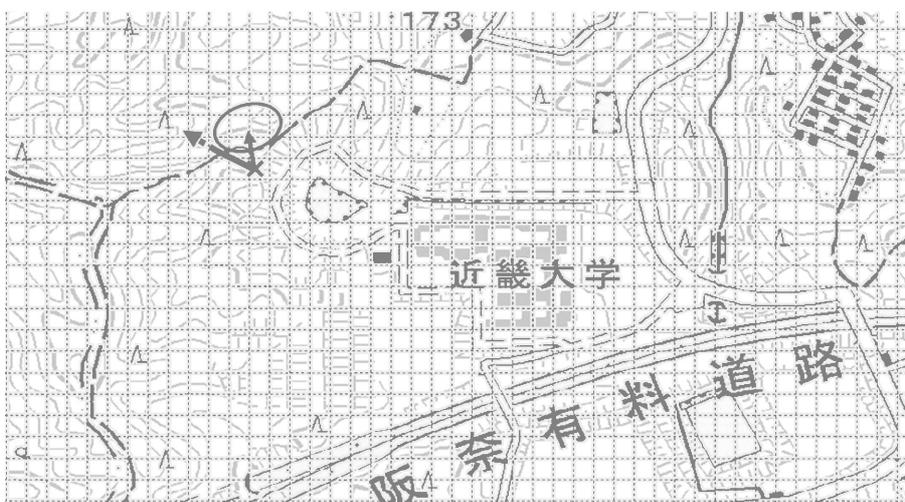


図 16. 里山階段斜面 (1) のエゴノキからヤマガラによって果実が運ばれた方向・距離・推定貯蔵範囲 (赤丸内)

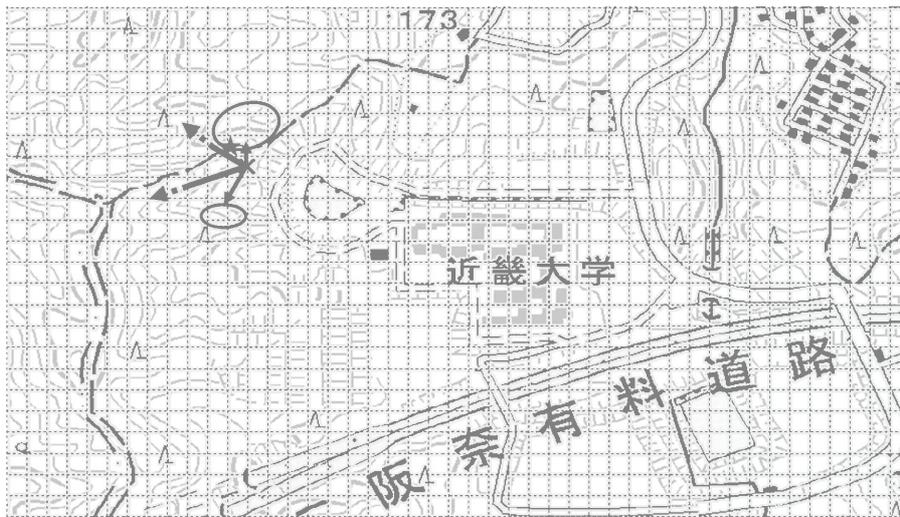


図 17. 里山階段斜面 (2) のエゴノキからヤマガラによって果実が運ばれた方向・距離・推定貯蔵範囲 (赤丸内)

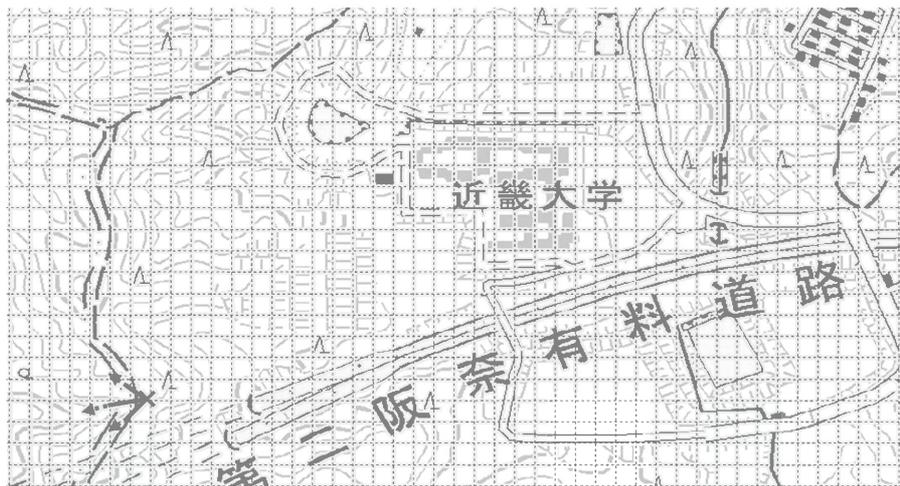


図 18. 林内 5 のエゴノキからヤマガラによって果実が運ばれた方向・距離・推定貯蔵範囲 (赤丸内)

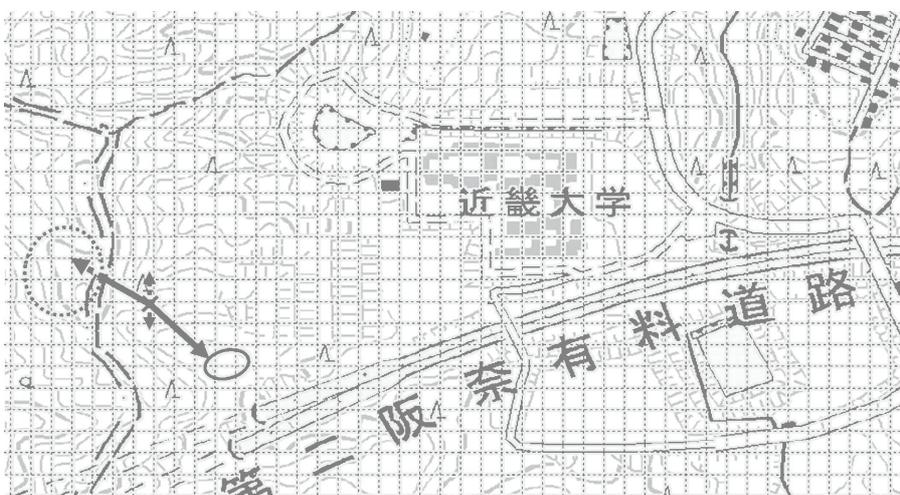


図 19. 林内 6 のエゴノキからヤマガラによって果実が運ばれた方向・距離・推定貯蔵範囲 (赤丸内)

へと運んだ。

4) 貯蔵行動の特徴

本調査の観察結果から、各調査対象木で共通して見られたヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵行動の特徴をまとめると、ヤマガラはエゴノキの果実を果柄から採る（ただし、これは熟す前の果実についてのみ）、貯蔵行動を行う際は1個体もしくは2個体で行動する、果実を貯蔵する際は樹木の枝や地面にとまりくちばしで果皮を取り除いて種子だけにしてから貯蔵する、果実を上方に樹冠のある場所へ運び貯蔵する、同じ個体が何度も同じ木へ通い貯蔵行動を行う、ヤマガラの個体識別をすることはできなかったが貯蔵期間を通してヤマガラはいつも同じ方向（各調査対象木で確認できた方向のうちいずれか）へ果実を運んでいた、貯蔵行動は枝に付いている果実が全てなくなるまで行われる、という現象が共通して見られた。また、貯蔵行動を観察した期間内に、ヤマガラがエゴノキの種子を貯蔵せず摂食しているところも見られた。そして、各調査対象木で1個体から最大5個体のヤマガラが1本のエゴノキに同時におとずれているのを観察した。複数の個体が同時に1本のエゴノキにおとずれた際は、ヤマガラ同士が激しく争う様子（威嚇や追いかける行動）が見られることもあった。果実が熟した後は、果皮が裂開し種子が露出するため、ヤマガラはエゴノキの果実を果柄から採らずに種子のみを採り、運んでいるようだった。さらに、調査対象木の根元にヤマガラがエゴノキの種子を摂食したと思われる痕跡（中身がくりぬかれたエゴノキ種子の殻）を発見した。付図9は、ヤマガラによって運ばれたエゴノキの果実の行方を図で表したものである。

5) 果実が熟した時期

調査対象木において、果実が熟したのを初めて確認したのは、2011年9月26日で、林内5の個体であった。その後、榎谷、棚田一湿地間、湿地(2)、湿地(1)、校舎(1)、里山階段斜面(1)と続いて果実が熟したのを確認した（付図3）。果実が熟したのを確認できた個体は合計7個体だった。ただし、林内5と里山階段斜面(1)において、枝に付いている果実が熟したのを観察できたのは、種子実験の試料を採集するために調査対象木の果実が付いている枝の一部に捕虫用のネットを被せておき、果実がヤマガラによって運ばれるのを防いでおいたためである。里山階段斜面

(2)・棚田・校舎(2)・林内6の4個体で果実が熟すのを確認できなかったのは、果実が熟す前にヤマガラによって枝についていた果実を全て運び去られたためである。

6) 仮貯蔵行動

貯蔵行動を観察中、調査対象木のうち個体において時折ヤマガラが通常時に見られる貯蔵行動と異なった行動をとることがあった。ここで通常時とは、前述の貯蔵行動の特徴で述べた貯蔵行動のことである（付図9）。ヤマガラがエゴノキの果実を貯蔵する際は、先にも述べたように、果皮を取り除いて種子だけにしてから貯蔵するのだが、本調査で見られた行動は果皮を取らずに貯蔵するものであった。さらに、貯蔵場所も通常時と異なっていた。通常時ヤマガラはエゴノキの果実を樹木の茂った林内に運び貯蔵したのだが、今回見られた行動は親木からそれほど離れていない距離（半径約50m以内）のアカマツの梢や校舎の建物内、草むらの中など上方に樹冠のない場所へ貯蔵した。そして、貯蔵された果実の観察を行っている時、短期間で再びヤマガラが貯蔵した場所へおとずれ、貯蔵した果実を別の場所へ運び去った。以下、この行動を仮貯蔵と呼ぶことにする（図29）。

付図10は、2011年9月11日に調査対象木の棚田で観察を行っていた際に、親木のすぐ隣に自生しているアカマツの枝と葉の隙間に貯蔵されたエゴノキ果実をヤマガラが再び取りに来たところを撮影したものである。このときは果実が貯蔵されてから約10分後に再び取りに来て運び去った。この行動は仮貯蔵行動と考えられる。

付図11～付図13は2011年10月5日に調査対象木の校舎(1)で観察を行っていた際に、ヤマガラによって校舎(1)から約30m離れたコンクリート塀上の草むら中の地面上に貯蔵された果実である。この果実は仮貯蔵されたと考えられる。また、その数分後に同じ個体が今度はコンクリート塀の隣にある校舎の建物の室外機の隙間にエゴノキ果実を貯蔵した（付図14の矢印部分）。この行動も仮貯蔵行動と考えられる。

(4) ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵日周行動調査

本調査の結果、本調査日で最初に果実が運ばれるのを確認したのは午前5時50分であり、この

日最後に果実が運ばれるのを確認したのは17時30分であった。よって本調査では、午前5時50分から17時30分の11時間40分間の間、貯蔵行動を観察することができた。ヤマガラが調査対象木のエゴノキにおとずれた回数は153回、運ばれた果実の数は合計148個であった。図20は、5時00分から18時00分間に運ばれた果実数をグラフにしたものである。5時00分から18時00分の間には、平均して1時間に11.4個の果実が運ばれた。運ばれた果実数は、15時00分から15時59分の間で最も多かった。

調査対象木で同時に見られたヤマガラの個体数は最大3個体であった。よって、この調査対象木ではこの日少なくとも3個体が貯蔵行動を行っていた。ヤマガラは1個体もしくは2個体で貯蔵行動を行っていた。2個体で行動しているグループには、1個体は果実を運ばずに、果実を運ぶもう1個体について行くだけのものも見られた。

また、貯蔵行動の観察中に2個体のヤマガラがはげしく鳴きながら追いかけ合う姿が見られた。

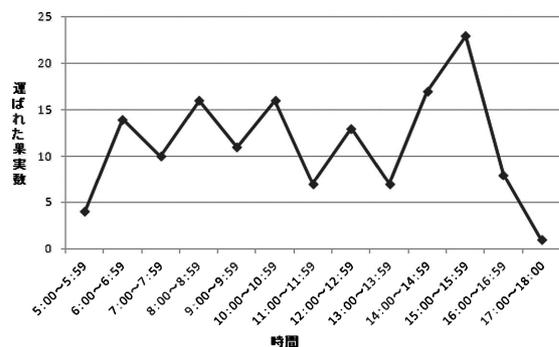


図20. 調査対象木から運ばれたエゴノキの果実数の時間的变化 (2011年9月11日)

(5) エゴノキ種子熟度実験

1) 熟していない果実の種子

採集したその日のうちに、果皮・果肉を取り除いてすぐ計測した採集木別の5個ずつの未熟果実の種子重量の平均を図21に表した。林内5については、果実の採集を行った2011年9月26日に果実が熟しているのを確認したため、2011年9月17日までの結果を示した。また、林内6は果実の採集を行った2011年10月7日にはヤマガラによって木の枝についているほぼ全ての果実が運び去られてしまい、5個以上の果実を採集することができなかったので、2011年10月1日までの結果を示した。

グラフの結果から、2011年7月22日から2011年10月7日にかけて、各採集木のエゴノキの未熟果実の種子重量には変化が見られなかった。しかし、この結果から、採集木ごとに一定の重量の種子がつくことがうかがえた。

実験前の種子断面の観察結果(付図15~付図22)からは、採集木ごとに差はあったが、2011年7月22日から2011年9月4日に採集したものにまで種子中の胚乳と子葉に成長が見られた。種子中の胚乳は後に採集したもののほど種子中央から種皮に向かって肥大が見られた。種子中の子葉は後に採集したもののほど肥大が見られた。

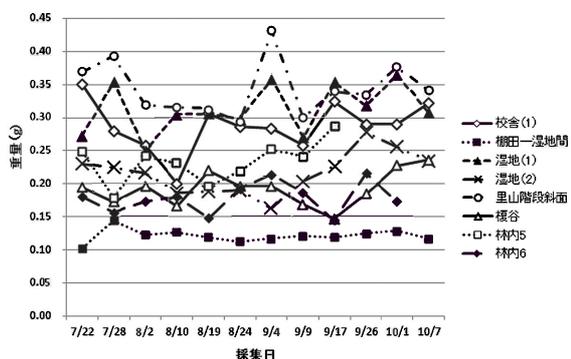


図21. 各調査地域における未熟果実種子の平均重量の季節的变化

①低温湿層貯蔵1ヶ月後の種子

低温湿層貯蔵をして約1ヶ月後に実験を行った種子は、2011年7月22日から2011年10月7日の間に毎週20個ずつ12回採集した240個であり、実験を行った結果、活性がある種子は240個中130個であった。活性のない種子は99個、その他の種子は11個であった。図22は、採集日ごとに活性がある種子・活性がない種子・その他の種子の割合を示したグラフである。

ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵行動調査の結果より、2011年8月18日に調査木の林内5の木で今年初めて貯蔵行動が見られたことから、8月10日までに採集した種子(ヤマガラが運び始める前)と8月19日以降に採集した種子(ヤマガラが運び始めた後)の2つのグループに分け、 χ^2 検定を行った(表4)。このとき、その他と判定した種子は含まなかった。その結果、1%以下の危険率でヤマガラが果実を運び始めた後に採集した種子のほうが生存率は高かった($10.828(0.001) < \chi^2=109.491$)。

②低温湿層貯蔵・低温乾燥貯蔵3ヶ月後の種子

低温湿層貯蔵と低温乾燥貯蔵をして約3ヶ月後

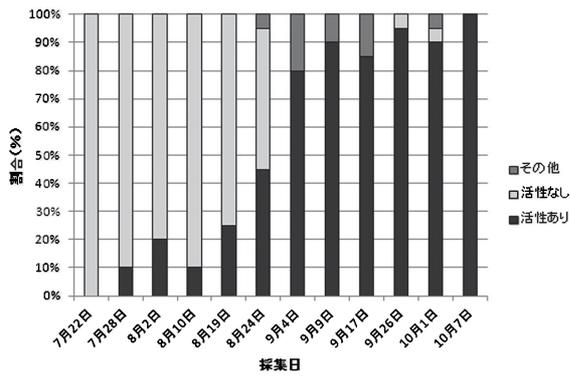


図 22. 1 か月間低温湿層貯蔵した未熟果実種子の採集時期による活性状況

表 4. ヤマガラの貯食行動とエゴノキ種子の活性状況 () 内は χ^2 検定の期待値

	未熟果実の種子		合計
	貯食行動確認前 (7/22 ~ 8/10)	貯食行動確認後 (8/19 ~ 10/7)	
活性あり	8 (45.4)	122 (84.6)	130 (130)
活性なし	72 (34.6)	27 (64.4)	99 (99)
合計	80 (80)	149 (149)	229 (229)

$\chi^2=109.491$

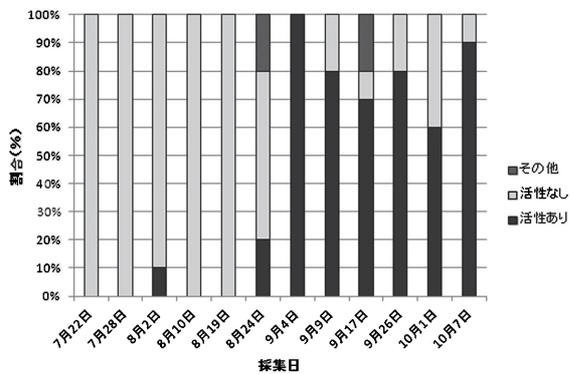


図 23. 3 か月間低温湿層貯蔵した未熟果実種子の採集時期による活性状況

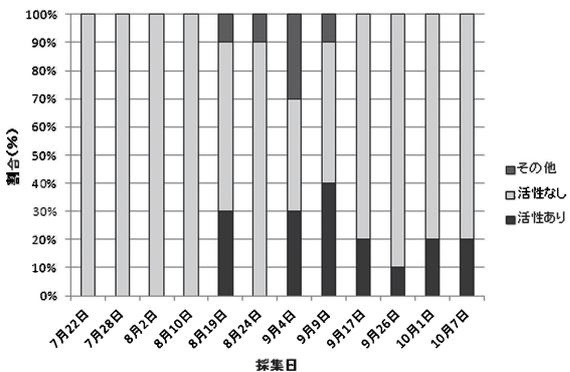


図 24. 3 か月間低温乾燥貯蔵した未熟果実種子の採集時期による活性状況

表 5. 低温湿層貯蔵と低温乾燥貯蔵のエゴノキ種子の活性状況 () 内は χ^2 検定の期待値

	未熟果実の種子		合計
	低温湿層貯蔵	低温乾燥貯蔵	
活性あり	51 (34.3)	17 (33.7)	68 (68)
活性なし	65 (81.7)	97 (80.3)	162 (162)
合計	116 (116)	114 (114)	230 (230)

$\chi^2=23.193$

に実験を行った種子は、2011年7月22日から2011年10月7日の間に毎週10個ずつ12回採集したそれぞれ120個であり、実験を行った結果、低温湿層貯蔵で保管した種子は、120個中、活性があるものが51個であり、活性のないものは65個、その他は4個であった。低温乾燥貯蔵で保管した種子は、120個中、活性があるものが17個であり、活性のないものは97個、その他は6個であった。図23は低温湿層貯蔵した種子の実験の結果を表したグラフであり、図24は低温乾燥貯蔵した種子の実験結果を表したグラフである。

この結果から、低温湿層貯蔵を行った種子と低温乾燥貯蔵を行った種子の実験結果を比較するため χ^2 検定を行った (表5)。このとき、その他と判定した種子は含めなかった。その結果、1%以下の危険率で低温湿層貯蔵を行った種子のほうが生存率は高かった ($10.828 (0.001) < \chi^2=23.193$)。

2) 熟した果実の種子

①低温湿層貯蔵1ヶ月後の種子

低温湿層貯蔵をして約1ヶ月後に実験を行った種子は、5個体からそれぞれ20個ずつ採集した合計100個であり、実験を行った結果、活性がある種子は100個中99個であった。活性のない種子は1個、その他の種子は0個であった。この実

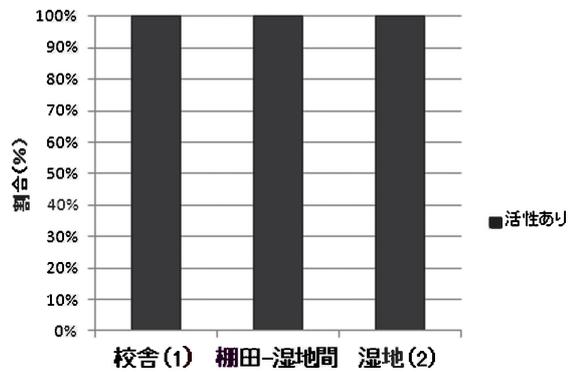


図 25. 3 か月間低温湿層貯蔵した熟した果実種子の採集場所毎の活性状況

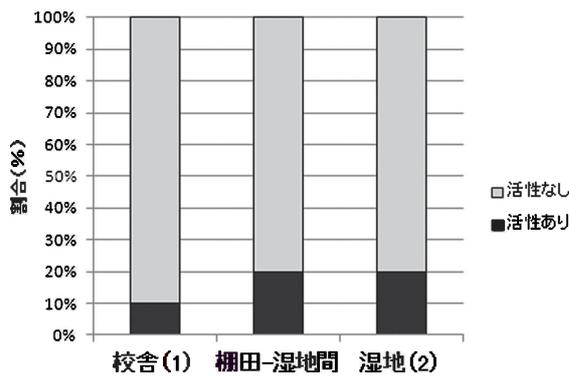


図 26. 3 か月間低温乾燥貯蔵した熟した果実種子の採集場所毎の活性状況

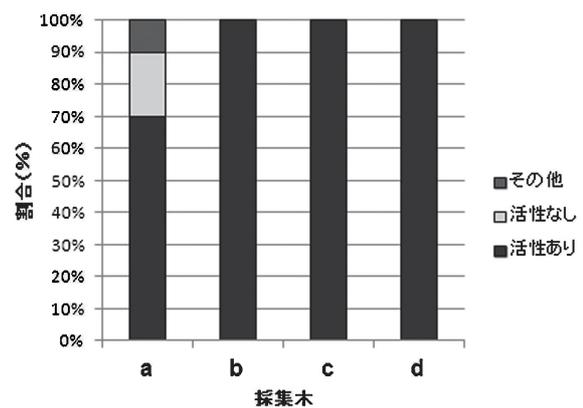


図 27. 3 か月間低温乾燥貯蔵した熟した果実種子の活性状況 (果実は生駒山で採集)

験の結果、ほぼすべての種子に活性がみられた。

②低温湿層貯蔵・低温乾燥貯蔵 3 ヶ月後の種子

低温湿層貯蔵と低温乾燥貯蔵をして約 3 ヶ月後に実験を行った種子は、3 個体からそれぞれ 10 個ずつ採集した合計 30 個であり、実験を行った結果、低温湿層貯蔵で保管した種子は、30 個中、活性があるものが 30 個であり、活性のないものは 0 個、その他は 0 個であった。低温乾燥貯蔵で保管した種子は、30 個中、活性があるものが 5 個であり、活性のないものは 25 個、その他は 0 個であった。図 25 は低温湿層貯蔵した種子の実験の結果を表したグラフであり、図 26 は低温乾燥貯蔵した種子の実験結果を表したグラフである。

3) ヤマガラが貯蔵した種子

実験を行った結果、2011 年 9 月 6 日と 2011 年 9 月 17 日に採集したヤマガラが貯蔵した種子 2 個はどちらも活性がみられた。

4) 本調査地外のエゴノキ種子

① 2011 年 9 月 28 日に生駒山周辺で採集した種子

2011 年 9 月 28 日に採集し低温湿層貯蔵をして約 3 ヶ月後に実験を行った種子は、各個体 20 個ずつの 4 個体合計 80 個であり、実験を行った結果、活性があるものが 37 個であり、活性のないものは 2 個、その他は 1 個であった。図 27 は、採集木ごとに活性がある種子・活性がない種子・その他の種子の割合を示したグラフである。この実験の結果、ほぼすべての種子に活性がみられた。

② 2011 年 10 月 17 日に生駒山周辺で採集した種子

低温湿層貯蔵をして約 1 ヶ月後に実験を行った種子は、各個体 20 個ずつの 2 個体合計 40 個であ

り、実験を行った結果、活性があるものが 38 個であり、活性のないものは 2 個、その他は 0 個であった。この実験の結果、ほぼすべての種子に活性がみられた。

低温湿層貯蔵と低温乾燥貯蔵をして約 3 ヶ月後に実験を行った種子は、2 個体からそれぞれ 20 個ずつ採集した低温湿層貯蔵 20 個、低温乾燥貯蔵 20 個の合計 40 個であり、実験を行った結果、低温湿層貯蔵で保管した種子は、20 個中、活性があるものが 18 個であり、活性のないものは 2 個、その他は 0 個であった。低温乾燥貯蔵で保管した種子は、20 個中、活性があるものが 5 個であり、活性のないものは 15 個、その他は 0 個であった。図 28 は、低温湿層貯蔵した種子と低温乾燥貯蔵した種子の実験結果を表したグラフである。この実験の結果、低温湿層貯蔵した種子と低温乾燥貯蔵した種子の実験結果に違いが見られ、低温湿層貯蔵した種子のほうが低温乾燥貯蔵した種子より生存率が高かった。

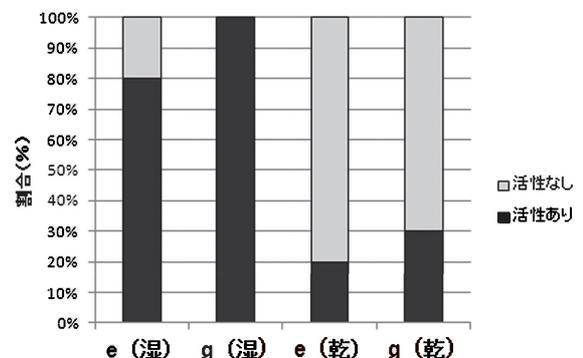


図 28. 3 か月間低温乾燥貯蔵、低温乾燥貯蔵した熟した果実種子の活性状況

4. 考察

(1) ラインセンス調査

桜谷ほか(2008)の本調査地内での野鳥類の調査結果(1995年~2006年)と図5において、野鳥類個体数ピラミッドのヤマガラを位置を比較すると、ヤマガラの位置は、本調査のほうがピラミッドの底辺にあった。この理由は、桜谷ほか(2008)の調査範囲と比べて、本調査のほうが広範囲の林内を調査したことで、見られたヤマガラの個体数が多かったからであると考えられる。

本調査の結果より、調査期間を通してヤマガラは林内環境で最も多く見られ、次いで林縁環境で多く見られたことから、ヤマガラは主に林内で生活していることが考えられる。しかし、本調査では、冬季の調査は12月の1ヶ月間しか行っていないため、ヤマガラの冬季の主な生活場所は断定できない。そのため、ヤマガラの冬季の主な生活場所は林内と異なっている可能性がある。

また、4月~6月にかけて林内環境でヤマガラが多く見られたのは、その時期はヤマガラの繁殖期であり、樹木の幹に空いた空洞などで営巣するため、巣を作ることができる場所の多くある林内環境で多く見られたのではないかと考える。桜谷ほか(2008)のヤマガラ個体数の季節変動と本調査(図6, 図7)を比較して、7月に少なく、8月から増加し秋季に多く見られたところはどちらも同じであった。しかし、桜谷ほか(2008)で見られたヤマガラの個体数は、4月から6月の春季から初夏にかけてより秋季のほうが多く見られ、一方、本調査では、秋季より4月から6月の春季から初夏にかけてのほうが多く見られた。この理由は、桜谷ほか(2008)の調査範囲と比べて、本調査のほうが広範囲の林内を調査したことで、4月から6月の春季から初夏にかけて、主に林内で生活していたヤマガラが多く見られたからであると考えられる。

鳥居ほか(2010)の野鳥類の調査結果では、見られたヤマガラの個体数は林内よりも校舎のほうが多かった。このように本調査と鳥居ほか(2010)の野鳥類の調査の結果に違いが見られたのは、鳥居ほか(2010)の野鳥類の調査と比べて、本調査では冬季に行った調査期間が短かったことと、林内の調査範囲が広がったことが考えられる。

しかしながら、エゴノキの果実を運んでいる時期には、全ての環境でよく見られたことから、餌を獲得するためなら林内環境以外の場所へも赴き採餌していることがうかがえる。鳥居ほか(2010)の野鳥類の調査結果でもヤマガラは様々な環境で見られている。そして、エゴノキの果実を運ぶ時期以外にはほとんどヤマガラは見られないという場所もあったことから、ヤマガラはエゴノキの実をよく好んで運ぶことが考えられる。

(2) エゴノキの分布調査

エゴノキの分布調査の結果から、周りに親木のない場所で若い個体が多く生えていたことから、これらの個体はヤマガラによって親木から種子を運ばれ、貯蔵されて発芽したものである可能性がある。特にエゴノキ以外の樹木の根元から生えていた若い個体については、貯食行動調査(下記(3))でヤマガラがエゴノキの種子を樹木の根元に貯蔵したところが観察されたことから、ヤマガラによって貯蔵され発芽した種子である可能性が高いと考えられる。

若い個体が密集して生えていた4ヶ所について、周りに親木がなく、またその場所は以前に人の手によって樹木が伐採された場所であったことから、若い個体が密集して生えていたのは、伐採され林内が明るくなったことで、ヤマガラによって林床に貯蔵されていた種子が発芽したからであると考えられる。

(3) ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵行動調査

今回、ヤマガラの個体識別をすることはできなかったが、貯蔵期間を通してヤマガラはいつも同じ方向(各調査対象木で確認できた方向のうちいずれか)へ果実を運んでいたことから、各調査対象木へおとずれ果実を運んでいたのは毎日同じ個体であったと考えられる。しかし、調査対象木でヤマガラ同士が争う様子が見られたことから、1つのグループが1本の木におとずれているのではなく、周辺になわばりを持つ複数のグループがおとずれていたことが考えられる。また、調査対象木ごとの果実が運ばれた方向の結果から、校舎(1)と校舎(2)の木からはほぼ同じ方向へ果実が運ばれたことから、この2本の木へは同じ個体のヤマガラがおとずれていたのではないかと考えられる。またそのことによって、同じ個体は特定の

範囲内に貯蔵するのではないかと考えられる。そして、校舎(1)と校舎(2)のエゴノキを含む範囲内は果実をとりに来たヤマガラのなわばりであることが考えられる。棚田と湿地(1)におとずれていたヤマガラも同様に一部同じ個体であったことが考えられる。里山階段斜面(1)と里山階段斜面(2)も同様である。

貯蔵行動および仮貯蔵行動の観察結果から、同個体のヤマガラが地面や樹上など1粒ずつ異なった場所へ果実を貯蔵していた。これは、同じ場所へ貯蔵すると、貯蔵した果実および種子を全て失うリスクが高くなるので、危険分散のために1粒ずつ異なった場所へ果実を貯蔵していることが考えられる。

本調査で観察した仮貯蔵行動について、一度果実を貯蔵し、再び別の場所へ運び貯蔵することは貯蔵する効率が悪いように思われるが、本調査地内では1本のエゴノキに複数のヤマガラが果実を取りに来ていたことから、仮貯蔵行動を行う理由は、他のなわばりのヤマガラより、より多くの果実を獲得し貯蔵するためではないかと考える。またそのことから、2011年、本調査地内においては、本調査地内に生息するヤマガラ全個体が満足できるほどの数の果実がなっていなかったのではないかと考えられる。

本調査結果より、本調査地に生息するヤマガラは果実が熟す時期になるとエゴノキに頻繁に通い、果実を長距離運び貯蔵し、また、エゴノキの果実をめぐるヤマガラ同士で争う(威嚇や仮貯蔵行動)行動が見られた。このことから、エゴノキの種子はヤマガラにとって重要な食料であることが考えられる。そして、エゴノキの種子を親木から離れた場所へ運び、地面に貯蔵することが確認できたことから、ヤマガラがエゴノキの種子散布者として機能していることが考えられる。

(4) ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵日周行動調査

本調査の結果から、ヤマガラは日中の中、エゴノキの果実を運び続けることがわかった。そして図20のグラフから6時00分から13時59分まで1時間おきに運ばれた果実数が増加・減少を繰り返したことから、ヤマガラの貯蔵行動に何らかの規則性があると推察されるが、これからさらに多くの木で調査を行い検証する必要がある。

また、貯蔵行動の観察中に2個体のヤマガラがはげしく鳴きながら追いかけ合う姿が見られたことから、この2個体のヤマガラはそれぞれ異なったなわばりを持つ個体であると考えられる。つまり、この2個体同士はエゴノキの果実を奪い合う敵対関係であることが考えられる。

(5) エゴノキ種子熟度実験

種子実験の結果から、果実が熟していなくても、ヤマガラが運び始めた時期から後に採集した果実の種子は運び始める前に採集した種子と比べて生存率が高かったことから、ヤマガラは発芽する能力のある種子を貯蔵していることが考えられる。本調査地外の生駒山周辺においては、貯蔵行動は確認できなかったが、今回の実験に用いた種子を採集した木の枝についている未熟の果実の種子をヤマガラが摂食していたところが観察され、実験の結果、種子に活性が見られたことから、果実が熟していなくても、ヤマガラが摂食した種子は発芽する能力があることが考えられる。これらのことから、ヤマガラは果実が熟していなくても果実中の種子が熟した(発芽能力がある)ことがわかっていることが推察される。そして、低温湿層貯蔵を行い、1ヵ月間保管した後に実験を行った結果、活性の見られた種子が少なかったものは、3ヵ月間保管した後に実験を行っても活性の見られた種子が少なかったことから、エゴノキの種子は親木から離れた後は追熟しないことが考えられる。しかし、考察をより確かなものにするためには、より多くの木で種子を採集して実験を行い検証する必要がある。

また、低温湿層貯蔵と低温乾燥貯蔵をして約3ヶ月後に実験を行った種子では、本調査地内と生駒山周辺で採集した種子において共通して低温湿層貯蔵を行った種子のほうが低温乾燥貯蔵を行ったものより生存率が高かったことから、エゴノキの種子は乾燥に弱く、乾燥した状態では生存率が低下するものと考えられる。そのことより、ヤマガラがエゴノキの種子を地面中に貯蔵する行動は、エゴノキ種子内の湿度を保持することに貢献し、エゴノキ種子の生存率を高めている可能性があると考えられる。

5. 総合考察

本研究の結果から、キャンパス内のヤマガラはエゴノキの種子が熟す時期の日中の間、エゴノキに頻繁に通い、種子を長距離運び貯蔵することがわかった。そして、エゴノキの種子をめぐってヤマガラ同士で争う行動が見られた。また、ヤマガラは採集した果実をすぐにくちばしでつついて果皮を取り除き種子だけにして貯蔵場所へ貯蔵するだけでなく、一度果実のまま別の場所に貯蔵し、再び取りに来て貯蔵しなおす行動（仮貯蔵行動）もしていることが考えられた（付図9、図29）。これらのことから、エゴノキの種子はヤマガラにとって重要な食料であることが考えられる。そして、ヤマガラにとってエゴノキの果実を貯蔵することは、同種や他種のライバルに餌の少ない冬季に自分が食べるエゴノキの種子を奪われないようにするメリットがあると考えられる。

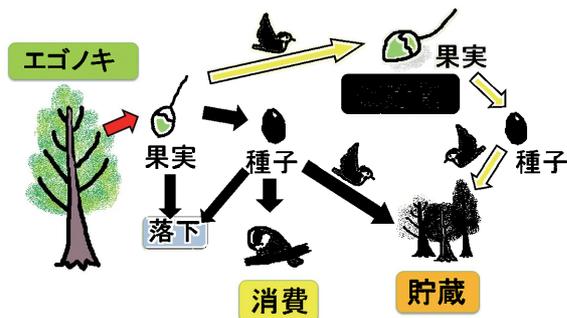


図 29. ヤマガラに運ばれたエゴノキの果実の行方（仮貯蔵を含む）

さらに、ヤマガラがエゴノキの種子を親木から離れた場所へ運び、地面に貯蔵するところが観察された。エゴノキの種子実験の結果からは、ヤマガラがエゴノキの種子を地面に貯蔵することでエゴノキ種子の生存率を高めていることが考えられた。このことから、ヤマガラがエゴノキの種子散布者として機能していることが考えられる。

本調査地内のエゴノキの調査では、キャンパス内でまだ実をつける能力がない若いエゴノキが周囲に親木のない場所で多く見られた。このことから、その若いエゴノキはヤマガラが運び貯蔵した種子が発芽したものである可能性があり、ヤマガラがエゴノキの種子散布者として機能していることが考えられる。そして、若いエゴノキが密集して生えていた場所は、以前人の手によって間伐された場所であったことから、エゴノキの種子は日

光の当たる明るい場所であるほうが発芽しやすいことが考えられる。しかし、今回の調査では不確かな点も多いことから、本調査地の林内で実際に間伐を行い、間伐地において発芽した実生を調査するなどのこれからのより詳細な調査が望まれる。

以上のことから、ヤマガラはエゴノキの種子散布者として機能しており、エゴノキの果実を貯蔵することはヤマガラにとってもメリットがあると推察されたことから、本調査地のエゴノキとヤマガラには共生関係があることが考えられる。そして、本調査地内のヤマガラにとって、エゴノキの種子は重要な食料であることが推察されたことから、本調査地内のエゴノキを保全することはヤマガラの保全にもつながることが考えられる。

本調査地内のエゴノキを保全する方法の一つとして、本調査地内の里山林の定期的・継続的な間伐・整備をすることを提案する。里山林の定期的・継続的な間伐・整備を行うことで、林内に日光が当たり明るくなることから、ヤマガラによって貯蔵されたエゴノキ種子が発芽し、エゴノキは更新を行うことができると考える。また、林内の間伐・整備を行うことで、林内が明るくなり、現存するエゴノキの結実数が増加することも考えられる。しかし、間伐や整備を行う際は、本調査地内にはアキノギンリョウソウ *Monotropa uniflora* など暗い林内を好む希少な動植物が生息しているため、それらの生息環境を破壊しないように間伐地と非間伐地のバランスを考え、計画的に実施することが必要である。

6. 謝辞

本研究を遂行するにあたり、調査や研究でのご助言、ご指導を頂いた近畿大学農学部環境管理学科環境生態学研究室のジン・タナンゴナン講師に厚く御礼を申し上げます。また調査に使用したGPSをお貸し頂きました同学科環境政策学研究室の前潟光弘准教授にも御礼申し上げます。

そして、多くの助力を頂きました近畿大学農学部環境管理学科環境生態学研究室大学院生の古川拓哉氏、鈴木賀与氏、桑原 崇氏、また、日頃からご協力頂いた同研究室の学生・大学院生の皆さまにも感謝いたします。

7. 要約

動物散布によって種子を運ばれる植物は、動物と共進化してきたと考えられている。なかでも、鳥類は種子を散布して森林の更新に影響を与えている。本研究でとりあげるヤマガラは、シジュウカラ科に属する鳥であり、植物の果実を貯蔵し、あとで取りだして食べる行動をすることが知られている。そして、エゴノキはエゴノキ科に属する落葉小高木であり、これまでに近畿大学奈良キャンパス内（以下、本調査地）でヤマガラがエゴノキの果実を運ぶところが観察されている。そこで本研究では、本調査地内に生息するエゴノキとヤマガラには共生関係があるのかについて調査することを目的とし、さらに、本調査地におけるエゴノキの管理・保全方法そしてヤマガラの保全方法について考察を行った。

調査は、本調査地内において、ヤマガラのラインセンサス調査（2011年4月～12月）、エゴノキの分布調査、ヤマガラによるエゴノキ果実の貯蔵行動調査（2011年8月～10月）を行った。そして、本調査地内で2011年7月～10月に採集したエゴノキの種子を使用してテトラゾリウム試験法を用いた実験を行った。また、本調査地外で採集したエゴノキの種子を用いての実験も行った。

調査の結果、ヤマガラはエゴノキの種子が熟す時期の日中の間、エゴノキに頻繁に通い、種子を長距離運び貯蔵し、さらには、エゴノキの種子をめぐってヤマガラ同士で争う（仮貯蔵、威嚇）行動が見られた。そして、ヤマガラがエゴノキの種子を親木から離れた場所へ運び、地面に貯蔵するところが観察された。種子実験の結果からは、ヤマガラがエゴノキの種子を地面に貯蔵することで種子の生存率を高めていることが考えられた。分布調査では、まだ実をつける能力がない若いエゴノキが周囲に親木のない場所で多く見られた。これらのことから、本調査地内に生息するヤマガラにとってエゴノキの種子は重要な食料であることが考えられ、また、ヤマガラがエゴノキの種子散布者として機能していることが考えられたことから、本調査地内のエゴノキとヤマガラには共生関係があることが考えられる。

そして、若いエゴノキが密集して生えていた場所は、以前人の手によって間伐された場所であったことから、エゴノキは日光の当たる明るい場所

であるほうが発芽・生育しやすいことが考えられたため、本調査地内のエゴノキを保全する方法の一つとして、本調査地内の里山林の定期的・継続的な間伐・整備をすることを提案する。

8. 参考文献

- 1) 赤岩孝志・武田一夫・村上泰啓（2009）. TTC染色によるササ植生の活性度評価手法. 河川技術論文集 第15巻：4pp.
- 2) 馬場生織・岩坪五郎（2001）. 近畿大学奈良キャンパスの現存植生に関する生態学的研究. 近畿大学農学部紀要 第34号：113-149.
- 3) 橋本啓史・上條隆志・樋口広芳（2002）. 伊豆諸島三宅島におけるヤマガラ *Parus varius* によるエゴノキ *Styrax japonica* の種子の利用と種子散布. 日本鳥学会誌 51（2）：101-107.
- 4) 樋口広芳（1986）. 鳥たちの生態学. 朝日新聞社. 東京：22-31.
- 5) 環境庁 編（1981）. 日本産鳥類の繁殖分布. 大蔵省印刷局. 東京：352-353.
- 6) 小林桂介（1956）. 原色日本鳥類図鑑. 保育社. 東京：200-201.
- 7) 国立天文台 天文情報センター 暦計算室. <http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/dni/2011/hdni30113.html>（2012年2月4日 閲覧）
- 8) 倉田 悟（1964）. 原色日本林業樹木図鑑第1巻. 地球出版. 東京：190, 309p.
- 9) 西尾恵介・兜森早智・菅原 泉・上原 巖・佐藤明（2009）. オオバアサガラ (*Pterostyrax hispidus*) の果実の特徴と発芽特性. 日林誌 91：295-298.
- 10) 大久保 悟・加藤和弘（1994）. 都市近郊の分断された平地二次林における高木種の補充に関する研究. 造園雑誌 57（5）：205-210
- 11) 桜谷保之（2001）. 近畿大学奈良キャンパスにおける野鳥類の食性. 近畿大学農学部紀要 第34号：151-164.
- 12) 桜谷保之・後藤桃子・小西宜美・岡田絢子・東 寛子・八代彩子（2008）. 近畿大学奈良キャンパスにおける野鳥群集の季節的・年次的変動. 近畿大学農学部紀要 第41号：45-75.
- 13) 曾我部陽子・桜谷保之（2009）. 近畿大学奈良キャンパスにおけるレッドリスト植物の生息状況. 近畿大学農学部紀要 第42号：3-9.
- 14) 鳥居憲親・桑原 崇・鈴木賀与・寺田早百合・

- 杉田麻衣・平野綾香・錦 一郎・桜谷保之
(2010). 近畿大学奈良キャンパスにおける野鳥
類の環境別群集構造. 近畿大学農学部紀要 第
43号: 47-74.
- 15) 角田重三郎・山口彦之 (1974). 育種ハンド
ブック. 養賢堂: 191p.
- 16) 湯本貴和 (1999). 動物は種子散布とどのよう
に関わっているか?. 上田恵介 編著. 種子散
布<助け合いの進化論1>—鳥が運ぶ種子.
築地書館. 東京: 8-10.
- 17) 財団法人日本鳥類保護連盟 編 (2011). 鳥との
共存を目指して—考え方と進め方. 中央法規
出版. 東京: 147-148.

付表 1. ラインセンサス調査において各環境で確認した野鳥種とその個体数 (全調査期間中の合計, ヤマガラは太字で示している)

種	和名	林内環境						林縁環境				農耕地環境		人工的 環境	
		林内 1	林内 2	林内 3	林内 4	林内 5	林内 6	A 池	岩谷	榎谷	棚田一湿地間	ものづくり村	棚田ビオトープ		校舎
Phalacrocoracidae ウ科															
<i>Phalacrocorax carbo</i>	カワウ	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Ardeidae サギ科															
<i>Ardea cinerea</i>	アオサギ	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Anatidae カモ科															
<i>Anas poecilorhyncha</i>	カルガモ	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	6	-	-
<i>Anas crecca</i>	コガモ	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anas penelope</i>	ヒドリガモ	-	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-	-	-	-
Accipitridae タカ科															
<i>Accipiter gentilis</i>	オオタカ	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Buteo buteo</i>	ノスリ	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	3	1	-	-
Phasianidae キジ科															
<i>Bambusicola thoracica</i>	コジュケイ	2	5	3	3	7	3	-	7	6	5	3	1	-	-
<i>Symaticus soemmerringii</i>	ヤマドリ	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Rallidae クイナ科															
<i>Gallinula chloropus</i>	バン	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Columbidae ハト科															
<i>Streptopelia orientalis</i>	キジバト	11	3	-	-	4	2	11	10	3	3	4	1	-	3
Cuculidae カッコウ科															
<i>Cuculus poliocephalus</i>	ホトトギス	1	2	3	4	7	5	-	7	5	-	-	-	-	-
Alcedinidae カワセミ科															
<i>Alcedo atthis</i>	カワセミ	-	-	-	-	-	1	9	-	-	-	-	4	-	-
Picidae キツキ科															
<i>Picus avoekera</i>	アオゲラ	-	-	1	1	4	0	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Dendrocopos major</i>	アカゲラ	3	1	-	1	4	1	4	-	-	-	1	-	-	-
<i>Dendrocopos kizuki</i>	コゲラ	19	24	19	31	38	21	22	12	10	3	3	7	5	5
Alaudidae ヒバリ科															
<i>Alauda arvensis</i>	ヒバリ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Hirundinidae ツバメ科															
<i>Hirundo rustica</i>	ツバメ	-	1	-	2	8	3	39	16	13	2	47	6	-	36
<i>Hirundo daurica</i>	コシアカツバメ	-	1	-	-	1	-	6	2	6	-	10	2	-	6
Motacillidae セキレイ科															
<i>Motacilla cinerea</i>	キセキレイ	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-
<i>Motacilla alba</i>	ハクセキレイ	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	3	1	-	9
<i>Motacilla grandis</i>	セグロセキレイ	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	2
<i>Anthus hodgsoni</i>	ピンズイ	-	1	-	-	1	-	17	-	1	1	-	-	-	1
Campephagidae サンショウクイ科															
<i>Pericrocotus divaricatus</i>	サンショウクイ	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Pycnonotidae ヒヨドリ科															
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	ヒヨドリ	43	41	23	37	75	47	47	35	39	29	64	37	-	51
Laniidae モズ科															
<i>Lanius bucephalus</i>	モズ	1	1	-	-	-	1	9	1	1	3	17	6	-	-
Turdidae ツグミ科															
<i>Tarsiger cyanurus</i>	ルリビタキ	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phoenicurus aureus</i>	ジョウビタキ	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Turdus chrysolus</i>	アカハラ	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Turdus pallidus</i>	シロハラ	8	4	2	3	5	1	6	3	6	1	1	1	-	-
<i>Turdus naumanni</i>	ツグミ	-	-	-	-	-	-	11	-	1	-	1	1	-	1
Timaliidae チメドリ科															
<i>Leiothrix lutea</i>	ソウシチョウ	-	-	1	-	4	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sylviidae ウグイス科															
<i>Urosphena squameiceps</i>	ヤブサメ	2	6	2	4	2	3	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cettia diphone</i>	ウグイス	12	18	5	10	21	26	9	24	23	13	24	9	-	-
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	オオヨシキリ	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phylloscopus borealoides</i>	エゾムシクイ	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phylloscopus coronatus</i>	センダイムシクイ	4	2	4	-	6	2	-	1	2	-	-	-	-	-
Muscicapidae ヒタキ科															
<i>Ficedula narsissima</i>	キビタキ	3	9	5	9	10	8	-	4	5	-	-	-	-	-
<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	オオルリ	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muscicapa griseicticta</i>	エゾビタキ	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muscicapa dauurica</i>	コサメビタキ	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Monarchidae カササギヒタキ科															
<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	サンコウチョウ	1	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Aegithalidae エナガ科															
<i>Aegithalus caudatus</i>	エナガ	12	27	9	15	36	12	21	1	12	-	-	1	-	3
Paridae シジュウカラ科															
<i>Palus varius</i>	ヤマガラ	16	12	22	20	40	18	10	17	16	5	1	7	9	9
<i>Palus major</i>	シジュウカラ	15	24	26	25	31	11	21	6	8	4	-	6	-	8
Zosteropidae メジロ科															
<i>Zosterops japonicus</i>	メジロ	42	70	40	48	88	42	36	28	35	17	25	9	-	11
Emberizidae ホオジロ科															
<i>Emberiza cioides</i>	ホオジロ	-	-	-	-	2	-	50	1	16	6	69	5	-	2
<i>Emberiza rustica</i>	カシラダカ	-	-	-	-	-	-	2	-	-	3	16	-	-	-
<i>Emberiza spodocephala</i>	アオジ	3	-	-	-	1	1	9	7	8	4	13	3	-	1
Fringillidae アトリ科															
<i>Carduelis sinica</i>	カワラヒワ	-	-	-	-	2	1	18	-	1	6	21	6	-	28
<i>Carduelis spinus</i>	マヒワ	-	22	10	-	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Uragus sibiricus</i>	ベニマシコ	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eophona personata</i>	イカル	2	1	-	3	2	5	1	1	1	-	3	-	-	-
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	シメ	-	-	-	5	4	-	6	1	-	-	-	-	-	-
Ploceidae ハタオリドリ科															
<i>Passer montanus</i>	スズメ	-	1	-	-	-	-	91	1	14	22	131	36	-	179
Sturnidae ムクドリ科															
<i>Sturnus cineraceus</i>	ムクドリ	1	-	-	-	-	-	96	-	-	1	20	-	-	96
Corvidae カラス科															
<i>Garrulus glandarius</i>	カケス	-	-	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corvus corone</i>	ハシボソガラス	1	3	-	1	4	-	9	3	2	1	19	4	-	5
<i>Corvus macrorhynchos</i>	ハシブトガラス	16	16	20	22	32	17	62	51	16	-	105	-	-	6



1. アカマツ (種子)
(2011年12月に本調査地内で採集したもの)



2. サワラ (毬果と種子)
(2012年1月に本調査地内で採集したもの)



3. スダジイ (果実)
(本調査地内・2011年10月17日撮影)



4. クスノキ (果実)
(本調査地内・2011年11月30日撮影)



5. アメリカヤマボウシ (果実)
(本調査地内・2011年11月16日撮影)



6. タカノツメ (果実)
(本調査地内・2011年12月24日撮影)



7. ブナ (果実と種子)
(2011年10月19日に滋賀県大津市打見山で採集したもの)

付図1. 観察したヤマガラの食性



付図2. 熟す前のエゴノキ果実
(林内5の木, 2011年9月17日撮影)



付図3. 熟したエゴノキ果実
(林内5の木, 2011年9月26日撮影)



付図4. 捕虫用ネットを果実のついた枝に被せた様子
(林内5のエゴノキ, 2011年8月10日 撮影)



付図5. エゴノキ果実を運ぶヤマガラ
(校舎(1)のエゴノキ, 2011年9月13日 撮影)



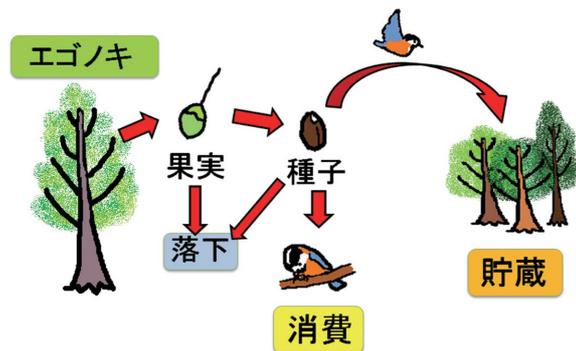
付図6. ヤマガラが種子を貯蔵した場所(赤丸印内)
(本調査地内, 2011年9月6日 撮影)



付図7. 地面中に貯蔵された種子(中央)
(本調査地内, 2011年9月6日 撮影)



付図8. 朽ちたクズの蔓の中に貯蔵された種子(中央)
(本調査地内, 2011年9月17日 撮影)



付図9. ヤマガラによって運ばれたエゴノキの果実の行方



付図 10. 仮貯蔵した果実を再び取りに来たヤマガラ (赤丸印内)
(本調査地内, 2011 年 9 月 11 日 撮影)



付図 11. ヤマガラが仮貯蔵した場所 (白色矢印で示した場所)
(本調査地内, 2011 年 10 月 5 日に仮貯蔵を確認)



付図 12. 仮貯蔵された果実 (赤色丸印内, 付図 11 で示した場所)
(本調査地内, 2011 年 10 月 5 日 撮影)



付図 13. 仮貯蔵された果実 (中央, 付図 12 の拡大図)
(本調査地内, 2011 年 10 月 5 日 撮影)



付図 14. ヤマガラが仮貯蔵した場所 (白色矢印で示した場所)
(本調査地内, 2011 年 10 月 5 日に仮貯蔵を確認)



2011年7月22日 採集 2011年7月28日 採集 2011年8月2日 採集 2011年8月10日 採集 2011年8月19日 採集 2011年8月24日 採集



2011年9月5日 採集 2011年9月10日 採集 2011年9月17日 採集 2011年9月26日 採集 2011年10月1日 採集 2011年10月7日 採集



2011年10月15日 採集
(熟した果実の種子)

付図 15. 校舎 (1) のエゴノキで採集した採集日別の果実と種子断面写真

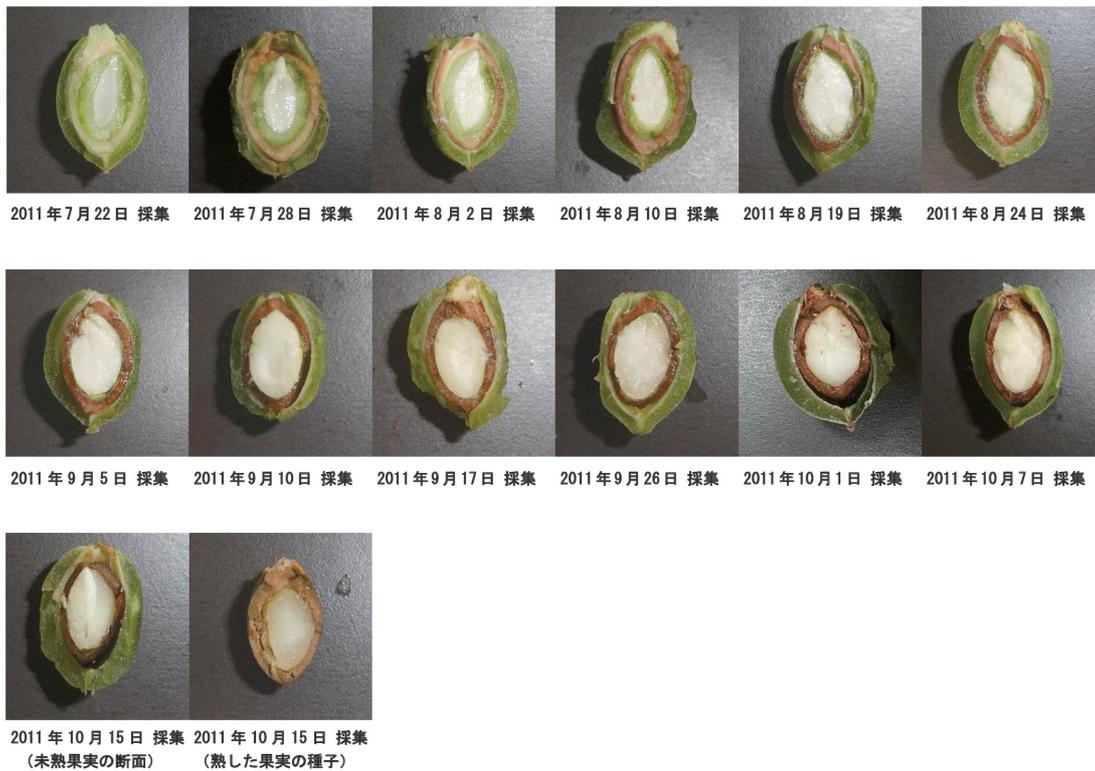


2011年7月22日 採集 2011年7月28日 採集 2011年8月2日 採集 2011年8月10日 採集 2011年8月19日 採集 2011年8月24日 採集
(双子の果実)



2011年9月5日 採集 2011年9月10日 採集 2011年9月17日 採集 2011年9月26日 採集 2011年10月1日 採集 2011年10月7日 採集
(種子中にゾウムシの仲間の幼虫が入っていた) (熟した果実の種子)

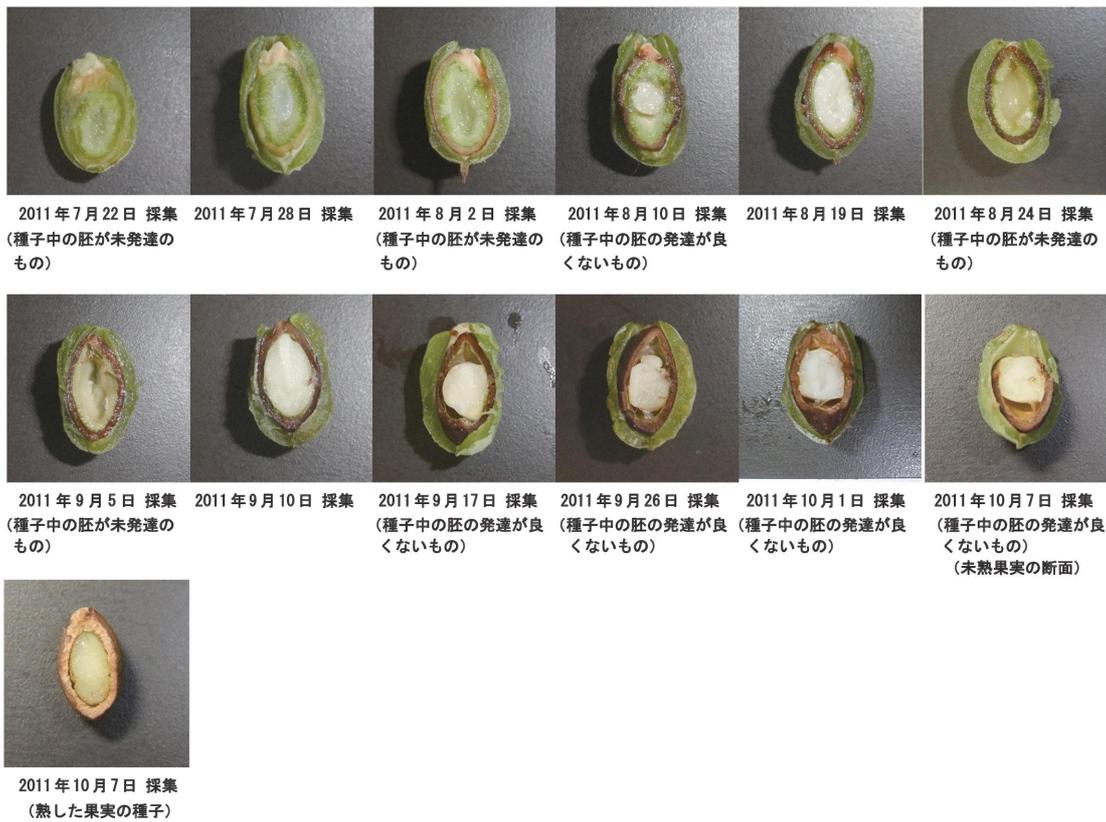
付図 16. 棚田—湿地間のエゴノキで採集した採集日別の果実と種子断面写真



付図 17. 湿地 (1) のエゴノキで採集した採集日別の果実と種子の断面写真



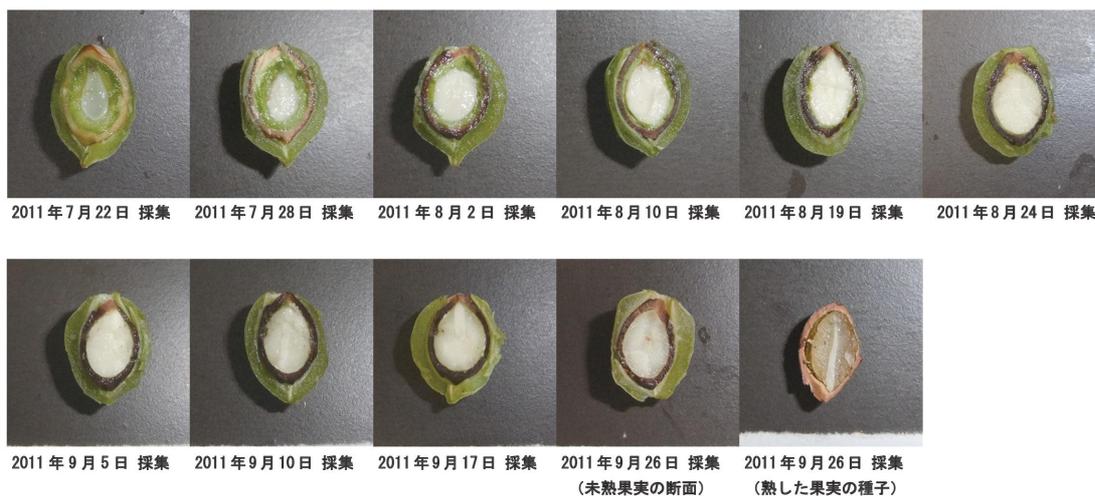
付図 18. 湿地 (2) のエゴノキで採集した採集日別の果実と種子の断面写真



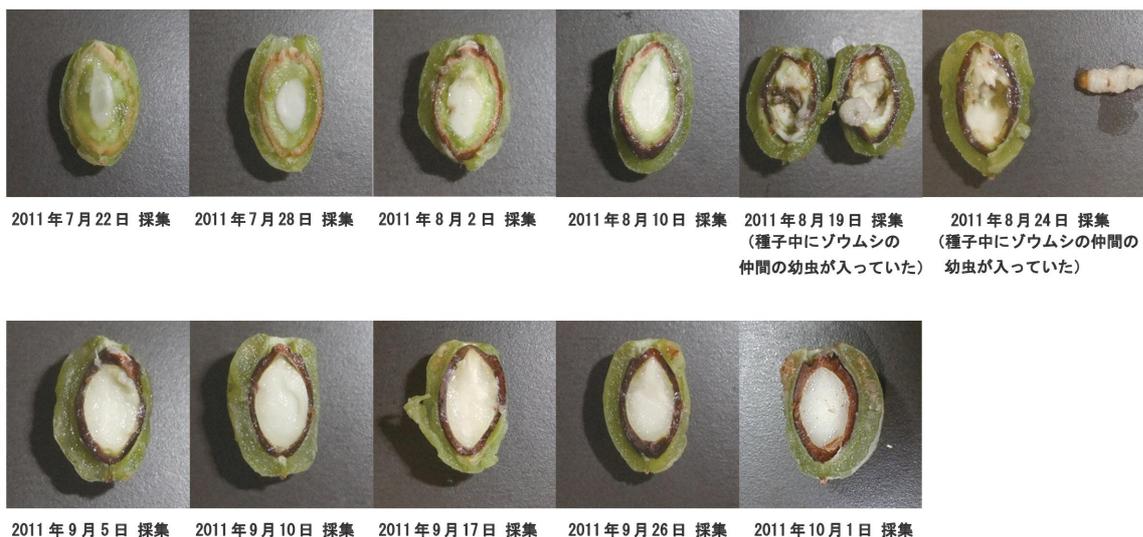
付図 19. 榎谷のエゴノキで採集した採集日別の果実と種子の断面写真



付図 20. 里山階段斜面 (1) のエゴノキで採集した採集日別の果実と種子の断面写真



付図 21. 林内 5 のエゴノキで採集した採集日別の果実と種子の断面写真



付図 22. 林内 6 のエゴノキで採集した採集日別の果実の断面写真

(林内 6 は果実の採集を行った 2011 年 10 月 7 日以降はヤマガラによって木の枝についているほぼ全ての果実が運び去られてしまい、果実を採集することができなかったため、2011 年 10 月 1 日までの結果を示した)