

Strix 7 : 1-34 (1988)

個体識別による鳥類の野外調査 —その意義と方法—

上田恵介¹・樋口広芳²

はじめに

鳥類の野外研究にカラーリングによる個体識別法が導入されてもう半世紀以上になる。それまでも鳥に金属性の足輪をつけて研究を行なった例はあったが、主に渡りや移動の研究であった。鳥類の野外個体群を系統的に個体識別して鳥類生態学上の大きな成果をあげたのは、ナイス女史であろう。ナイスは1929年から8年間にわたって、手製のセルロイド製のカラーリングと金属リングをもちいて、870羽のウタズメ *Melospiza melodia* 個体群を個体識別して、その社会と繁殖生態を明らかにした (Nice 1937)。ついでラックは1934年から同様にカラーリングと金属リングでロビン *Erithacus rubecula* の個体群を個体識別にすることによって、なわばり制を始め、その社会構造について多くの情報を得た (Lack 1965)。これらの研究は今なお価値を持つ研究である。

これ以降、野外での鳥類研究が発展するにつれ、個体識別の有効性が広く認識され、個体識別をした研究が急激に増加した。そしてその内容も非常に高度なものになってきている。たとえばある地域の個体群に徹底して個体識別を行ない、30年もの長期にわたって追跡した研究 (ハイタカ *Accipiter nisus* : Newton 1985, ミツユビカモメ *Rissa tridactyla* : Coulson & Thomas 1985) や、協同繁殖を行なう鳥で、群れのほとんど全メンバー個体識別して、その血縁関係も含めて社会構造を明らかにした素晴らしい研究 (フロリダヤブカケス *Aphelocoma coerulescens* : Woolfenden & Fitzpatrick 1984, ドングリキツツキ *Melanerpes formicivorus* : Koenig & Mumme 1987など) が、最近、次々と発表されている。

日本でも鳥類への標識の歴史は古く、渡り鳥の生態と移動経路の解明のためのバンディングは戦前から農林省によって行なわれ、戦後は環境庁と山階鳥類研究所に引き継がれて大きな成果があがっている (山階鳥類研究所 1986)。その一方で個体識別法を野外で調査に取り入れ、その利点を十分生かした研究は少なかった。だがここ10年あまりの間にヤマガラ *Parus varius* (樋口 1976)、ホオジロ *Emberiza cioides* (山岸 1978)、シジュウカラ *Parus major* (斎藤 1979)、カワラヒワ *Carduelis sinica* (中村 1979, 1982)、モズ *Lanius bucephalus* (山岸 1981)、オオヨシキリ *Acrocephalus arundinaceus* (江崎 1981, 浦野 1985)、ムクドリ *Sturnus cineraceus* (斎藤 1986)、シマセンニュウ *Locustella*

1988年11月2日受理

- 〒171 豊島区西池袋3 立教大学一般教育部生物学教育
- 〒150 渋谷区東2-24-5 日本野鳥の会研究センター

ochotensis (永田 1986), セッカ *Cisticola juncidis* (上田 1986a, b) などで, ある地域個体群を個体識別して, その種のなわばり制や群れの構造, 配偶システムなどを追求した質の高い研究が行なわれ, 個体識別の利点を生かしてつがい関係の矛盾に切り込んだ研究も出てきている (藤岡・山岸 1981, 藤岡 1986など). とはいえ個体識別をした研究は日本ではまだ多いとはいえ, 近年の欧米における個体識別による野外研究の隆盛と比較すると遅れをとっている感がある.

鳥の標識法については Hutson (1956) と Pettingill (1970) の本があり, 特に狩猟鳥獣については Taber & Cowan (1969) が詳しい総説を発表している. しかしこれらの文献は入手困難であるし, その内容も古くなっている部分が多い. 日本では坂上・中村・杉山 (1977), 伊藤・村井 (1977), 東・江口 (1982) などの本が鳥以外の動物も含めて, 動物生態学における個体標識法の入門書となっている. 個体識別で得たデータをどうまとめるか, また個体識別ではどのようなデータが得られるかについて, 動物の個体識別を試みるものにとって必読の書であるといえるが, 残念ながら鳥については十分なページをさいていない. この論文で多く引用する, 日本鳥学会発行の「鳥学ニュース no. 14」(1984年) は, 野外で実際に個体識別によって研究を行なっている研究者による標識法の特集号になっており, 便利であるが, 会員以外は入手しにくい. 現在の所, 日本では野外の鳥を対象にした, 個体識別の手ごころな入門書はないのが現状である.

個体識別をした調査では, そのための労力は大きなものになるが, 得られる情報量は個体識別しない調査と比べて, 飛躍的に高まる. 個体識別はなぜ重要なのか, 個体識別を行なうことによって, 何がみえてくるのか, 個体識別をしない調査とした調査の差はどこにあるのかなど, この総説では野外における鳥類の個体群研究における個体識別の意義と重要性について述べ, 実際に野外で個体識別を行なうにあたっての技術と問題点についてまとめてみたい.

個体識別の意義

どういう分野の研究で個体識別が必要とされるのだろうか. たとえば移動・分散についても単にある地域の鳥がどこまで越冬に行くかという情報だけを得たいのなら, 個体識別の必要はない (個体群識別で十分). しかしその時, 個体識別をしておけば, 年齢や性別のはっきりした個体がどう移動し, どこまで飛んで, 何年生きたかなどがわかってくる. 鳥の社会を研究する場合には, 個体識別は必要不可欠である. まず個体識別が不可欠, または個体識別をすればその研究の精度が大きく高まる分野について述べる.

1. なわばりと行動圏

野外で鳥のなわばりの境界を決めようとする時, 特に困難なのは境界線をどこに引くかである. なわばりはある程度まで, テリトリー・マッピング法 (羽田1975, 坂上・中村・杉山 1977を参照) で描くことができるが, 個体識別をしていないと思わぬ勘違いを引き起こすことがある.

まず, なわばりの境界線付近では隣接個体同士の争いや侵入, 相互干渉が頻繁に起こる. その時, 追跡している個体が一時的に草むらにでも隠れると, 次に離れたところへ出てきたときに, それが自分の追跡していた個体がどうかわからなくなることがある. たとえば小笠原諸島のメグロ *Apalopteron familiare* は林の中を静かに移動し, 観察者の前に突

然あらわれて、また急にいなくなるという、連続観察がむずかしい習性を持った鳥であるが、著者の一人が母島でメグロに足輪をつけて追跡調査を行なった結果、それまでよくわからなかったつがいのなわばりの境界が、急にはっきり、まさに霧が晴れたようにみえはじめたという経験がある。

次に、時間の経過にともなうなわばり位置の移動や所有者の交代の問題、つまりある繁殖シーズンを通じて同じ場所にいる個体は常に同じ個体かどうかの問題がある。なわばりをもつ鳥の多くは、いったんある地域に定着してなわばりをもってしまえば、その後、そのなわばりを他個体に取りられない限り、ずっとその場所に居続ける。しかし境界線は隣接個体同士の力関係で常に移り変わるし、季節がすすむにつれて新参個体の定着や定着個体の消失・置き代わりが起こる。

こうした一繁殖シーズン内での置き代わりはホオジロやモズではめったにないが（山岸 1978, 1981）、セッカではなわばりの所有者の交代が頻繁に起こり、その繁殖シーズンを通じてなわばりを保ち続けた個体は全体のわずか18%で、約半分の個体は2か月しかなわばりを持ってなかった（上田 1986a, b）。こうした場合、個体識別ができていないと、なわばり交代の現場を確認しない限り、何日かに一度の観察では、ある鳥が交代したかどうかはまったくわからない。

なわばりよりもさらに困難なのが重複した行動圏を持つ鳥の追跡である。たとえばセッカは一夫多妻になり、複数のメスが1羽のオスと関係を持ち、1羽のオスのなわばり内に同時に最高5羽のメスが営巣していることもある（上田 1986a, b）。さらにメスはオスのなわばりの境界を無視して動き回り、どんどん隣オスのなわばりへ侵入していく。こうした場合、個体識別をしていないと、それぞれのメスの行動圏どころか、そのなわばり内に何羽のメスがいるかさえわからなくなる。

図1はある季節のセッカのオスのなわばりとメスの行動圏をあらわしたものである。こ

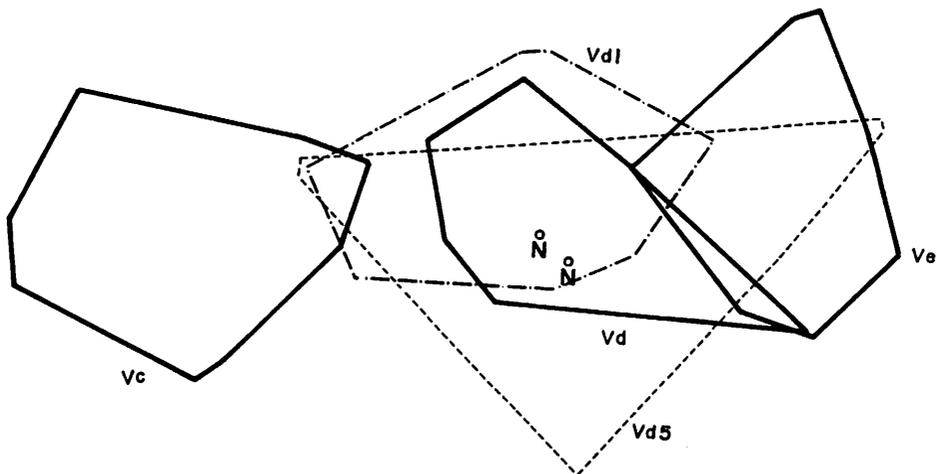


図1. セッカのオスのなわばりとメスの行動圏。太線はオス (Vc, Vd, Ve) のなわばり。鎖線は Vd1メスの行動圏、点線はVd5メスの行動圏。Nは巣の位置を示す。2羽のメスは隣のVc, Veオスのなわばりへもどんどん入っていく（上田 1986bを改変）。

の時期、この地域には3羽のオス (Vc, Vd, Ve) がなわばりを持ち、その内の1羽のなわばりに2羽のメス (Vd1, Vd4) がいた。オス同士はほとんど重複なくなわばりを守り、同時にさえずることもあるので、境界を引くのにそう問題はないが、メスは草の中を潜っていて滅多に姿を現さず、それだけでも行動圏を描くのがむずかしい。しかも繁殖ステージがずれているので、2羽のメスを同時にみることはほとんどなく、巣が1個しかみつからないときなど、このVdオスのなわばりには1羽のメスしかいないとみなしてしまうことは十分ありうる。またこの2羽のメスはVcやVeのなわばり内へも侵入していくので、そこで観察をしていれば、Vc, Veにもメスが1羽ずついていると思ってしまうかも知れない。この時、はじめのメスに足輪などで個体識別をしておけば、「あっ、違うメスがいる」と、2羽目のメスの存在に気づいて追跡ができるし、VcやVeのなわばり内でみかけたときにも、隣からの侵入メスであることが一目瞭然である。さらにこの図のオスVcは直前に同じ所になわばりを占めていたオスVbにとって代わった個体であり、その時、Vbのなわばり内には2羽のメスがいたが、所有者がVcに代わったあとも2羽のメスは何事もなかったかのようにVcのなわばりで繁殖活動を続けた（早い時期にヒナが巣だったので図1には示していない）。この場合、所有者交代の現場をみていないので、個体識別のリングをしていなければVbがVcに代わったという事実さえわからなかったところである。

最近、ヨーロッパのスズメ目の鳥で複なわばり制 (Polyterritoriality) という現象が発見されている (Møller 1987)。これは1羽のオスが遠くはなれた場所に複数のなわばりを構える現象である。この場合、オスは1日のうちにこれらのなわばりを行き来して、時には各々のなわばりで別のメスとつがうこともある。モリムシクイ *Phylloscopus sibilatrix* では二つのなわばりが1 km以上も離れていることもある (Temrin ほか 1984)。こうなると個体識別ができていないとどのオスとどのオスが同じなのか、まったくお手上げである。こうした現象が明らかになってきたのも、個体識別による研究が盛んになってきたことの一つのあらわれであろう。

2. 配偶システム

配偶システムなど、個体同士の社会関係を調べる場合も個体識別は必要である。先のセッカの例のように、オスのなわばり内に同時に2羽以上のメスが営巣しているのが観察された場合、一夫多妻であるということはいえるが、連続的一夫一妻（1羽のオスが次々と異なるメスとつがうが、繁殖ステージの重複はない）が生じた場合、初めの巣と次の巣のメスが同一メスかどうかを確かめることができない。また繁殖失敗後につがいが関係が解消し、その直後にオスが別のメスとつがった場合、個体識別をしていないとずっとつがいが関係が続いているように思ってしまうかも知れない。ムクドリではその繁殖シーズン内に第2回目の繁殖を行なう個体があり、また1回目の繁殖に失敗したときに再営巣をする個体がいる (斎藤 1986)。この時、大部分の個体はもとの相手と繁殖するが、時には別の相手とつがって連続的一夫二妻（または一妻二夫）が生じることがある。

多くの鳥は一夫一妻だといわれているが (Lack 1968)、最近の社会生物学の発展は、一夫一妻とみられている鳥たちでも、そのつがいが関係にはいろいろなタイプがあることを明らかにしている。アマサギ *Bubulcus ibis* は従来、一夫一妻の鳥といわれてきた。だが三重県での個体識別にもとづいた観察によると、つがいをつくっている個体が本来のつが

日本のオナガ *Cyanopica cyana* について山岸・藤岡 (1985) は長野県安曇野でいくつかの群れのメンバーを (すべてではないが) 個体識別して、研究を行なった。図 2 はその中で IR 群と呼ばれた一群の 2 年にわたる繁殖状況である。オナガは外見上雌雄がよく似ていて、その意味でも個体識別が重要な種であるが、個体識別をしてみるとどの個体とどの個体がつがいを組み、翌年はどうなって、どの巣にヘルパーがついたかなどがよくわかる。また他の群れからの移籍など、群れ間の移動・分散に関する重要な情報も得られているのが特徴である。

4. 移動, 分散, 定住性

鳥の渡りの研究における、番号入り足輪の有効性はここであらためて述べるまでもないだろう。日本における鳥類標識調査も、昨年度はついに年間10万羽の実績をあげるに至っている。たとえばある繁殖地で足輪をつけられた鳥が何千キロも離れた越冬地で捕らえられる。こうした情報が蓄積するにつれて、それまで多くの謎に満ちていた鳥の渡りという現象が解明されてきた。

だが個体識別の有効性はそれだけにとどまるものではない。多くの鳥たちはある特定の地域に非常に強い執着を示す。イイジマムシクイ *Phylloscopus ijimae* は毎年、同じ個体が繁殖地の同じ林に戻ってくるし、オオヨシキリ (江崎 1981, 浦野 1985), シマセンニュウ (永田 1986), セッカ (上田 1986b) のような夏鳥も個体群の一部は同じ地域に戻り、ほぼ同じ場所にわざわざをかまえる。しかもセッカでは、繁殖期に足輪をつけた個体が冬にはまったく観察されず、反対に冬に足輪をつけた個体は繁殖期にはまったく観察されないという、個体群がそっくり入れ替わる季節移動の現象も明らかになっている (上田, 未発表)。

土地への執着性は繁殖地のみならず、越冬地や、時には渡りの際に立ち寄る地点にまで及んでいる。同じ個体が同じ場所に越冬に来ているという事実がコハクチョウ *Cygnus columbianus* ではくちばしの模様による個体識別 (後述) で明らかにされている (林 1982)。また翼に特徴的な部分白化をもつオオヒシクイ *Anser fabalis* が福井県から北海道まで、5 シーズンにわたって連続して飛来していることもわかった (阪本・古川 1987)。アカハシハジロ *Netta rufina* やコウライアイサ *Mergus squamatus* などの迷鳥も、何年にもわたって、冬期、同じ場所で観察される事実がある。こうした例はおそらく同じ個体が毎年、飛来しているのだと思われる。だがそれをどのように証明するのかとなると、確実な個体識別がなされていない限り、別個体が飛来している可能性も考えられるのである。大阪南港では秋期、2年にわたって、全身白化のハマシギ *Calidris alpina* が観察された。ハマシギの全身白化などという現象はそうあるものではなく、また別の白化個体がわざわざ同じ中継地に来ることもないだろうから、これは同一個体と考えるのが自然であるが、これにしても万に一つの可能性はなきにしもあらずである。近くの林に毎冬、ジョウビタキが越冬にくる。とまる枝も同じだし、同一個体だと考えたいがそういいきる自信はない。こうした時、永久的な個体標識がなされていれば、この疑問に解答を与えることができる。同じ個体がまた今年も来てくれたという事実は、科学的価値以外に私たちに大きなよろこびを与えてくれる。

巣内で足輪をつけられたヒナたちが巣だって、成鳥として戻ってきたときに、どこにならざるにかまえるかという問題も、ヒナの時期に足輪をつけておけば明らかにすることができる。

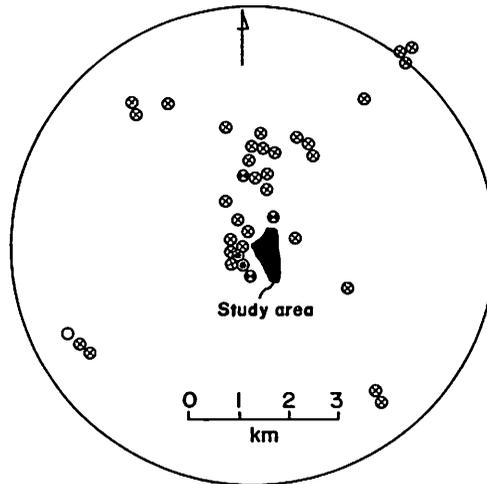


図3. セッカのオスの分散. 前年の調査地(中央黒い部分)を中心に、直径10kmの円内を翌年に調査した。◎・・・前年、調査地になわばりを持った個体、⊙・・・調査地から巣だったオス、⊗・・・足輪なしの個体、○・・・足輪の有無を未確認の個体。

できる。たとえばセッカで、著者の一人は研究が終った翌年、調査地域のまわり直径10Kmの円内にあるセッカの生息可能地域をしらみつぶしに探し、みつけ28羽のなわばりオス中、5羽にリングがついているのを発見した(図3)。そのうち前年に巢内でカラーリングをつけたものは3羽、前年のなわばりオスがなわばりを移動したものが2羽あった。この結果から、セッカのオスの幼鳥は比較的、その出生地に近いところでなわばりを持ち、またいったんなわばりを持った個体も、そのなわばりを移動することがあることがわかる。

一方、一年を通じて生息し、繁殖期と非繁殖期で、つがい生活と群れ生活というように、その社会システムが変わる鳥では、個体識別は特に重要性を持つてくる。それはもし個体識別がなされていないと、繁殖期につがいで生活しているものと、非繁殖期に群れで生活しているものがはたして同じ個体がどうかかわからないからである。この良い例はカラ類である。たとえば樋口(1976)はヤマガラで秋に3群12羽を捕獲して個体識別のリングをつけたところ、翌年、そのうちの7羽がほぼ同じ地域でつがいの行動圏をもって繁殖しているのを確認した。そしてこのつがいの行動圏は隣接つがい同士ではかなり重複しているものの、一度決まってしまうと、その後ほとんど変化しないこともわかった(樋口1976)。同様にエナガ *Aegithalos caudatus* では中村(1969)、シジュウカラでは斎藤(1979)が、群れのメンバーを個体識別することによって、繁殖期と非繁殖期における、これらの鳥の離合集散の過程を明らかにしている。

5. 人口学的研究

先分野とともに個体群生態学におけるもうひとつの大きなテーマは、ある種の動物は何年生き、何回繁殖して、どれだけの子孫を残し、その子孫の生残パターンがどうで、どのステージで高い死亡に見舞われるかという、いわゆる生活史戦略の問題である。寿命が数カ月の昆虫では生命表や生存曲線が盛んにつくられ、研究が発展しているが、何年も生きる鳥のような動物では、その生涯における産卵数や死亡のパターンを完全に押さえるこ

とは非常に困難である。しかしある一定の地域に定着して繁殖する個体群の場合、個体識別をして何年も追跡すれば、その個体の生涯の繁殖成功率などがわかってくる。

『はじめに』で書いたようにある地域の個体群を個体識別し、30年もの長期にわたって追跡して、個体の生涯の繁殖成功率を出した研究がある (Newton 1985, Coulson & Thomas 1985)。そのために投下された労力も大変なものであるが、長寿命の鳥で得られたそのデータは、動物生態学において計り知れない貴重さを持っている。また協同繁殖を行なうフロリダヤブカケス (Woolfenden & Fitzpatrick 1984) やドングリキツツキ (Koenig & Mumme 1987) での仕事も、この分野の大きな成果である。

6. その他の研究

ある個体群のすべての個体を識別できなければ研究ができないということはない。たとえば大コロニーで集団繁殖する鳥では、全メンバーの個体識別などとても無理である。しかし繁殖が始まった時点からいくつかの巣を中心に何つがいかの鳥を識別して注意深く追跡すれば、つがい外交尾 (extra-pair copulation = EPC) の事実など、つがい関係に関する重要な発見を行なうことができる。

大阪市大 (現ワシントン大) の藤岡は三重県のI池にあるアマサギ、コサギ *Egretta garzetta*、ゴイサギ *Nycticorax nycticorax* など、約1000羽のサギ類が営巣しているサギ山に観察用の塔を建て、サギ類の配偶関係を調べた。彼はここで2年にわたって、アマサギ26つがい、コサギ12つがい、および求愛なわばりをもっていたコサギ4オスを個体識別し、計2300時間にもわたる詳しい観察を行なった。その結果は藤岡 (1986) に詳しいが、たとえばアマサギでは7つの巣で計147回のEPCが記録された。平均すると1メスあたり約20回だが、個体によりかなりの差があり、4回しかしていないメスが2羽いる一方で、最高49回ものEPCを試みられたメスもあることなどが明らかになっている。藤岡のこの仕事は一見、数が多過ぎて個体識別などとても無理と思われるようなサギコロニーでも、やり方次第では大きな成果をあげることができることを示している。

このように鳥の社会を研究するには個体識別は不可欠であり、「今では個体識別なしには鳥類の社会的、行動学的研究の価値が認められなくなった」(黒田 1986) とまでいわれるほどである。事実、世界におけるここ10年の社会生物学 (行動生態学) の発展は、個体識別された動物個体群の研究にその基礎をおいている。そしてこれは是非とも強調しておきたいことだが、個体識別して一羽一羽の鳥の来歴や個性がわかり、誰と誰がつがいになり、どんな子供を残していくかなどがあきらかになることは、野外にでて研究を続ける研究者にとって、とても興味深く、楽しみなことなのである。

個体識別の方法

1. 鳥を捕獲せずに識別する

個体標識のためには鳥の捕獲が前提となるが、つかまえることが鳥に与えるマイナス効果も大きい。特に捕獲が困難な種や、個体数が少なく、万一の事故がその個体群に大きな影響を与える危険のある種の場合、手を触れずになんらかの方法で個体識別をしなくてはならない。こうした時、一羽一羽の特徴による個体識別ができればと、鳥の研究者なら思うはずである。対象とする鳥を捕獲せずに個体識別ができ、それで観察ができればもっともよいわけである。

私たち一人一人の顔が違うように、鳥を含めて高等な動物たちには個体差がある。たとえばニホンザルやチンパンジー、ゴリラなどのサル類は個体別の標識を用いなくても一頭一頭の顔つきや身体つきから、ある程度の時間をかければ個体の識別が可能である（ただしこれは成獣に限られ、幼獣では困難だという）。鳥では顔が羽毛に覆われていることや、成鳥になってしまつと変異が少ないこと、また少なくとも年1回の換羽があり、羽毛がすっかり抜け変わってしまうこともあって、哺乳類と比べこの方法はかなりむずかしい。大きな鳥ならできるかというところでもない。ただし斑紋の出方や顔つきなどに安定した変異があつて個体ごとの違いがはっきりしている種、換羽しても翌年同じパターンをあらわす種、そして強い定住性があつて、その地域からあまり動かないような種などでは限られた範囲でこの方法が可能だと思われる。

1). 身体の特徴による個体識別

斑紋などによって信頼できる個体識別のできる種は少ないが、フクロウ類は個体ごとにかなり異なる特徴を持つことが知られている。たとえばアオバズク *Ninox scutulata* では胸から腹にかけての斑紋に個体ごとにはっきりした違いがある（大庭 1981）。コミミズク *Asio flammeus* では個体の変異はよりはっきりしている。中川（1987）は4冬にわたつて45個体を色相（3タイプ）、顔盤の形（5タイプ）、眉（6タイプ）、額（6タイプ）、耳羽（羽角の有無+3タイプ）、耳部（3タイプ）というように、顔つきに関するいくつかの形質を使って個体識別した。中川はコミミズクでは翌年も識別した各個体（複数）がまた同じ場所に戻ってくることから、これらの形質は年を経ても個体識別に使える安定した形質であると考えている（中川、私信）。

サギ類では、繁殖期の前後に限れば、完全な生殖羽の個体から非繁殖個体まで、くちばしの色彩、足の色彩、目の回りの裸出部の色、飾り羽の有無などにかなり段階的な変化がみられるので、限られた集団について近距離から時間をかけて観察することができれば、個体識別は可能である。

ササゴイ *Butorides striatus* では、個体によって脚の色彩が黄色からピンクまでいくつかの段階で変化しており、対象とする個体数が少ない場合は、十分、個体識別の特徴として使えることがわかっている（樋口 1988）。藤岡・山岸（1981）はアマサギのコロニーで標識をつけずに個体の特徴から10つがいを個体識別している。しかし次に述べるコサギと比べて個体識別は大変困難である。眼先の裸出部や、くちばし、足の形と傷がポイントだが、アマ色の生殖羽は見る角度によってずいぶん違って見えるので、識別には使えないという（藤岡、私信）。採食地での識別はほとんど無理である。

より安定した形質としては、コサギの足の黄色い部分の範囲や模様が左右の足で、そして個体ごとにはっきり異なっていることが知られている。井上はコサギの成鳥をこの足の模様を基本に眼先の裸出部の形と色彩、羽冠の数と長さ、身体の高さ、傷の状態で識別した（井上 1980）。また一部の標識を施した個体の追跡から、足の黄色部の模様は少なくとも繁殖期間中は変わらないことがわかっている（藤岡、私信）。藤岡はまた、コロニーでサギたちが必ず巣の周囲へ戻ってくるということがわかっている場合は熟練した研究者なら100羽程度は個体識別が可能だが、採食地などではせいぜい10羽程度が、数カ月にわたる識別に耐える個体数だと述べている（藤岡、私信）。

ハクチョウ類ではくちばしの黄色と黒のパターンが個体識別に使える安定した形質で

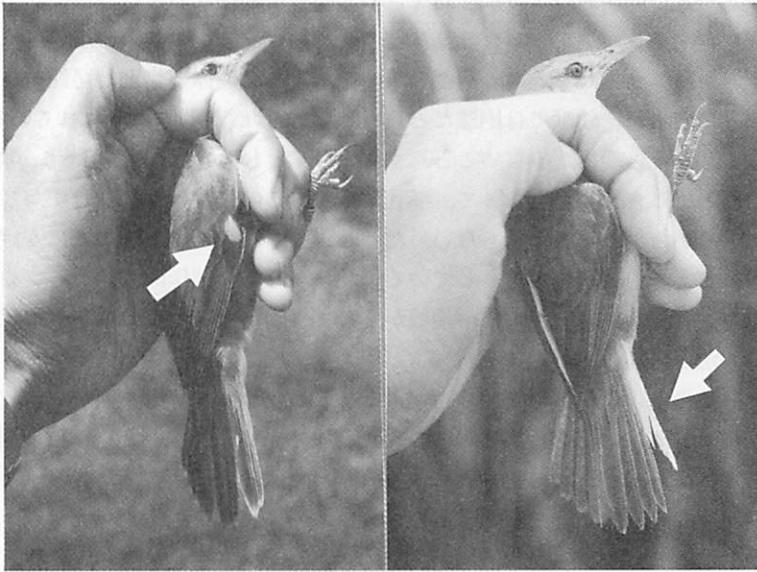


図4. オオヨシキリでは部分白化の個体が時々みられる。左のメスは雨覆いの一部が、右のメスは右最外側の尾羽が白化していた（上田恵介撮影）。

(Evans 1977), イギリスのスリムブリッジの水禽協会ではコハクチョウの1羽ずつの戸籍がつくられている (Scott 1970). 日本でも越冬に飛来するコハクチョウでこの部分をもちいての個体識別が行なわれ, 毎年, 同じ家族が越冬に来ているらしいことがわかっている (林 1982). 同様の方法はオオハクチョウ *Cygnus cygnus* でも可能である (菊池 1981). ただし当歳の幼鳥では黒い部分がまだ発達途中のため, 2冬目にならないと安定した形質としては使えない.

個体群中に様々な程度で部分白化が出現する種では, それが個体識別の有力なてがかりとなる場合がある. たとえばセグロセキレイ *Motacilla grandis* では頭と胸部を中心に部分白化をあらわす個体かなりの頻度で観察され, それによる個体識別が可能である (樋口・平野 1983). オオヨシキリでも体の様々な部位に部分白化をあらわす個体かなりの頻度でみられ (図4), 飛んだときに背面から観察するとそのパターンがよくみえることがある (上田, 未発表). こうした部分白化が安定した形質であるかどうかについてはまだ研究がない. これ以外の鳥でも白化個体が観察されることがあるが, その頻度は極めて低く, 白化発現の仕組みがセグロセキレイやオオヨシキリとは少し異なっているようである. いずれにせよ白化は個体群のすべての個体にあらわれるわけではないから, その識別の用途は限られるであろう.

2). 鳴き声による個体識別

私たち人間の声が一一人異なるように, 鳥でも声は一羽一羽で異なっている. たとえばカッコウ *Cuculus canorus* 中には「カッコウ」と鳴く個体以外に「カックウ」と鳴くものや, 「キャッコウ」と鳴く個体がいることが知られている (百瀬・中村 1984). アオバズクでは「ホーホー」と鳴く声が個体ごとに異なり, 人が耳で聞いてもわかる (大庭 1981). これはソナグラフで分析すれば, よりはっきりする (図5). 著者の一人が研究していたセッカの個体群では, 普通, 「ヒッヒッ, チャッチャッ」と鳴くところを, 「ヒッ

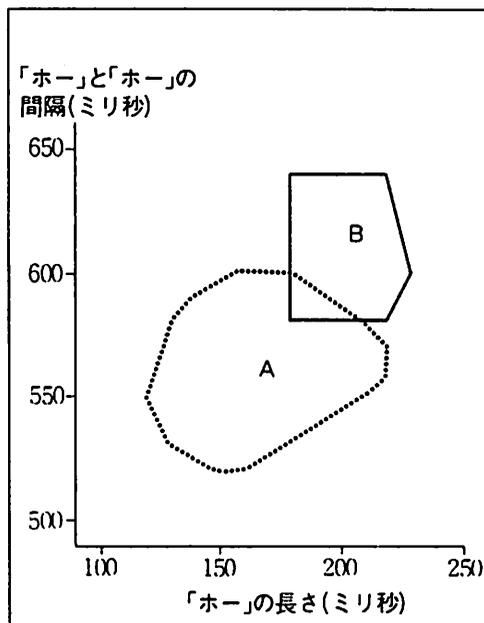


図5. アオバズクの声の「ホー」の部分の長さと、「ホー」と「ホー」の間隔は個体によって異なっている。この2つの変数をグラフに表すとA個体とB個体の声にはほとんど重なる部分がない(大庭 1981を改変)。

ヒッ」をまったく出せずに「チャッチャッ」しか出せないオスが4年間の調査期間中に2羽観察された(上田, 未発表)。キジ *Phasianus versicolor* では「ケンケン」と鳴く声 that 個体ごとに異なっていて, なれば繁殖期のオスについてはかなりの程度まで個体識別が可能だという(丸 1983)。

しかしこれはおそらく人間が耳で聞いて違いがわかるぐらい単純なさえずりを持つ種にのみ使える方法であろう。複雑なさえずりを持つ鳴禽類の場合, さえずりの個体変異は非常に大きい。たとえばホオジロでは1羽として同じさえずりをするものはいないことが知られている(山岸・明石 1981)。しかも各個体がそれぞれ膨大なレパートリーをもっていて, 一日のうちでもそれを使い分けるために, 観察者が声だけで個体識別するのはとうてい無理である。

どの鳥でも, かれら自身はおそらく声だけで互いに個体識別をおこなっているのであろうが, 人が耳で聞いて, ある個体群のすべての個体を識別することは無理なようだ。キジの場合もこの方法では23個体中11個体しか完全に個体識別できなかったという(丸 1983)。またこれらの声は繁殖期に出されるものであるから, 非繁殖期には使えない。この方法は他とはっきり異なる声の個体を追跡する場合とか, 他の手段も併用して行なうときに有効であろう。

今後とも種々の鳥について研究が進めば, 上に述べた例以外にも, 個体識別にもちいることのできる安定した形質がみつかると思われる。こうした個体変異にもとづいて個体識別を行ない, 個体標識と同じ程度の精度と情報量が得られている研究は今のところ, 少ないが, 新しい分野としてもっと開拓されてよいと思われる。ただし, あいまいな個体識別によって, 不正確な観察をしていたのでは意味がない。1個体ごとのカードをつくって,

変異のパターンを十分に記載し、それぞれを写真におさめておくとか、音声を個体識別にもちいたときは、できれば1個体ずつ録音し、論文を書く際にはソナグラムを添えるとか、いずれにせよ標識をもちいずに行なう個体識別の限界を十分認識し、第三者がみて客観的に判断できるデータをとるようにしたい。

2. 一時的な標識方法

永久的な標識法というそれなりの制約があるが、必要に応じてある一定の期間だけ個体識別ができればよいという場合がある。また足輪などによる半永久的な個体識別と併用してもちいれば、野外での観察精度を大幅に高めることができる。鳥に応じて、簡単な標識法がいろいろ工夫されているので紹介しよう。

1). 羽毛の着色

鳥の身体に着色した標識は、特にサギ類やカモメ類など白っぽい体色の鳥では、遠くからでもよく目立ち、場合によってはカラー足輪などよりも有効である。しかしこの方法の難点は鳥では少なくとも年1回は換羽があるので、それにともない、羽毛が脱落して識別できなくなることである。

染色液には種々のものがある。Taber & Cowan (1969) は鳥の羽毛を染めるための染色剤を表にまとめている(表1)。割合によくもちいられているのは黄色のピクリン酸で

表1. 鳥の羽毛の染色剤一覧 (Taber & Cowan 1969)

種類	染色剤	使用法	残存期間	文献
ガン・カモ	ピクリン酸飽和水溶液	下尾筒を染色	2~3週	Helm 1955
ハクガン	ローダミンB, マラカイト	翼や尾を溶液	3~6か月	Kozlikほか 1959
ヒメハクガン	グリーンアルコール溶液	につける		
キジ	マラカイトグリーン, ブリアントグリーン, ローダミンBなどを33%アルコール溶液に溶かす。	水鉄砲を使用	地上で2か月強 飛行時には 4~6か月	Wadkins 1948
ガン・カモ類	航空機用ドープ塗料	尾羽・風切の	飛行時約2か月	Sowls 1955
ナゲキバト	(白・赤・黄色)	一部。乾いてから放鳥		Swank 1952
キジオ ライチョウ	アニリン, 水・アルコール等量液に溶かす	リモコン式の スプレーで 吹き付ける		Moffit 1942
エリマキ ライチョウ	ローダミンB, メチルパイレット, ビクトリアグリーンなどの95%アルコール溶液	成鳥は尾をつける。ヒナは浅い鍋の上でころがすか、噴霧器でスプレー	8か月まで	Gullionほか 1961
ナゲキバト スズガモ	アニリンをアルコールと酢酸の水溶液に溶かす	着色して乾いてから放鳥	3か月以上	Winston 1954

あろう。福田 (1984c) はオナガガモ *Anas acuta* の胸の白い部分をピクリン酸で標識した例を報告している。ピクリン酸 (粉末) をアルコールで溶かして、鳥の体に塗るわけだが、アルコールが十分、蒸発して乾いてから鳥を放すようにする。染色後、数日間は蛍光のある黄緑色で、その後、次第に蛍光がなくなり、赤味が増してゆく。水鳥類では水につかる部分を中心に脱色するので、何回にもわけていねいに塗るようにする。また粘膜部や裸出部には液がつかないようにする。呉地 (1984) はガン類で下尾筒の白色の部分に着色を行なっているが、密集した群れの中でもよく見分けられるという。またマガンの白色の額部を、部位を変えて着色することになり、個体識別も可能であろうと述べている。他の鳥でも、たとえば腰の白い鳥なら、その部分を染め分けることで個体識別がしやすくなる。

直接に鳥の捕獲・染色ができない場合、鳥を捕らえずとも染色できる方法がある。なんらかの方法で染色液を鳥にかけることができればいいのである。たとえばキジ (Wadkins 1948) や南米のゴマダラシギダチョウ *Nothoprocta ornata* (Pearson & Pearson 1955) など地上性の中型の鳥の個体識別に、水鉄砲で染色液を飛ばす方法が使われている。この場合、相手までの距離に比較して、水鉄砲の射程距離が短いのでブラインドなどを利用して行なうとよい。Moffit (1942) はキジオライチョウ *Centrocercus urophasianus* の着色に散水器を改良したりリモコン式のスプレーを開発した。Bendell & Fowle (1950) は鷓卵にキシレンや四塩化炭素で溶いた印刷インキを入れて鳥 (キジオライチョウ) がとおるかかったら投げつけるという原始的 (!) な方法をもちいたり、アルミニウムや青銅の粉末を砂浴び場にまいたりして標識に成功している。カモメ類などでは、巣にある卵に色素粉をまぶしておき、それによって抱卵している親鳥の腹部に着色するという方法も使われている。哺乳類用にスプレーガンが開発されているというが、最近、セグロカモメ *Larus argentatus* でガスピストル (商品名 Nel-spotpaint gun) をもちいて染料の入った弾を飛ばし、近くの岩などで破裂させて標識に成功した例がある (Fitch & Shugart 1984)。戦争玩具としてピストルも弾も市販されているので、日本でも簡単に入手できるだろう。

上に述べた地上性の鳥以外にも、たとえばサギのコロニーなどで、木の上に小型の散水器を仕かけて、鳥が集まった時にリモコンで液をふりまくという、効率的な方法なども考えられるだろう (この場合、染色液は鳥や環境に無害なものでなければならない)。こうした方法では自分の思い通りの部位を染色することはできないが、染色液のかかったパターンが個体ごとに異なってくるだろうから、個体識別の用は十分に果たすことができる。

こうした染色液をもちいなくとも、市販の油性「マジックインキ」で着色、または字を書くという方法がある。昆虫などではよく使われているが (伊藤・村井 1977)、鳥では江口がカワガラス *Cinclus pallasii* にペイントマーカーを使った例 (江口 1984) があるぐらいで、あまりもちいられていない。しかし安価で手に入りやすということや、野外で持ち歩いてその場で手軽に着色できるという点で便利である。一般的な赤・青・黒以外に多種の色彩のものが販売されている。色によっては日射による変色・退色があり、本格的な染色液によるものよりは寿命が短いという欠点があるが、他の方法の補助としてもっと試みられてもよいと思う。江口のカワガラスではこのマークは目だつが1か月もたつと痕跡のみになり、色の判別がつかなくなるとのことである (江口 1984)。染色液を含め、これらの色素を使う際には事前に長期間、太陽にあて、または水にさらして、退色性のテスト

をしてから使うのが無難であろう。

キジ類など早成性の鳥のヒナは孵化するとすぐに散ってしまい、また足輪もつけにくいので(後述)、卵の中にいるときに標識するという方法が開発されている(Evans 1951)。それは殺菌注射器で色素を注入するという方法である。野外でもちいられた色素はFast Green FCF(黄緑)とPonceau SX(紅)で、これを0.01ml/2.4g(卵)の割合で孵化2~8日前の卵に注入する。もちろん卵にあけた小穴は殺菌し、ふさがなければならないが、この方法によって巣立ち後のヒナを野外で双眼鏡で23~32日、捕らえて検査すれば7週間も識別できるという。またテトラサイクリンをメスの体内に注入すると、卵が標識されるので、あとで産まれた卵に紫外線をあてて、どのメスが産んだ卵かを調べる方法も開発されている(Eadieほか 1987)。放射性同位元素を使った追跡法も外国では行なわれているが、日本では野外における使用が禁じられているので、ここでは述べない(伊藤・村井 1977に若干の紹介がある)。

2). 羽根を切り込む

哺乳類では個体識別のために毛の刈り込みが行なわれている(たとえば川道・川道 1978, 東・江口 1982)。鳥でも同様のことを、羽を切り込んで行なうことができる。チュウヒ *Circus aeruginosus* では巣立ち近いヒナの時期に尾羽の一部に切り込みを入れる方法で、巣立ち後少なくとも10か月までは追跡できることがわかっている(図6, 中川 1984)。もちろん成鳥に対しても有効である。飛翔中、旋回や方向転換時に尾羽を広げたときに、切り込みのパターンで個体識別ができる。この方法は着色しても飛翔中は逆光で色彩がよくわからないワシタカ類(や飛翔中に尾羽を全開してくれる種類)には特に有効だと思われる。

この方法では尾羽に切込みを入れるため、尾羽を全開したときにしか確認できないの難点である。また鳥が尾羽の全開状態を長時間保ってくれる保障はなく、瞬間的に判別しなければならぬため、複雑な切り込みができない(つまり識別できる個体数を多くすることができない)ことも問題である。換羽の季節には、自然換羽で尾羽が脱落している状態を切り込みしたものと誤ってしまうこともある。しかしよくみれば尾羽の脱落は切り込みが深くみえるので、注意すれば判別できる。巣の中にいるヒナにこの方法を施す場合、注意すべき点は、ヒナの尾羽が伸びている最中にカットするため、羽軸を残しておくということである(中川 1984)。

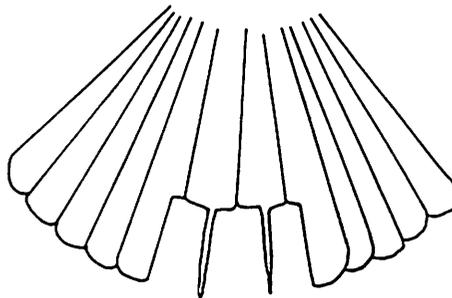


図6. 尾羽に個体識別用の切込みを入れた例(中川 1984から描く)。

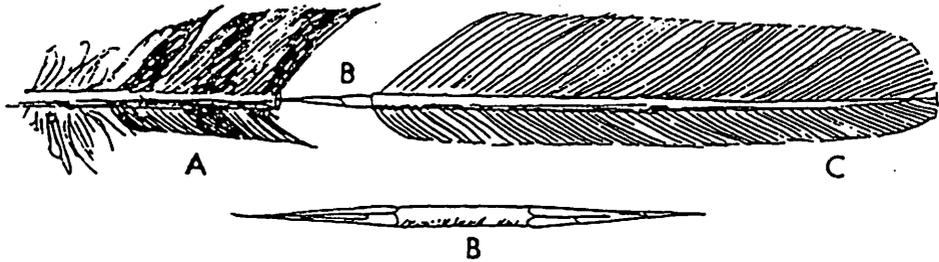


図7. 羽に異なった色彩の羽を差し込む方法. 対象個体の羽(A)を途中からカットし, 他の目だつ羽(C)を差し込む. この時, “つなぎ”(B)を用いて, 接着剤でしっかり固定する (Taber & Cowan 1969).

一部の羽を切り取って, かわりに異なる色彩の羽を差し込む方法もある (Taber & Cowan 1969). 鳥の風切羽や尾羽は中が空洞になっているので, 捕獲した鳥のこれらの羽の羽軸をカッターナイフなどで斜めに切り, そこに別の色の羽 (白い羽や染色した羽) を差し込み, 瞬間接着剤で接着する (図7). この時, 必ず2種の羽の間に“つなぎ”を入れて接着強度を高めておかねばならない. 中村 (1984) はハシボソガラス *Corvus corone* の尾羽の一枚をニトリの白い羽で差し替えることで, 個体識別に成功している. 色や差し込み部位を変えればいろいろな組合せができるが, 接着強度の問題もあるので, あまり多くの羽や飛翔時に力のかかる初列風切などの翼羽を交換することは避けた方がいいだろう. この方法もせいぜい換羽前までである.

3). 貼り付け法

あまり一般的な方法ではないが, 着色のしにくい種では別の方法を考えねばならない. たとえばカワガラスは全身が茶色で色がつけにくい, 橋口 (1981) は背中にアルミ箔をくり抜いた丸いシールを6通りの配列で, 透明のマニキュアをもちいて張り合わせ, 飛翔中の背中のパターン (ちょうど麻雀パイのように見える) で個体識別を行なった. のちに橋口は透明マニキュアを重ね塗りして作った丸いシールをペイントマーカーで着色し, さらにマニキュアで鳥の羽毛に接着するという方法をもちいた. カワガラスのように川面すれすれを低く飛ぶ鳥では, 上から背中をみることができるため, 非常にみやすいということである. 耐水性は充分あり, 6カ月ぐらい持つものもあるが, ぼらつきがあり, 早いものでは数日ではがれる場合もあったということである (橋口, 私信). 特に狭い場所に入りやすいような種では標識がこすれたり, ひっかかたりする危険を考えねばならない.

同じくカワガラスを研究している江口は, 1) 1×2 cmの反射テープをテグスで首から下げる, 2) 反射テープの丸いスポットを数個, 頭部に瞬間接着剤でくっつける方法をもちいて個体識別を行なった (江口 1984). しかし1)の方法はよく目だって飛翔時にも確認できるが, テープが後ろにまわったり, 脱落したりして1週間と持たない, 2)も1)ほど目だたず1週間も持たなかった.

カモ類などの水鳥では脚が水中に没していることが多いため, 足輪はあまりもちいられない. ガン・ハクチョウ類については後述する首輪がよくもちいられているが, カモ類では頭や背中に小さなプラスチック片を, 接着剤ではりつける方法も一般的である. これら以外にも, 鳥と用途によって様々な方法が工夫できると思うので, 試みて欲しい.

4). ラジオテレメトリー

多くの個体を識別するには不向きだが、1羽ないし数羽の鳥を個体識別して、昼夜を問わず追跡するといった目的にはラジオ・テレメトリーという方法がある。これは鳥に小さな電波発信機を背負わせ、何地点かで電波を受信して、その個体がどこへ行ったかを調べる方法である。また鳥の活動状態によって電波の強度が変化することを利用して、鳥の活動性を調べることもできる。受信機は市販のものでよいが、発信装置は自作せねばならない。詳しくは中村(1987)やKenward(1987)を参照されたい。

3. 半永久的な方法

鳥は昆虫などと違って寿命が長く、同じ個体を何年も続けて観察することができる。しかも多くの鳥は繁殖地に対する定住性も強く、翌年のシーズンにも戻ってくることが多い。標識をつけた個体を何年にもわたって追跡・観察することができれば生態学的、社会学的に貴重なデータを集めることができる。ここでは、つけると数年以上、時にはその個体の寿命いっぱいまで有効な、半永久的な個体標識の方法について述べる。

1). 番号入り金属足輪

鳥の個体識別法でもっとも古くから行なわれているのは、鳥の足に金属の番号入りの足輪をつけることであろう。鳥類への足輪標識は19世紀の終わりにデンマークの鳥学者モルテンセンによって始められ、その有効性が認められて、またたく間に世界に広がった(Spencer 1985)。現在、世界各国で標識調査として行なわれているのはこの方法である。日本でも1924年から行なわれ、現在では山階鳥類研究所に引き継がれて年々発展し、1987年には10万羽もの鳥に足輪標識がつけられている。

この方法によって鳥の渡りや移動・分散、長命、繁殖地への帰還率など個体群生態学的なデータが集められ、鳥学の発展が促された。番号入り足輪の装置は確かに半永久的な個体識別ではあるが、直接手に取って足輪番号を確認しない限り個体の見分けはつかないので、野外での直接観察によるデータの集積が必要とされる研究にはこれだけでは不向きである。しかし金属足輪は次に述べる色足輪と組み合わせて使うことにより、大きな効果を発揮する。

装着法、使用の注意などについては、バンダーになったときに給付されるマニュアル(山階鳥類研究所 1986)に詳しいのでここでは省略する。

2). 色足輪

野外の鳥の個体識別法としてもっとも普及しているのは、色足輪をつける方法であろう。小鳥屋で売られているカナリヤ用の足輪などは、非退色性、耐久性とも問題にならないほど低いので、少なくとも野外で何年かにわたって研究をしようとするときは使うべきではない。そこで野外での厳しい条件に耐える足輪を探さねばならないわけだが、日本には飼鳥以外の鳥の足輪を専門に制作、販売している業者はない。現在、世界の多くの鳥類研究者が愛用しているのは、イギリスのA. C. Hughes社製の色足輪である(注1)。以下、このA. C. Hughes社の足輪を基本に装着法や組み合わせについて述べる。

a). 足輪の種類と鳥の扱い方

足輪には完全に閉じたタイプ(closed)と押し広げることができるタイプ(split)があるが、A. C. Hughes社で扱っているプラスチック足輪はすべてsplitタイプで、鳥の足に専用のヘラで押し広げてつける(図8)。



図8. プラスチックの色足輪 (split type) を鳥の足につけるときは、図のように専用のヘラ（購入時につけてくれる）の先に突っ込み、少し押し広げて鳥の足につけ、そっとヘラだけ引き抜く。

初めて鳥をつかんで作業するのは不安なものだが、コツさえ覚えればそうむずかしいものではない。コツは要するに強過ぎず、弱過ぎず、しっかりと握るといことである。強く握りすぎて胸部を圧迫したりすると、小鳥はあっけないほど簡単に死んでしまうので注意が必要である。反対に力をゆるめると一瞬のスキをついて逃げられることがある（スズメなどは逃げるのがうまい）。また下手な持ち方だと暴れられて、小鳥では足を骨折したりすることがある。鳥の持ち方についての詳しい点は山階鳥類研究所の標識マニュアル（山階鳥類研究所 1986）を参照されたい。

一つだけ注意しておく、鳥を手を持った時、頭を下にすると、野外でとまっているのと足輪の順序が上下、逆になってしまう。このため色足輪の順序を逆にしてしまう、また逆に記録してしまうという間違いが起りやすい。複数の色足輪をつける際には、常に一定の向きで鳥を持ち、一定の順番で足輪をつけることを習慣化することが大切である。

日本産鳥類の代表的な何種かについて、足輪の大きさを表2に示した。山階鳥類研究所の標識マニュアルによる足輪装着についての注意は、「足輪を閉じたときに附臍を締め付けず、足のまわりを自由に回転し、上下するもので、かつ必要以上に大きすぎないもの」となっている。つまりきつ過ぎず、ゆるすぎずにつけるということである。小さすぎる足輪は足の血行を悪くして壊死などの障害を起こす。また大きすぎる足輪はすぐ抜けてしまうし、上にあがってしまってみえなくなったり、ものに引っかかってしまう可能性もある。これは当然、プラスチック足輪にもあてはまる。

b). 組み合わせと個数

色足輪で何通りぐらいの個体識別ができるだろうか。現在、A. C. Hughes 社の色足輪は単色12種類、細い2色の縞模様タイプ11種類、太い縞模様タイプ66種類の計89種が販売されている（表3、4）。細い縞模様は2色の細い縞が数本ずつ入っているもので、太い縞模様は1個の足輪の上下で色が異なるものである。これらすべての色足輪をもちいると、膨大な数の組み合わせが可能になる。しかしこれだけ多くの組み合わせが果して必要かというところではない。縞模様はみにくいので、もちいずにすませるならその方がよい。識別しなければならぬ個体が大体100羽以内ぐらいなら、単色の足輪（と金属足輪）だけを使って片方に2個（両足で4個）ぐらいが良い。10色用いれば、片方の足の2個だけで $10 \times 10 = 100$ 通りの組み合わせができる。研究者が一人で数年にわたって小鳥の個体群を追跡する場合でも、1000羽程度が個体識別できればよいと思われる。この場合も単色3個、各10色で1000羽の識別が可能である。

多くのスズメ目の小鳥では2個または3個の足輪をつけることが可能である。セッカなどの小さな鳥でも、片方の足に優に3個はつけることができる。重い金属足輪を何個もつけるのでない限り、足輪の個数には重さによる制限はないので、たくさんつけられれば、

表2. 足輪の大きさ

	A. C. Hughes社製		環境庁リング
	アルミリング	カラーリング	
キクイタダキ・キバシリなど	A	XF	0 1
エナガ・セッカなど	B	"	0 1~0 2
ヒガラ・ツリスガラなど	C	"	0 2
オオジュリン・ホオジロなど	D	XCS	0 2
ウソ・ヤマガラ・ホオアカなど	E	"	0 2~0 3
スズメ・ヒバリ・オオヨシキリなど	F	XCL	0 3
モズ・ツグミなど	J	"	0 4
ヒヨドリ・アカハラなど	K	XB	0 4~0 5
ムクドリ・オナガなど	L	"	0 5
カケス・トラツグミなど	M	X3	0 6
ダイゼン・アオアシシギなど	N	1FB	0 6~0 7
ヤマセミ・ツツドリなど	P	"	0 7
カササギ・キジバトなど	R	"	0 8
カラスバト・ヤマドリなど	S	2BF	0 9
コミミズク・ホシハジロなど	U		0 9~1 0
ノスリ・ハヤブサなど	W		1 0
カルガモ・オオタカなど	X		1 1
カツオドリ・アオサギなど			1 2
アホウドリ・ナベヅル・クマタカなど			1 3
イヌワシ・オオハクチョウなど			1 4

表3. A. C. Hughes社から販売されているカラーリングの種類

単色

赤, 黄, 黄緑, 緑, 空色, 青, オレンジ, 藤色, 赤紫色, ピンク, 黒,
白 計12色

細いストライプ

白/黄緑, 白/青, 白/赤, 白/黒, 黒/赤紫, 黒/緑, 赤/オレンジ,
ピンク/青, 黄/青, 緑/ピンク, 黄緑/緑 計11色

太いストライプ

赤/白, 赤/黄, 赤/黄緑, 赤/空色, 赤/青, 赤/藤色, 赤/ピンク,
赤/緑, 赤/クリーム, 白/黄緑, 白/空色, 白/青, 白/藤色,
白/赤紫, 白/黒, 白/緑, 黄/黄緑, 黄/空色, 黄/青,
黄/オレンジ, 黄/藤色, 黄/赤紫, 黄/ピンク, 黄/黒, 黄/緑,
黄緑/空色, 黄緑/青, 黄緑/藤色, 黄緑/オレンジ, 黄緑/赤紫,
黄緑/ピンク, 黄緑/緑, 黄緑/茶色, 空色/青, 空色/オレンジ,
空色/藤色, 空色/ピンク, 空色/緑, 空色/赤紫, 青/オレンジ,
青/藤色, 青/赤紫, 青/ピンク, 青/黒, 青/緑, 青/クリーム,
オレンジ/藤色, オレンジ/赤紫, オレンジ/緑, オレンジ/赤,
オレンジ/白, オレンジ/茶色, 藤色/赤紫, 藤色/黒, 藤色/緑,
赤紫/ピンク, 赤紫/黒, 赤紫/緑, ピンク/黒, ピンク/緑,
ピンク/白, ピンク/藤色, 黒/緑, 黒/オレンジ, 黒/赤, 黒/空色
計66色

表4. A. C. Hughes社のリングの価格
(単位はポンド, 1986年現在)

種 類	10個	50個	100個
セルロイド製 (split)	£	£	£
単色 (番号なし)	0.59	2.63	4.68
(100番まで)	1.18	5.62	10.64
(100番以上)	1.30	6.18	11.20
ストライプ (x 3まで)	1.29	6.14	11.63

アルミニウム製 (closed)			
色なし	0.82	3.88	7.35
色つき	1.21	5.73	10.86

アルミリングには年とサイズ番号, 注文に応じて連続番号とイニシャルが刻印されます。
ただし環境片リングと違って, はじめから閉じた形式です。

組み合わせ数も豊富になって, 研究者には都合がよい。ただし, 多くなると組み合わせが複雑になるので, 野外で一瞬で個体を見分けようとするのなら, あまり数は多くしないほうがよい。

Lack (1965) は単色の色足輪を6種類, 2色の縞模様の足輪を6種類もちい, ロビンの片方の足に色足輪を2個, もう一方に金属足輪をはめた。多くのスズメ目の鳥でつけられている例では片方に2から3個が普通であるが, 鳥の研究者, またその目的とするものによって変わってくる (表5)。しかし鳥の習性や状況によっては左右どちらかの足しか観察できない時がある。山岸 (私信) によると, そうした時は左右の足輪の組み合わせを同じにしておくのがよいという (片方に金属足輪を入れると, まったく同じにはできないか)。ただしこうなると組み合わせの数が少なくなってしまうので, できれば片方に3個ぐらいを使用したほうがいだろう。

c). みにくい組み合わせ

組み合わせによっては, 判別に困るものもあるし, 他の組み合わせのものと混同しやす

表5. 日本の鳥で色足輪がつけられたいくつかの例。

	左足	右足	研究者
ホオジロ	色足輪3個	色足輪2個+金属足輪	山岸哲
モズ	色足輪3個	色足輪2個+金属足輪	山岸哲
ヤマガラ	色足輪1個+金属足輪	色足輪2個	樋口広芳
セッカ (成鳥)	色足輪3個	色足輪3個+金属足輪	上田恵介
セッカ (ヒナ)	色足輪2個	色足輪2個+金属足輪	上田恵介
オオヨシキリ	色足輪3個	色足輪3個+金属足輪	浦野栄一郎
イワヒバリ	色足輪2~3個	色足輪2~3個+金属足輪	中村雅彦
カワガラス	色足輪3個	色足輪3個	江口和洋
ウグイス	色足輪1個+金属足輪	色足輪2個	百瀬浩
セグロセキレイ	色足輪2個	色足輪1個+金属足輪	大迫義人
ツバメ (ヒナ)	色足輪1個	金属足輪	上田恵介

いものもある。したがって、すべての色の組み合わせを忠実に実行するのは現実的ではない。たとえば遠く離れたり、朝夕の暗い光線のもとでは、青と緑はほとんど黒にみえてしまう。黄色とピンク、ときにオレンジも光の加減で区別がつかない時がある。白とクリームも要注意である。また瞬間的にしかみえない時など、錯覚で2種類の色が混じってみえることがある。特に縞模様の足輪を組み合わせて使うと、非常にみにくい。赤と黄色の縞模様の足輪がオレンジの単色リングにみえたり、青と黄色で緑にみえたりするのがこれである。もちろん観察者の視力やその時の体調によっても見え方が異なるが、色彩の組み合わせを選ぶときにはどんな条件のもとでも簡単に見分けられる組み合わせになるよう、十分に注意したい。

オオヨシキリを研究している浦野栄一郎によると、青は他の色彩に比べて退色が激しく、黄色やピンク（もちろんクリームも）も翌年には区別がつきにくくなるという（浦野、私信）。またオオヨシキリでもちいられたXCLの白は他の色彩のものと比べて、脱落しやすいのではないかと浦野は述べている。同じ材質のプラスチックでも、着色する色素によって、強度が変わることは十分考えられる。A. C. Hughes社の色足輪といえども万能ではないのだから、過信しないことが大切である。

隣りあう個体がいる場合は、なるべく違った色調の足輪をつけるのが望ましい。それは近くにいる個体どうしでは、接触も頻繁で、そんな時によく似た色の足輪をつけていたのではどちらがどちらかわからなくなるからである。だから上に述べた混同しやすい色彩はなるべく離れた個体にもちいることをおすすめする。またオスとメスで形態や行動がまったく違って一目で性別がわかる種の場合、オスとメスで組み合わせの重複があっても見間違ふ心配はないので、組み合わせの種類数を節約することができる。

著者の一人は、セッカで次のようなシステムで足輪つけを行なった（表6）。成鳥には左足に色足輪3個、右足に色足輪3個と環境庁の金属足輪1個の計7個の足輪をつけ、巢内のヒナまたは幼鳥には右足に色足輪2個、左足に色足輪2個と環境庁の金属足輪1個をつけた。この時、オスにつける6個の色足輪は同色、メスにつける足輪のうち左右の最上段はオスの色と同色、残り4個は別の同色の単色リングにした。またヒナには上の段がオスと同色、残り2個を別の色にした。そして左からみても右からみても判別可能なように左右は同じ組み合わせとした。

セッカは一夫多妻の鳥なので、1羽のオスに何羽かのメスがつかうことになる。そこで、

表6. セッカのリング装着システム（例）。上が右足、下が左足。メス1、2はこのオスの配偶者。ヒナ11、12はメス1の子、ヒナ21、22はメス2の子。オスの色（青）をこのなわばりのファミリー色にした。

オス：青-青-青 青-青-青-アルミ	メス1：青-赤-赤 青-赤-赤-アルミ	メス2：青-黄-黄 青-黄-黄-アルミ
	ヒナ11：青-黄 青-黄-アルミ	ヒナ21：青-緑 青-緑-アルミ
	ヒナ12：青-白 青-白-アルミ	ヒナ22：青-黒 青-黒-アルミ
	⋮	⋮

どのオスとつがったメスカがわかるようにメスの足輪の最上段には必ずオスの色を入れるようにした。それが“ファミリー色”というわけである。しかしセッカではメスはほとんどが1回目の繁殖をすませると別のオスのところへ行ってしまうので、このシステムはあまり意味がなかった（帰還率が高いとさらに混じってしまって無意味になる）。ただそのメスが前にどのオスと繁殖したかが観察中にわかる点がよかった。

d). ヒナへの足輪付け

ヒナへの足輪付けにさいして大切なのは、標識する時期である。孵化後間もないと、ヒナが小さすぎて、足（跗蹠）も短いし、成鳥用の足輪をつけても抜けてしまい、そうかといって小さなのを付けると成鳥になって足が太くなったときに障害がでる。またヒナが大きくなってくると一時的には親鳥の足より太くなることが多く、大きすぎる足輪をつけてしまう危険もある。さらに大きくなって巣立ちが近くなると、巣をいじった途端にヒナが巣を飛び出してしまい、巣立ちを強制的に早めてヒナの死亡をまねくこともある。キセキレイの例では親が巣に戻ったときに、足輪に気づいた親鳥が足輪を引っ張り出して巢外に捨てようとするのがあったという（長谷川 1988）。もちろん放っておくと足輪だけ捨てることはできないからヒナまでも巢外に放りだされてしまうことになる。

ヒナがある程度大きくなり、夜間親が、巣にとどまらなくなる時期が足輪をつける一つの目安だと思われる。著者の一人が研究したセッカでは、孵化後1週間目ぐらいが適当であるが、孵化に2~3日のズレがあるので、最初のヒナの孵化後1週間目ではまだ小さすぎるヒナもあった。しかし何回も巣に通って、ヒナをいじる悪影響を考えて、小さいヒナにも多少無理をして足輪をつけた。温帯のスズメ目の小鳥では孵化後約1週間目を目安にすればよいだろう。

扱う個体数が多く、足輪の組み合わせが限られているときに、巣内のヒナに足輪をつけるのに迷うことがある。それはヒナは無事に巣だっても死亡率も高いし、翌春に戻ってくる個体はほんの1割に満たないことも多いからである。こんな時、ヒナに親と同じ数の足輪をつけるのは“もったいない”。足輪の費用（表4、単色で1個約15円、縞模様で1個約30円）のことでなく、一度使った組み合わせはその個体が死ぬまでもう使えないので（巣立ちまでに捕食されたことがはっきりすれば使える）、観察中の成鳥につける足輪の組み合わせが限られてくるからである。そんな時は成鳥で使わなかった“ちょっとみにくい”組み合わせを使っておくのもいいだろうし、もし戻ってきた個体が確実に再捕獲できるのなら、環境庁の番号足輪だけ、またはある巣から巣だった一腹のヒナの1羽であることだけがわかる「巣識別」足輪でもよいかも知れない。浦野はオオヨシキリの1巣分のヒナに対し、右足に金属足輪と太い縞模様の足輪を各1個、左足に単色リングを1または2個をつけ、太い縞模様を同腹のヒナでは共通にし、左足の色を1羽ずつ違えて個体識別を行ない、成鳥用の組み合わせの浪費を押さえた。そして翌年、帰還したヒナについてはなるべく再捕獲するようにして、成鳥用の足輪システムにつけかえを行なった（浦野、私信）。また斎藤はムクドリで、ヒナには金属足輪だけを付け、再捕獲したときにもう一方の足に色足輪を3個付けている（斎藤、私信）。

シギ・チドリ、キジ、カモ類などの早成性の鳥のヒナは別の意味で足輪のつけにくいものの代表であろう。それはこれらの鳥ではヒナは孵化するとすぐに巣を離れてしまうからである。運よく巣立ちの場面に立ち合ったとしても、この時期のヒナは小さすぎて、つけ

でもすぐ抜けてしまうので、成鳥用の足輪はつけられない。とりあえず染色などで一時的な個体識別（前項及び肩タグの項参照）をしておいて、ある程度ヒナが大きくなってから捕獲、再標識する方法がよいだろう。

e). 足輪に向いていない種

ツバメ類やアマツバメ類やカワセミ類など、極端に足が短い鳥では、足輪は普通1個しかつけられない。もし片方に環境庁の金属足輪をつけるなら、もう片方の足には一通り（それもなるべく幅の狭いもの）しかつけられなくなり、足輪の色の種類数の個体しか識別できなくなる（金属足輪と色足輪を左右入れ換えてつければ2倍の個体数が可能である。ただし環境庁の標識調査では金属足輪は足輪の重複の危険を避けるため、右足につけるよう指導が行なわれている）。ゆえに個体識別できる数も限られてしまう。しかしもともとツバメ類、アマツバメ類は色足輪をつけても、腹に隠れてしまって、野外ではほとんどみることができない。こうしたこともあって、これらの鳥は色足輪で個体識別するには向いていない。大阪市大の堀田昌伸はヒメアマツバメ *Apus affinis* で、プラスチックシールを腰の白い部分に貼りつける方法をもちいている（堀田、私信）。

f). 整理の仕方

調査が進み、足輪をつけた数が100羽、200羽と増えていくと、はたしてどんな組み合わせを使ったかどうかがわからなくなってしまうことがある。別々の鳥に同じ組み合わせの足輪をつけてしまわないように、必ず記録（戸籍）カードをつくるべきである。1羽につき1枚ずつのカードをつくって持ち歩いてもよいが、せいぜい数十羽までで、数百羽となるともうその都度チェックするのがお手上げになってしまう（ページを色の順番にしておくとしりやすいが）。著者の一人は最上段の色（ファミリー色）ごとに集計用紙1枚に記入したものを、常に持ち歩いて、新しくつける時にはそれを参考に重複のないようにつけた。また翌日つける個体が決まっているときは前日に集計表をチェックし、フィールドノートにつけるべき組み合わせを書いてフィールドに出かけた。

大迫（私信）はセグロセキレイで左足2個、右足1個プラス金属足輪というシステムで次のような合理的な足輪つけを行なった。彼は10色の単色リングをもちい、各色に0～9までの数字を当てはめ、3個で3桁（000～999）の数字をつくった。そしてその数字を環境庁の金属足輪の下3桁の数字と対応させて、各個体に装着した。これだと金属足輪の数字に合わせてつけていだけだから、組み合わせの重複に悩むことはない。ただみにくい色の組み合わせができてしまう点が難点である。

このようにいろいろな方法があるが、表7のように最初から計画的に、集計用紙の縦横にあらかじめ色の組み合わせを書き込んでおき（色を塗っておくと間違いが少ない）、足輪をつけるごとにその空欄に必要事項を記入していくのがもっとも便利で安全な方法であろう。

個体ごとに得られた情報のうち、基本的に重要なことがら、たとえば生年月日、性別、出生場所、定着場所、つがいの相手などは、記録カードに記入しておくことよい。またこうした情報をコンピューターにデータベース化しておくこと、あとで分析するさいにとっても便利である。

g). 足輪の自作

色足輪は自作することも可能である。古くはナイス女史がセルロイドなどを切って曲げ

表 7. 足輪の整理の仕方 2 例

例 1.

左 足		右 足		
上	下	赤 (R)	ピンク (P)	青 (B)
赤 (R)	赤 (R)	(1)		
	ピンク (P)			
	青 (B)		(2)	
	空色 (S)			
	黄 (Y)			
	黄緑 (K)			
	緑 (G)			(3)
ピ ン ク (P)	白 (W)		(4)	
	赤 (R)			
	ピンク (P)			
	青 (B)			
	・			
	・			
	・			

注：実際には、文字でなく色そのもので該当部分を塗り分けておく。
この組合せ表によれば、たとえば (1) の足輪は R-RR, (2) は P-RB, (3) は B-RG, (4) は P-RW という組合せを示すことになる。

例 2.

右足	左足	個体名	記入事項
赤	赤-赤	R-RR	
ピンク	赤-赤	P-RR	
青	赤-赤	B-RR	
空色	赤-赤	L-RR	
・	・	・	
・	・	・	
・	・	・	

た自家製の足輪をウタズズメにはめている (Nice 1937)。上野動物園の不忍池のカワウ *Phalacrocorax carbo* では、ビニール被覆銅線を何本か組み合わせた足輪が耐久性もよく、うまくいっている (福田 1984a)。一方、塩化ビニールの薄板を曲げて作ったものは、製作が簡単で、一部の色を除いて退色も少なかったが、次第にもろくなり、1年を過ぎた頃から次々と脱落しはじめ、数年の内にはほとんどが消失してしまったという (福田 1984b)。塩化ビニールは低温下で強度が落ち、衝撃が加わると簡単に割れてしまう。カワウでは寒いときに岩などにぶつけた衝撃で欠けることが多いという (福田 1988)。長期にわたる研究の場合、足輪の色が退色しないことと、耐久性が問題となるので、安易に自作は

しないほうがよい。

3). 番号入り足輪または首輪

野外でいくつもの色足輪の組み合わせを瞬時に判別するのはなかなか困難である。大型の鳥でしかもちいることができないが、双眼鏡や望遠鏡で一目みてわかり、効率よく識別できるという点では番号入り足（首）輪がよい。

番号入りの色足（首）輪をつくるには、材料として2層プラスチック板をもちいる。このプラスチック板は以前はアメリカの Almac 社製のものがよくもちいられていたが、現在は入手困難であるという。現在、各地の研究者がよくもちいているのは商品名 Gravoply というプラスチック板で、2層と3層が市販されている（表7）。Metallex には金銀のメタル調の2層プラスチックもある。これ以外にも 2 plex という種類があり、すべて国内の貿易会社を通じて入手できる（注2）。

この板を鳥にに応じた大きさに切り、番号を彫り込んで加熱し、丸く曲げればよい。ただし加熱によってプラスチック板が多少収縮するので、それを考慮に入れて初めの大きさを決める必要がある。番号の彫り込みは自分でできないこともないが、専門の加工業者に頼んだほうがよい（注3）。アホウドリ *Diomedea albatrus* 用の足輪では彫り込みと曲げまでの加工単価は250円程度であるというが（長谷川 1984）、ユリカモメ *Larus ridibundus* 用の足輪の場合、いったん文字（印刷でいう活字のようなもの）がつけられてしまえば、プラスチック板の切断と刻印の単価は1枚20円程度であるという（須川 1984）。

アホウドリの標識にもちいられた例では、3桁のアラビア数字を2か所に彫り込んでいる（長谷川 1984）。ユリカモメの足輪では、アルファベットと番号を縦に3方向からわかるように刻印されている（須川 1984）。2か所以上に彫るとどちらの方向からも判読できる点が便利であるが、足輪の強度の低下や、加工費が高くなることを考慮に入れねばならない。また数字は一通りにしか読めない組み合わせにするとか、アホウドリで試みられているように（長谷川、私信）、字体を工夫して数字の一部しかみえなくとも判読可能なようにしたほうがよい。足輪装着の際には、スナッピングプライヤーでリングを広げて装着し、できれば接着剤で固めることが望ましい。

首輪はガン、ハクチョウなどにつけられて成果をあげている。環境庁の標識調査の一環として行なわれているガン類の個体標識では、1981年からヒシクイに黄色、マガンに青色の、また1984年からは「雁を保護する会」と全ソ狩猟業研究所カムチャッカ支部との共同調査として、ヒシクイとオオヒシクイにオレンジ色と赤色と白色の、3桁の番号が彫り込まれた首輪（図9）と足輪がつけられている（呉地 1984, 1988）。この首輪は野外でもよく目立ち、望遠鏡をもちいれば300m以上離れていても読み取ることは可能である。プラスチック板の色と彫り込む字の色を変えれば（表8）、個体数がかかなり多くなっても個体識別が可能である。

ただし鳥の種類によっては首輪をつけた場合、その行動に影響が出ることがあるので注意しなければならない。サギやウなど大きな魚を丸のみにするような鳥では首輪が採食の障害になる。また首を延ばして頻繁に発声する習性をもつような鳥にも首輪はすすめられない。さらに危険なのは鳥がつけられた首輪をはずそうと、くちばしを首と首輪のすきまに突っ込むことがあることである。この場合、鳥の下嘴が首輪にはさまってしまって、抜けなくなることがあるという。こうしたことを考えると、首輪はガンやハクチョウ以外で

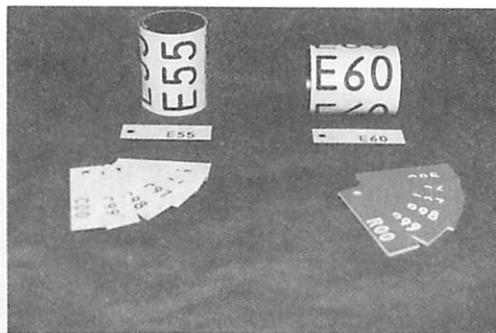


図9. ガン類につけるプラスチック首輪. 手前は「雁の里親」用プレート（呉地正行氏のご好意による）.

表8. 足（首）輪用プラスチックの色彩（表面色／字の色）

商品名	Gravoply	Metallex	2 plex
	白／黒	銀／黒	白／黒
	白／赤	輝銀／黒	黒／白
	黒／白	金／黒	黄／黒
	青／白	輝金／黒	緑／白
	緑／白		赤／白
	赤／白		青／白
	黄／黒		

3種とも2層のものには厚さ0.7, 1.6, 2.3mmのものがあり, Gravoplyと2 plexには3層(3.2mm)がある. ただし0.7mmと2 plexは受注生産(瑞穂商事のパンフによる).

は使用範囲がかなり限られてくる. またガン類でも, 首輪の合わせ目に氷がつき, それが大きくなると首が回らなくなる危険があることがアメリカの研究者から指摘されている. これを防ぐには合わせ目をなめらかにして, 氷がつきにくくする必要があるという(呉地, 私信). 寒冷地での標識に関しては, 先のプラスチック足輪の強度の問題ともあわせ, いくつか考えねばならない問題がある.

4). 肩タグ

足（首）輪以外の半永久的な個体識別の方法には肩タグがある. 肩タグでは何色かの色の組み合わせをつくることはもちろん, 数字や記号を記入することもできる. 肩タグはペンギンやキジなど大型の鳥でよくもちいられ, カッコウの研究で有名なワイリィもカッコウに番号入りの肩タグを装着している(Wyllie 1981). 最近ではアカゲラ *Dendrocopos major* やオナガなど中型の鳥でも試みられている. たとえば石田(1984)によるアカゲラへの肩タグ装着では, プラスチック・テープ(19mm幅)とダイモ(DYMO)テープ(6mm幅)を組み合わせ, 水糸で肩に結びつける方法をとっている(図10). そのやり方はプラスチック・テープとダイモテープを適当な長さ(アカゲラでは約3cm)に切り, 接着面同士を貼り合わせて角を取る. ふちを瞬間接着剤で補強し, 端に小穴を4個あけ, 水糸を2本縦に通す. そして水糸を肩にまわして少し緩めにしぼり, 結び目を瞬間接着剤

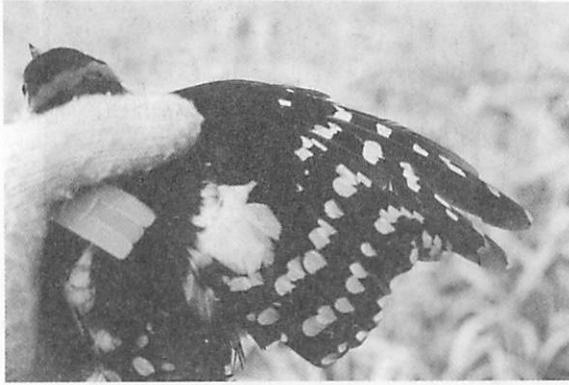


図10. アカゲラにつけられた肩タグ（石田健氏のご好意による）。

で補強して、糸の余分な部分を切り捨てる。装着後1年までは、ダイモテープの色落ちはなく、繁殖活動や飛翔、その他の行動に支障はみられなかったが、1年2か月目にはずれて落ちている。水系は丈夫だが1年ぐらいではつれてくるため、長持ちさせようとする水系による取り付け方では不十分だという（石田、私信）。

長野でオナガを研究した山岸哲、米田重玄、藤岡正博（私信）は市販のビニールテープの接着面を貼り合せて簡単な肩タグをつくり、オナガの個体識別に成功している。材料はビニールテープ（伸びるタイプ）、糸、耐水耐光性のペイントマーカー、それと瞬間接着剤のみである。糸をはさんでビニールテープを二つ折りにし、必要ならば面取りをして、ペイントマーカーで字を書けば完成である。装着はテープが上にくるようにしながら糸を翼の付け根にまわしてくり、接着剤でくりめをとめる。このくり加減が微妙でむずかしい。ビニールテープ、マーカーとも数年は変色しない。うまくくれば2年以上の寿命があるが、弱すぎると回転して、タグが翼の下にまわって見えなくなってしまうことがあるという。ただし翼は鳥の飛翔にとって重要な部分なので、縛り方が強過ぎたり、タグが大き過ぎたりすると鳥にとって悪影響が出ることを考えねばならない。ドングリキツキではプラスチック片を翼に取り付けた若鳥の生存率が若干低いことが報告されている（Koenig & Mumme 1987）ので、取り付けにはくれぐれも慎重を期したい。

肩タグではないが、カワガラスを研究している江口は、 1×2 cmの反射テープをテグスで首から下げる方法もちいて個体識別を行なった（江口 1984）。この方法はよく目だって飛翔時にも確認できるが、1週間と持たないという。またガン・カモ類など、みずかきのある鳥のヒナを個体識別するときに使われる方法に、みずかきに穴をあけてタグをつける方法がある。これは普通、これら早成性の鳥のヒナが小さいときには成鳥につける足輪は大きすぎてつけることができないために、一時的にもちいられる方法である。泥が付着して汚れたり、水中に入ってしまうとみえないなどの点で、あくまでも長期の野外観察の用途にもちいられるのではなく、再捕獲を前提とした一時的なものと考えるべきである。

5). 夜行性の鳥での反射テープの利用

では夜行性の鳥の場合はどうだろう。夜の識別はけっして困難ではなく、やり方次第ではかなりの確な個体識別ができる方法がある。それは色のついた反射テープを利用する方法である。夜間、反射テープが光をどんな風に反射するかについては、我々の日常生活に

おいてすでに自転車や道路標識、夜間工事のジャケットなどにもちいられているのでご存じだろう。反射テープの色彩は夜はもちろん、昼間もみえるという点が便利である。色は白、黄、赤、青、緑の5色が市販されている。

実際に反射テープが使われた例として、アオバズクでアルミニウム足輪の上に3層のテープを貼って利用した例（大庭 1984）や、タマシギ *Rostratula benghalensis* の首輪と肩タグに利用された例（米田 1984）などがある。アオバズクの例では夜間、強力ライトをもちいると50mの距離からでも十分判別可能だという。寿命はかなり長く、装着1年後でも変化なく、風雨日射のもとで5年間おいても効果に変わりはなかったというが、アオバズクでは足をもちいての争いが起こることから、摩耗や脱落の可能性がある（大庭、私信）。また色の組み合わせでは黄色と白、青と緑は見分けにくいという（大庭 1984）。中型以上の夜行性の鳥に対して、有効な方法だろう。

いくつかの問題点

1. 捕獲許可

鳥の捕獲は環境庁（とその委託を受けている山階鳥類研究所）のバンダーでなくてもできるが、鳥を捕まえて標識をつける場合、環境庁の学術用の捕獲許可が必要である。山階鳥類研究所のバンダーになれば、研究所の方で必要書類をそろえてくれるので、バンダーはそれを都道府県知事へ提出すればよいだけであるが（ただしバンディングのための許可には卵に触れたり、検査などのために鳥体に傷をつけることは含まれていない）、個人の資格で捕獲許可をとるにはいくつかの注意が必要である。『鳥獣保護及び狩猟に関する法律』の第13節には学術研究を目的とする場合の許可範囲に、標識調査従事者以外に「理学、農学、医学、薬学等の調査研究を行うもので、関係学会の会員またはこれらの者から依頼を受けた者」との規定がある。バンダーにならなくて個人で捕獲を行なうときはこの項目に該当するわけである。捕獲許可の申請書には、調査の内容、目的などを具体的に書いた書類をつけねばならない。そして関連分野の大学の教員や知合いの鳥学会の役員などによる副申書（研究の意義や捕獲の必要性を客観的に評価してもらった書類、証明書兼推薦書のようなもの、形式はいつでもよい）も必要である（詳しくは長谷川 1986、樋口 1987を参照）。

しかし、いくら個人で勝手に捕獲許可がとれるからといって、鳥の扱い方も知らないのに、許可だけ取るのはやめたほうがいい。はじめは実際に鳥を捕獲している研究者やバンダーについて、実地で学ぶのが良い。山階鳥類研究所では毎年、秋にバンダーの講習会（5日間ほど）を行なっているので、それに出席すれば捕獲についての基本的な知識・技術が得られるし、試験に受ければバンディングライセンスも取れる。

いずれにせよ鳥の捕獲に際しては、鳥体を傷つけないように細心の注意が払われねばならない。一見、素晴らしい研究のようでもその裏で“必要もない”沢山の鳥の犠牲がでているような研究では、捕獲によるデータの片寄りを疑ってかからねばならないだろう。扱い方、識別、齢査定などについては山階鳥類研究所発行の鳥類標識マニュアル（山階鳥類研究所 1986）に詳しいので参照して欲しい。

2. 巣内のヒナに標識をつける際の問題

研究によっては巣内のヒナに標識せねばならぬこともある。ヒナに標識するにあたって

いくつか注意すべきことがある。まず巢内のヒナや卵だけをいじるにも環境庁の許可が必要だということである（卵にさわるには別に鳥類卵採取許可がいる）。成鳥の捕獲許可を申請する時に、同時に巢内のヒナに標識をつけることなどを明記して許可を受ければよい（標識調査の場合も同様）。

許可があろうとも、鳥の巣をいじるには細心の注意が必要である。巣へ何回も通って道をつけると、卵やヒナがヘビやイタチに捕られやすくなるとよくいわれる。これについては否定的な研究もあるが、イタチやネコやカラス（それにヒト）など知能的な捕食者は研究者の行動を観察して、それを目安に巣をみつける可能性は高い。

捕食者にみつかると危険ばかりではない。一例をあげると、オオヨシキリでは巣が2～3本のヨシやアワダチソウを支柱につくられているので、風の強い日などに倒れて、繁殖失敗の原因になる。その時、観察者が同じ方向ばかりから巣へ通って巣の一方に空間をつくっていると、その方向へ簡単に巣が倒れてしまう（著者の一人の失敗談である）。こうした注意も含めて、巣の周囲の草を踏み荒したり、枝を折ったりしないような心遣いが必要である。

3. 鳥への影響

個体標識を施したときに、それが鳥の行動に影響しないかという注意がまず必要である。足輪が小さすぎたり大きすぎたりすることからの障害、羽毛の刈り込みや標識の装着による活動性の低下などがあれば、いくらデータが取れたからといって、その信頼性は薄い。個体標識にあたっては、あくまでもそれを施しても鳥の振舞いに影響が出ないものであることが必要である。

影響は物理的なものにとどまらない。鳥の世界では社会関係において色彩が重要な意味を持っている。特に求愛やなわばり誇示の行動に色彩が利用されている種では、着色や色足輪をつけるにあたって注意が必要である。福田（1984c）はすくなくともオナガガモの雄では、ピクリン酸による胸部の着色後の社会行動には変化がみられなかったとしているが、キンカチョウ *Poephila guttata* では面白い事実が知られている。それは種々の色彩のカラー足輪をつけたときに、特に赤色の足輪をつけられたオスがより多くのメスから選ばれたという事実である（Burley ほか 1982）。おそらくメスの配偶者選択にオスがもともと体色の一部に持っている赤色が重要な意味を持っているのであろう。Burley（1986）はその後、カノコスズメ *Poephila personata* についても同様の結果（この場合は青色）を報告している。

また鳥ではないが、標識を施したカタツムリの1種が、そうでない個体よりも鳥に捕食されにくい（!）という研究がある。おそらくみなれぬ色彩が捕食者である鳥に警戒を引き起こしたものであろう。鳥には標識が捕食に与える影響についての研究はないが、派手な標識の個体が捕食者に敬遠されたり（これは研究者には都合がよいが）、また反対に捕食者を引き付けたりする可能性も考えなくてはならない。鳥に色足輪をつけたり、着色したりするときは十分な注意が必要であらう。

4. 社会的な問題

さらに鳥や自然環境への影響以外に考えておかねばならない問題がある。それは研究面でのことではなく、社会的な問題である。たとえば着色法による識別は野外でよく目だつが、それがもう一つの問題を引き起こす。野外でせっかくみつけた鳥が赤や黄色に塗られ

ていたのでは、鳥を楽しもうとしているバードウォッチャーにとっては興ざめだろうし、時には珍鳥と誤認されたりもする。観察者がこうした研究への理解と関心をもっていれば問題はないのだが、バードウォッチャー人口が急増している日本の現状では、野生鳥類への安易な着色がトラブルを引き起こす可能性を考えなくてはならないだろう。

野外での鳥の捕獲についても注意が必要である。もちろん研究のための学術捕獲は環境庁の許可を受けねばならないが、きちんと許可を受けて、適法に捕獲していても、一般人からみると“鳥を捕っている”としかみえない。捕獲中に警官の職務質問を受けた経験のない研究者はいないといっても過言ではない。こうしたトラブルを避けるためには、人通りの多いところや時間帯には行なわないとか、一目みて研究のための捕獲であるかがわかるようにすべきであろう（環境庁のバンディングの場合は赤い旗と腕章が支給される）。また捕獲の前に近隣の役所や警察、公園や河川敷の場合には管理事務所などに届けておいたほうがよいだろう。

5. 研究者間の連絡を

現在、日本では環境庁の委託による鳥類標識調査が山階鳥類研究所を中心に全国的に行なわれている。大学関係の多くの研究者も、バンダーの一人として自分の研究している鳥に、個体識別の色足輪以外に環境庁の番号入り足輪をつけて放鳥している。またバンダーの中にも、自分のテーマを持って、個体識別に取りくんでいる人も多いと思う。金属足輪をはめるために鳥を捕獲するなら、その際に個体識別の色足輪をはめても、研究者にとっての手間と、鳥にとっての影響はそうかわるものではない。個体識別にもとづく研究は面白く、かつ意義深いものである。現在、各地でバンディングに取り組んでいる人も自分のテーマをもって、環境庁の足輪以外に色足輪をつけるなどして、個体識別にもとづく研究をどんどん行なって欲しいと思う。

最後に注意して欲しいことがある。それは同じ鳥を対象にしている研究者同士、まったく連絡なしに自分勝手なシステムで足輪付け（それ以外の標識でも同様）を行なった場合、両方の個体群の鳥で標識の重複が起こることである。たとえば大阪でセッカを研究している研究者がいて、セッカに色足輪をつけて放した。それが冬、鹿児島でみつかった。研究者は喜んで、セッカの移動についての短報を学会誌に載せてしまった。ところが論文が出たあとで、長野の研究者もセッカに同じパターンで色足輪をつけて放鳥していることがわかった。鹿児島で冬に観察されたセッカは大阪のセッカだろうか、それとも長野のセッカだろうかというような場合である（捕獲されて環境庁足輪の番号が確認できれば問題はないが）。大阪と長野でセッカ個体群の交流があったりすると事態はもっとややこしくなってくる。

現実にはこんな事例はほとんどないだろうが、同じ鳥を研究している研究者どうしは情報交換を行ない、足輪をつけるときには重複を避けるようにすべきであろう。研究者同士の情報交換はお互いの研究のレベルをも高める。山階鳥類研究所も野外での識別のために色足輪や他の標識を施すときには、重複を避けるため、研究所へ連絡するようにバンダーに指導している（山階鳥類研究所 1986）。

個体識別による研究は標識を行なうにしろ行なわないにしろ、根気のいる仕事である。しかしそこから得られる成果もまた大きい。個体識別をして調査を行なった結果は、きちんとまとめて発表して頂きたい。それはプロであれ、アマであれ、研究を行なう者の責任

であろう。足輪をつけられた鳥たちも、好きこのんで足輪をつけられているのではない。ラックの『ロビンの生活』は、「辛抱強く足輪に耐えてくれた」彼のロビンたちに捧げられている (Lack 1965)。

謝 辞

この論文をまとめるにあたり、実際に野外で個体識別法をもちいて鳥を研究しておられる多くの研究者のご協力を得た。須川恒氏からは文献をみせていただき、数字入り足輪の業者などについて詳しいことを教えていただいた。呉地正行氏にはガン類の首輪について、石田健氏にはアカゲラへの肩タグ装着について、いくつかのご教示をうけ、写真をお貸しいただいた。山岸哲氏、中川富男氏、大庭照代氏には図を引用する許可をいただいた。また大庭照代氏にはアオバズクの個体識別法について、中川宗孝氏にはコミミズクの個体変異について、長谷川博氏にはアホウドリの番号入り足輪について、藤岡正博氏にはコサギ、アマサギ、オナガの個体識別法について、そして米田重玄氏にはオナガとタマシギへの個体標識について教えを乞うた。また足輪の装着システムについては斎藤隆史、江口和洋、百瀬浩、浦野栄一郎、山岸哲、中村雅彦、大迫義人の各氏から情報をいただいた。特に浦野栄一郎氏にはいくつかの文献を教えていただき、また原稿をみていただいて有益な助言を得た。これらの方々には心からお礼を申し上げる。

引用文献

- Bendell, J. F. S. & Fowle, C. D. 1950. Some methods for trapping and marking ruffed grouse. *J. Wildl. Manage.* 14:480-482. (*)
- Burley, N. 1986. Comparison of the band-colour preferences of two species of estrildid finches. *Anim. Behav.* 34:1732-1741.
- Burley, N., Krantzberg, G. & Radman, P. 1982. Influence of colourbanding on the conspecific preferences of zebra finches. *Anim. Behav.* 30:444-455.
- Coulson, J. C. & Thomas, C. S. 1985. Changes in the biology of the kittewake *Rissa tridactyla*: a 31-year study of a breeding colony. *J. Anim. Ecol.* 54:9-26.
- Eadie, J. M., Cheng, K. M. & Nichols, C. R. 1987. Limitations of tetracycline in tracing multiple maternity. *Auk* 104:330-333.
- 江口和洋. 1984. カワガラスのマーキング. *鳥学ニュース* no.14:5.
- Evans, C. D. 1951. A method of color marking young waterfowl. *J. Wildl. Manage.* 15:101-103. (*)
- Evans, M. E. 1977. Recognizing individual Bewick's Swans by bill pattern. *Wildfowl* 28:153-158. (*)
- 江崎保男. 1981. Female behaviour and pair relation of the polygynous great reed warbler *Acrocephalus arundinaceus* (Aves: Sylviinae). *Physiol. Ecol. Japan* 18:77-91.
- 藤岡正博. 1986. 集団繁殖性サギ類の雌雄関係. 『鳥類の繁殖戦略(上)』(山岸哲編). 東海大学出版会. 東京. pp.1-30.
- 藤岡正博・山岸哲. 1981. Extra-marital and pair copulations in the Cattle Egret. *Auk* 98:134-144.
- 福田道雄. 1984a. 細くて丈夫なカラーリングービニール被覆銅線の利用. *鳥学ニュース* no.14:2-3.
- 福田道雄. 1984b. 簡単に自作できるカラーリング. *鳥学ニュース* no.14:3.

- 福田道雄. 1984c. 羽毛の染色. 鳥学ニュース no.14:3.
- 福田道雄. 1987. カラーリングで調べたカワウの移動状況 (第1報). 日本鳥類標識協会誌 2:63-70.
- 福田道雄. 1988. カラーリング選びは慎重に. 鳥学ニュース no.27:4-5.
- 羽田健三 (監修). 1975. 『野鳥の生態と観察』. 築地書館. 134pp.
- 長谷川博. 1984. 番号入り色足環—アホウドリ. 鳥学ニュース no.14:4.
- 長谷川博. 1986. 鳥獣捕獲・鳥獣卵採取許可の申請. 鳥学ニュース no.20:3-4.
- 長谷川博. 1988. 巢内のヒナに足環づけをする日齢. 鳥学ニュース no.27:4.
- 樋口大介・山岸哲. 1981. 冬季におけるカワガラス *Cinclus pallasii* の分散様式となわばりの行動. 日生態学会誌 31:161-170.
- 林俊夫. 1982. 諏訪湖に飛来のコハクチョウ (*Cygnus columbianus jankowskii*) の bill pattern による個体識別について. 鳥 31:1-16.
- 東和敬・江口和洋. 1982. 『動物の相互作用研究法 I—種内関係』. 共立出版.
- 樋口広芳. 1976. ヤマガラの行動圏と番の相手. 鳥 25:69-82.
- 樋口広芳. 1988. Individual differences in bait-fishing by the Greenbacked Heron *Ardeola striata* associated with territory quality. Ibis 130:39-44.
- 樋口広芳. 1987. 鳥獣捕獲申請にかかわる長谷川氏の一文に寄せて. 鳥学ニュース no.22:6.
- 樋口広芳・平野敏明. 1983. セグロセキレイの羽色変異個体. Strix 2:76-84.
- Hutson, H. P. W. (編) 1956. The Ornithologists' Guide. B. O. U. (*)
- 井上良和. 1980. コサギにおける非同時孵化 asynchronous hatching に至る過程. 山階鳥研報 12:129-137.
- 石田健. 1984. アカゲラにつけた肩タグ. 鳥学ニュース no.14:4-5.
- 伊藤嘉昭・村井実. 1977. 『動物生態学研究法 (上・下)』. 古今書院. 558pp.
- 川道武男・川道美枝子. 1978. Hair clipping patterns for marking tree shrew and chipmunk. 日本生態学会誌 28:65-67.
- Kenward, R. 1987. Wildlife Radio Tagging. Academic Press, London. 222pp.
- 菊地昶史. 1981. オオハクチョウの Bill Pattern による個体識別法. 日本鳥学会大会講演要旨集.
- Koenig, W. D. & Mumme, R. L. 1987. Population Ecology of the Cooperatively Breeding Acorn Woodpecker. Princeton Univ. Press. Princeton, N. J. 435pp.
- 米田重玄. 1984. 反射テープの利用—タマシギ. 鳥学ニュース no.14:4.
- 呉地正行. 1984. ガン類のマーキング. 鳥学ニュース no.14:6.
- 呉地正行. 1988. 首輪をつけたオオヒシクイ発見のお願い. 鳥学ニュース no.26:9-10.
- 黒田長久. 1986. 鳥類標識の意義. 日本鳥類標識協会誌 1:5-6.
- Lack, D. 1965. The Life of the Robin. (『ロビンの生活』. 浦本昌紀・安部直哉訳. 思索社). 300pp.
- Lack, D. 1968. Ecological Adaptations for Breeding in Birds. Methuen & Co. Ltd, London. 409pp.
- 丸 武志. 1983. Territorial structure and inter-sexual relationship in Japanese Green Pheasants (*Phasianus versicolor*). 大阪市立大学修士論文. 29pp. (+12 figs).
- Moffit, J. 1942. Apparatus for marking wild animals with colored dyes. J. Wildl. Manage. 6:312-318. (*)
- Møller 1987. Mating systems among European passerines : a review. Ibis 128:234-250.
- 百瀬浩・中村浩志. 1984. 鳴き声パターンによるカッコウの個体識別. 鳥学ニュース no.14:6.
- 永田尚志. 1986. Female choice in Middendorff's Grasshopper-warbler (*Locustella*

- ochotensis*). Auk 103:694-700.
- 中川宗孝. 1987. コミズクの野外観察における個体識別法 (日本鳥学会大会講演要旨). 日本鳥学会誌 36:125.
- 中川富男. 1984. 尾羽の一部をカットする一チュウヒ. 鳥学ニュース no.14:3-4.
- 中村浩志. 1979. カワラヒワ *Carduelis sinica* の夏季の集合と換羽. 鳥 28:1-27.
- 中村浩志. 1982. Pair-formation and territory establishment of the Oriental Greenfinch *Carduelis sinica* in autumn (Aves : Fringillidae). 生理生態 19:15-56.
- 中村浩志. 1984. 羽軸に異なる色の羽を差し込む法. 鳥学ニュース no.14:4.
- 中村浩志. 1987. 機器使用による鳥の行動観察. 鳥学ニュース no.24:1-5.
- 中村登流. 1969. エナガの個体群の行動圏構造. I. 冬期群の行動圏と群れテリトリー. 山階鳥研報 5:433-461.
- Newton, I. 1985. Lifetime reproductive output of female sparrowhawks. J. Anim. Ecol. 54: 241-253.
- Nice, M. M. 1937. Studies in the Life History of the Song Sparrow. Vol. I & II. Dover, N. Y. 245pp. & 328pp.
- 大庭照代. 1981. 単純な声の複雑な意味—アオバズクのさえずり—. アニマ1981年5月号: 20-24.
- 大庭照代. 1984. 反射テープの利用—アオバズク. 鳥学ニュース no.14:4.
- Pearson, A. K. & Pearson, O. P. 1955. Natural history and breeding behavior of the tinamou, *Northoprocta ornata*. Auk 72:113-127. (*)
- Pettingill, O. S. Jr. 1970. A Laboratory and Field Manual of Ornithology (4th ed.). Burgess, Minneapolis. 379pp. (*)
- 斎藤隆史. 1979. Ecological study of social organization in the Great Tit, *Parus major* L. IV. Pair formation and establishment of territory in the members of basic flocks. 山階鳥研報 11: 172-188.
- 斎藤隆史. 1986. ムクドリにおける一繁殖期内の一夫二妻あるいは一妻二夫. 『鳥類の繁殖戦略 (上)』 (山岸哲編). 東海大学出版会, 東京. pp.107-129.
- 坂上昭一・中村登流・杉山幸丸. 1977. 『動物社会研究法 (生態学研究法講座22)』. 共立出版. 162pp.
- 阪本周一・古川弘. 1987. 翼の白いオオヒシクイがまたやって来た. 雁のたより no.28:13.
- Scott, P. 1970. The Wild Swans at Slimbridge. Wildfowl Trust. (*)
- Spencer, R. 1985. A Dictionary of Birds (Campbell, B. & Lack, E.). T & AD Poyser. Calton. pp.338-341.
- 須川恒. 1984. ユリカモメへのマーキング. 鳥学ニュース no.14:6.
- Taber, R. D. & Cowan, I. M. 1969. Capturing and marking wild animals. Wildlife Management Techniques (3rd ed. R. H. Giles Jr. 編). The Wildlife Society. Washington. pp.277-317.
- Temrin, H., Mallner, Y. & Winden, M. 1984. Observations on polyterritoriality and singing behaviour in the Wood Warbler *Phylloscopus sibilatrix*. Ornis Scand. 15:67-72.
- 上田恵介. 1986a. A polygamous social system of the fan-tailed warbler *Cisticola juncidis*. Ethology 73:43-55.
- 上田恵介. 1986b. セッカの発達した一夫多妻制社会. 『鳥類の繁殖戦略 (上)』 (山岸哲編). 東海大学出版会, 東京. pp.78-106.
- 浦野栄一郎. 1985. Polygyny and the breeding success of the Great Reed Warbler *Acroceph-*

- alus arundinaceus*. Res. Popul. Ecol. 27:393-412.
- Wadkins, L. A. 1948. Dyeing birds for identification. J. Wildl. Manage. 12:388-391. (*)
- Woolfenden, G. E. & Fitzpatrick, J. W. 1984. The Florida Scrub Jay. Princeton Univ. Press. Princeton, N. J. 406pp.
- Wyllie, I. 1981. The Cuckoo. (『カッコウの生態』, 安部直哉訳, どうぶつ社, 261pp.)
- 山岸哲. 1978. ホオジロの社会構造と繁殖つがい数の安定性. 山階鳥研報 10:109-299.
- 山岸哲. 1981. 『モズの嫁入り』. 大日本図書. 東京. 158pp.
- 山岸哲. 1986. 鳥類の協同繁殖システムの起源. 『鳥類の繁殖戦略(上)』(山岸哲編). 東海大学出版会, 東京. pp.88-126.
- 山岸哲・明石全弘. 1981. ホオジロのことは一さえずりの成り立ちとさえずり方. アニマ1981年5月号:12-19.
- 山岸哲・藤岡正博. 1985. オナガの群れ生活. (1) 構成員の安定性と移出入. 日本鳥学会大会講演要旨集. p.9
- 山階鳥類研究所標識研究室. 1986. 『鳥類標識マニュアル(第9版)』. 135pp.
(*)……直接参照できなかった文献

注1. 色足輪の注文先

A. C. Hughes社

住所: 1 High Street, Hampton Hill, Middlesex, TW12 1NA, U. K. (Tel 01-979-1366)

注2. プラスチック板の注文先

瑞穂商事株式会社

東京 〒110 台東区台東3丁目21-5 (Tel 03-853-8519)

大阪 〒540 大阪市東区北新町1丁目39 (Tel 06-941-2253)

注3. プラスチック足輪(首輪)の加工元

東京 塩谷彫刻所 〒133 江戸川区西小岩3-13-9 (Tel 03-659-0381)

京都 イサムプラスチック 〒612 伏見区桃山町山の下56 (Tel 075-621-3283)

加工単価は彫刻字数によるが, すでに字母が作られているかによっても変わってくる. 新しい字体の数字や記号の字母を作るには1万円以上かかるのでそれが定価にはね返ってくる. またこれらの店は専門店ではなく, あくまで本業の合間の“もうからない”作業であるので, 注文する際はまず経験のある研究者に相談した上で, 事前の見積りをとって注文したほうがよい.

Individual marking in bird studies.

Keisuke Ueda¹ & Hiroyoshi Higuchi²

Individual marking of birds is important for field ornithologists. It has become especially important for students of behavioral ecology. The method has become more popular in Japan, though there have not been many studies of marked populations.

Our first purpose is to stress the importance of individual marking in ornithology, in

particular to the studies of spacing, mating systems, social organization, dispersion, and demography of birds.

The second purpose of this paper is to review the practical use of the method in the field : (1) the discrimination of individuals by some external characteristics and voices without capture, (2) some temporary marking methods : dyeing, cutting feathers, and adhering patches, and (3) the use of color leg and/or neck rings, and tagging and ringing for nocturnal birds.

We also discuss some problems in capturing and marking birds.

1. Department of Biology, Rikkyo University, Nishi-Ikebukuro 3, Tokyo, Japan 171.
2. Research Center, Wild Bird Society of Japan, 2-24-5, Higasi, Shibuya, Tokyo, Japan 150.