

第4回種子散布研究会「鳥の色覚と果実の色彩戦略」

3月30日(水) 17:30-20:00

企画責任者：上田恵介(立教大)・福井晶子(日本野鳥の会)

~~~~~

はじめに 上田恵介

鳥の色彩と性選択 森本元

鳥の色覚について 渡部健

鳥は鳥をどうみているのか：紫外線写真で鳥を写すと 有馬浩史

アカメガシワは紫外線植物？誰が種子を運んでいるのか？－日本各地での観察事例から－

佐藤重穂・吉野知明・上田恵介

紫外線果実はどんな果実？ 上田恵介・有馬浩史

総合討論(司会：福井晶子)

~~~~~

はじめに

鳥が紫外線反射を敏感に感知することは、鳥研究者の世界ではすでに常識になっており、配偶者選びに関する研究でも、最近のものはつねに紫外線が問題にされている。鳥の色覚世界には人の目には感知できない別の世界が広がっている。では鳥の目に世界はどのように見えているのだろうか。視覚を頼りにエサを探す鳥にとって、果実がどんなディスプレイをして、自分を目立たせているのかは重要な問題である。自然界には赤や黒の果実が多いが、一方、(ヒトの目には)あまり目立たない色彩の果実も多い。ウルシ属やアカメガシワなどの実がそれである。だが、こうした人が目立たないと思っている果実には、鳥の目には目立って映るのではないだろうか？今回は鳥の色覚について、鳥研究者の側から問題提起を行い、種子散布研究者の側からは具体例として、日本各地でのアカメガシワの種子散布者についての事例をあげ、(一見)目立たない果実がどのように鳥を呼び集めているのかについて議論を行う。

鳥の色彩と性選択～紫外線に関連した研究を中心に～

森本 元（立教大・院・理）

鳥類は紫外線を知覚でき信号として利用していることが、近年の研究から次第に明らかになってきている。言い換えるなら、鳥は我々人間の見ている"世界"とは異なる色世界を見ているのである。人間の目は約400nm~700nmの波長域に反応する。これは青色から赤色までを知覚できることを意味する。これに対し多くの鳥類が人間よりもさらに短波長側の色である紫外色を知覚可能であることがわかってきた。人間が3原色（赤、緑、青）に基づく色認識を行っていることは広く知られた事実である。一方、鳥類は4原色に基づく色覚メカニズムを持つ。これにより鳥類では約360nm~700nmを感受できる。また、視覚において4原色を利用した情報量が人間よりも多いことは想像にむずかしくない。しかしながら、これまでの鳥類における行動生態学研究では長らく紫外線の影響を無視してきた。紫外色は色彩信号に関連した研究結果に重大な影響を及ぼす可能性があり、現在では紫外線の影響の有無を検討することは必然となりつつある。このように近年、鳥類の行動生態学分野にて脚光を浴びている紫外線だが、鳥類が紫外色を認識できる可能性が指摘されたのは意外に古い。人間の目には3原色を知覚する3種の錐体細胞が存在するが、鳥類では一つ多い4種の錐体細胞が存在することが知られている。鳥類において紫外線を知覚できる可能性が示唆されたのは1970年代であり、その後、鳥類の視覚に関する解剖・生理学的研究が行われてきた。一方、行動生態学研究において紫外色が脚光を浴びるのは90年代後半に入ってからである。鳥類における色彩信号の適応的意義については、80年代からの行動生態学の発展に伴い性淘汰を中心に盛んに研究が行われたが、紫外色は無視されてきた。90年代前半までに、紫外線写真撮影や波長測定機器を利用した色彩評価研究が行われ紫外色も他の色同様に個体差・性差が存在することが明らかになってきた。90年代後半になり、個体形質として紫外色を扱った研究が行われて以降、現在まで紫外色を扱った研究は急速な発展を遂げている。人間には雌雄同色に見えた種において、実は紫外色では性的二形が存在したという研究などは、色彩研究の好例といえよう。紫外線に関する研究は性選択研究が中心に行われてきたが、近年、他のテーマにも拡がりをみせつつあり、種子散布においても重要な役割を示すことが期待される。本発表では鳥類における紫外線研究のこれまでの歴史的経緯、および、多様な研究を性選択研究を中心に概観し紹介する。

鳥は鳥をどう見ているのか？

++ 紫外線カメラで鳥を写すと ++

有馬浩史（京都大学医学部 4 回生）

鳥類の色覚世界は、すべての生物の色覚の中でも最もカラフルなものである。我々人の網膜には、色を感知する感光細胞が 3 種存在し、約 400nm から 700nm の光線を色覚として感知できる。しかし近年の研究によって、夜行性のフクロウなどの一部の種を除く多くの鳥類では、網膜に少なくとも 4 種以上の感光細胞が存在し、人の感知できる光線の範囲に加えて、約 300nm から 400nm の光線（「長波長紫外線」）も色覚として感知できることが明らかになっている。自然界の視覚情報は、人の目に見える光線だけで構成されているわけではない。植物種子や昆虫などの餌資源の光線反射や、ディスプレイ行動などの羽毛によるシグナル伝達に関して、それらが鳥類の視覚世界に対して持っている意味を正確に理解するためには、人の目に見える光線による情報に加えて、紫外線による情報を複合的に考えていく必要がある。

今回は、数種類の鳥類の全身や羽の紫外線写真を示し、鳥自身には鳥がどのように見えているのか考察したいと思う。

また、紫外線写真では、グレイスケールを画面内に同時に写し込むことにより、紫外線反射の強度を相対的に測定することができる。実際にツバメ *Hirundo rustica* の羽毛における紫外線反射の強度を雌雄ごとに比較した結果や、過去の研究事例を示し、鳥類の羽毛の紫外線反射強度における性的二型に関して議論する。



オオルリ雄・第一回夏羽の紫外線写真

鳥類の色覚について

渡部 健（国際環境専門学校）

1990年代後半から、鳥類の視覚に関する研究は新たな時代に入った。古典的な行動学ではブラックボックスとして扱われてきた認知領域についてモデル化して議論することが可能となり、認知系に関するモデル化と行動実験による検証作業の良好な相互作用が生まれたからである。こうした動向には、脊椎動物の視覚に関する神経生理学的な知識が飛躍的に増えたことと、その計算論的な解釈について大まかな理解が得られたことが大きな影響を与えている。

本講演では、鳥類の視覚モデルがどのように進展してきたかをレビューする。特に、反対色過程の機能に関する議論、近紫外線領域の効果についての議論、明暗情報に関する議論という3テーマについて研究事例を紹介する。

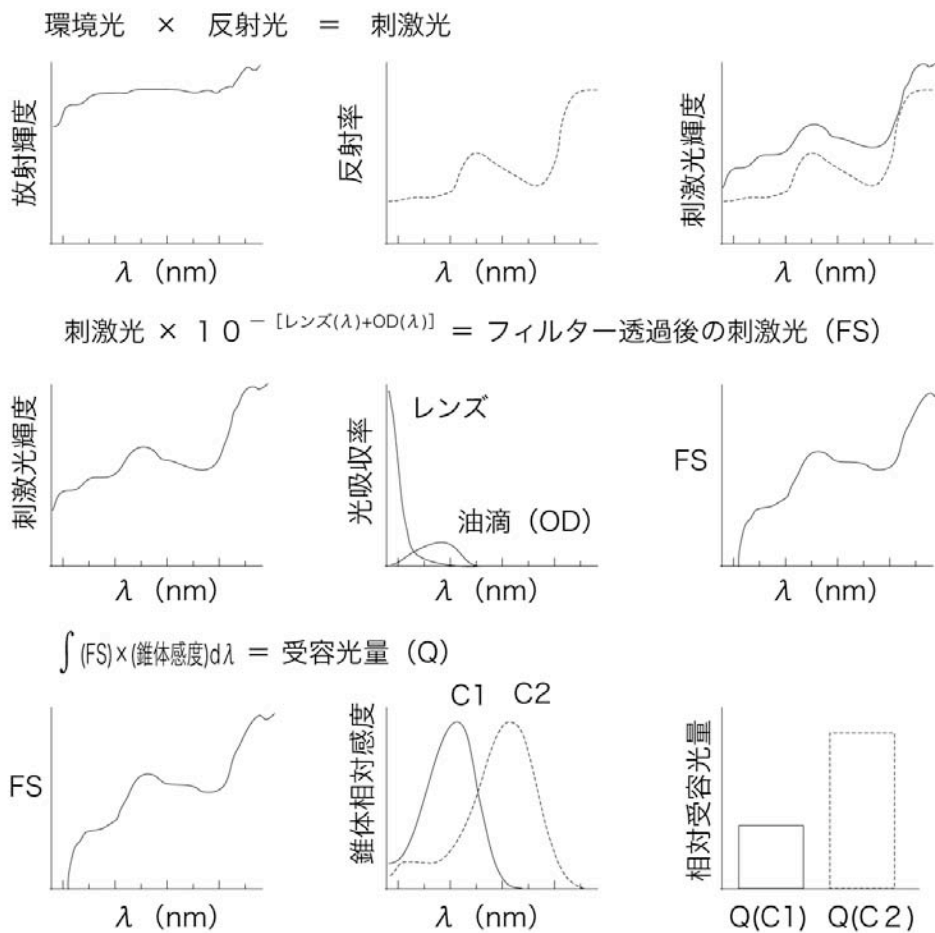


図1. 受光刺激量計算の概略。(Sumner and Mollon(2000) を改変)

アカメガシワは紫外線果実？ 誰が種子を運んでいるのか？

－日本各地での観察事例から－

四国におけるアカメガシワ種子散布者の観察事例

佐藤重穂（森林総研四国）

アカメガシワ *Mallotus japonicus* は西日本の暖温帯域においてもっとも一般的な高木性の先駆性樹種である。本種は森林土壌中に埋土種子集団を作り、林冠ギャップが形成されたり、森林が伐採されたりした場合にすみやかに発芽することが知られている。アカメガシワの針葉樹人工林内での種子散布者について知るために、高知県内の暖温帯のスギ人工林内でアカメガシワ種子の鳥類による被食実態を調べた。

アカメガシワ着果木の直接観察とラインセンサスの結果をあわせて 33 種の鳥類が観察され、このうち 9 種によるアカメガシワの種子の採食が確認された。アカメガシワの種子が鳥類に採食された時期は 9 月から 11 月だった。9 種のうち種子を消化するキジバトを除き、コゲラ、ジョウビタキ、エゾビタキ、サメビタキ、キビタキ、オオルリ、ヤマガラ、メジロの 8 種が種子散布に貢献していると考えた。これらの鳥類に散布される種子のうち、エゾビタキ、サメビタキ、キビタキ、オオルリのヒタキ科 4 種によって 75% の種子が散布されると推測されたので、ヒタキ科鳥類がアカメガシワの有力な種子散布者であると考えられた。ラインセンサスの結果では、アカメガシワの種子散布者は 5 月から 7 月と 9 月から 11 月に個体数が多かった。

一方、アカメガシワとともに暖温帯域で普遍的な先駆性高木樹種であるカラスザンショウ *Zanthoxylum ailanthoide* については、9 種の鳥類による採食が確認されたが、採食の頻度はメジロがもっとも高く、ルリビタキ、ジョウビタキ、シロハラ ツグミ科鳥類とヒヨドリがそれに次いだ。カラスザンショウの種子散布者の季節変動は、12 月から 1 月にピークがあった。これらの結果から、秋に結実するアカメガシワはおもに旅鳥と夏鳥に、冬に結実するカラスザンショウは冬鳥と留鳥に種子散布を依存していると考えられた。

アカメガシワは紫外線果実？ 誰が種子を運んでいるのか？

－日本各地での観察事例から－

静岡市におけるアカメガシワ種子散布者の観察事例

吉野知明（横浜国立大学）

アカメガシワ *Mallotus japonicus* は、谷筋、耕作放棄地、道路法面、森林伐採跡地、崩壊性立地、林縁、路傍、河原など多様な環境に定着している。そのため、アカメガシワの種子は、鳥類によって多様な環境に種子が散布されていると考えられる。本研究ではアカメガシワの種子散布に貢献する鳥類を明らかにするために、静岡県有度丘陵において、種子散布に関与する鳥類種の把握と生育環境の異なるアカメガシワの利用実態について調査を行った。

調査を通じて、11種の鳥類(確認の多い順にメジロ、ハシブトガラス、ハシボソガラス、キジバト、コゲラ、ムクドリ、コサメビタキ、キビタキ、コムクドリ、センダイムシクイ、ヒヨドリ)がアカメガシワ種子を利用した。アカメガシワの脂肪分に富んだ種子は、果実食鳥類だけでなく、カラス類やムクドリといった雑食性やコゲラ、コサメビタキ、キビタキ、コムクドリやセンダイムシクイといった昆虫食鳥類にとって重要な食物となっている可能性が示唆された。メジロとカラス類（ハシブトガラスとハシボソガラス）は、アカメガシワのさく果の裂開の初期段階から結実期間を通じて訪問し、採餌頻度が高かった。

アカメガシワへの採餌訪問の一貫性や採餌個体数の面から、メジロとカラス類は、アカメガシワの種子散布に大きく貢献していると考えられる。アカメガシワの生育環境によって、採餌する鳥類種は異なっており、メジロの採餌は沢筋の先駆樹林で多く記録され、カラス類は、尾根筋の放棄畑で多く記録された。この2者の生息環境から、アカメガシワの森林土壌中に形成されるシードバンクは、主として森林に生息するメジロの貢献が大きく、放棄された畑や果樹園といった開けた場所への新規定着には、カラス類の貢献が大きいと考えられる。生息環境の異なる鳥類に種子が利用され、散布されることは、アカメガシワの幅広い環境への新規定着において重要であると考えられる。

アカメガシワは紫外線果実？ 誰が種子を運んでいるのか？

－日本各地での観察事例から－

西表島のアカメガシワ *Mallotus japonicus* 果実を採食する鳥

上田恵介（立教大学）

アカメガシワ *Mallotus japonicus* は、日本の本州以南の温帯域から亜熱帯域までの地域に広く分布する雌雄異株の落葉広葉樹で、植生遷移の初期段階に先駆樹種として出現することが知られている。演者は2003年の夏に琉球諸島の西表島を訪れ、浦内川河口部のマングローブ林と陸域の森林に挟まれた放棄農地にあるアカメガシワの群落（約100m²、樹高3－4m）で、熟して裂開したアカメガシワの果実を食べに集まる鳥について、7月19日から22日までの4日間、約34時間にわたる観察をおこなった。7月19日と20日は夜明けから日没まで（06:00-19:40 及び 05:26-19:25）、21日（7:00-11:21）と22日（5:40-7:15）は早朝の時間帯に観察をおこなった。

その結果、オサハシブトガラス *Corvus macrorhynchos osai*、キンバト *Chalcophaps indica yamashinai*、リュウキュウメジロ *Zosterops japonicus loochooensis*、イシガキヒヨドリ *Hypsipetes amaurotis stejnegeri* の4種についてアカメガシワの裂開した黒い種子をついばむ採食行動が観察できた。調査期間中におけるこれら4種の訪問回数はオサハシブトガラス22回（0.65回/hr）、リュウキュウメジロ54回（1.58回/hr）、イシガキヒヨドリ36回（1.06回/hr）、キンバト17回（0.50回/hr）であった。

これらの鳥の中でキンバトは種子捕食者の可能性があるが、オサハシブトガラス、リュウキュウメジロ、イシガキヒヨドリは訪問回数も多く、西表島におけるアカメガシワの種子散布者として、重要な役割を担っていると考えられた。これら4種の鳥は、すべて琉球列島および八重山諸島の固有亜種で、西表島では留鳥であり、この点が佐藤・酒井の報告にある、四国暖温帯でのアカメガシワの種子散布者に、サメビタキ *Muscicapa sibirica*、エゾビタキ *M. griseisticta* などの渡りの鳥が多く含まれるという報告と異なる。アカメガシワは琉球諸島では本州四国の暖温帯域よりも早く、4～5月に花を咲かせ、7～8月の渡り鳥がやってこない時期に果実を成熟させる。この地域のアカメガシワは、種子の散布を渡り鳥にではなく、留鳥に頼っていることがわかった。