関西自然保護機構会報（13）25—30，1986.

鳥類における生物指標の可能性と限界[1)]

山　岸　　哲
（大阪市大・理学部生物学教室）

はじめに

本シンポジウムの鳥類に関する分野は，オーガナイザーの村上興正さん（京大・理・動）からは当初高田直俊さん（大阪市大・工・土）にお願いしてあったそうだ。高田さんが多忙のため，急拠私のところへお鉢が廻ってきたわけだが，あいにく私は自然保護に対する確たる論理も持ち合わせていないし，これまでに自然保護運動に真剣に取り組んできたわけでもない。恥ずかしいことだが，今回のシンポのために，にわか勉強をして，『指標生物』と『生物指標』がどう違うかを理解したほどのいい加減な人間であるから，こんな大それたテーマについてお話するなど身の程知らずもいいところで，村上さんに固く辞退したのだが，「時間もないし，人もない」といいくるめられて結局は引き受けてしまった。

そこで，「指標生物その可能性と限界」というテーマとにらめっこをしながら，何をしゃべればよいのか考えてみた。村上さんから推薦された日本生態学会環境問題専門委員会編集の『環境と生物指標』と日本自然保護協会編集・監修の『指標生物』の2冊を読んで，私に与えられた小テーマは『指標生物としての鳥類が生物指標となり得る可能性と限界』について述べればよいのだろうと私なりに判断した。

『生物指標となり得る可能性と限界』となると，次には生物指標とは何を指すのかが問題になる。私はこれを，「私たちをとりまく環境を鳥類の棲息状況を通じて知ること」とごくおおざっぱに定義してはじめることにする。すなわち，生物計として鳥類が指標生物として使える可能性と限界を主にこれから検討してみたい。なぜならば，目に見えない河の汚れが水棲昆虫の種類組成から明確になったり，目に見えない大気の汚染がアサガオの葉を調べることによって明確になるといった，指標生物の絶大な効用が私には印象的であるからだ。

今回のシンポのために，私は国内の24編の論文ないし報告書をレビューした。それらは一口に鳥類の棲息状況を通して環境を知るといっても，更に大別してみると，1）高度・季節を知る，2）自然度を知る，3）環境の変化を知る，の3つに大別できるように思われた。以下この順序でそれらの仕事の大まかなところを紹介し，私なりに考えていることをつけくわえていきたい。

高度・季節を知る

これは鳥の種類構成が標高の変化に伴って変化していくことを使って，高度を知ろうとする試みであり（例えば，柴田・横山 1985），同様の手法は森林の種類の判別や二次林か原生林かの判別にも使えるという（中村 1973）。また，カッコウの初鳴き日前線を作り，その鳴き声を聞くことによって播種の時期を知ったという（大後 1985）。

この発想に対する生物指標としての評価は前2者と後者とでは多少異なる。高度を正確に知りたければアネロイド気圧計を持参すればその方が正確であろう。また，そのためにホオジロ科・ヒタキ科・ウグイス亜科・ツグミ亜科のそれぞれの種を，地鳴きだけで判別できるようになるには10年以上かかる。鳥の種類構成の変化からわかる程度の高度は，周りの森林の移り変わりからも認知できよう。森林の種類の判別に鳥の種類構成を使うといっても，鳥を見るより林を見る方がはるかに容易であろう。

ただカッコウの渡来・初鳴きなどは暦によって決まっているわけではなく，その年の総合的な気象条件に左右されるから，これを目安に播種を行うのは理にかなっている。ただし科学的に農業を営む人なら，これも温度計等を使用しているだろう。

自然度を知る

自然度という言葉は好んで使われる用語であるが，きちんと定義して使っている人は，今回レビューした論文の中では見当たらない。ここでは「自然らしさがどのくらい残っているかの度合い」と私なりに解釈しておく。

その度合いを測るには，好ましい方の尺度としてはツバメ・シジュウカラ・アオバズク等が使われ，好ましくない方の尺度としてはスズメ・カラス・ヒバリ・ホオジロ等が使われることが多い。

1）関西自然保護機構業績第40号

ツバメは人間生活に密着していて誰でも知っているという利点から，これを使った研究は多く，児童・生徒・一般市民の調査への参画が多いのも特徴的である（日本野鳥の会　1975，尼崎市立中学校理科研究会　1976，平塚市博物館　1985等）。ツバメを使った自然度の調査の草分けは，今から30年前に私が長野市で行ったもので（山岸　1956），市内全域のツバメとイワツバメの巣の分布を調べ，ツバメの巣が土壁や木壁に多く，イワツバメの巣がコンクリートの橋や，当時はまだ少なかったコンクリート建造物に多いことを明らかにし，建築様式の変化にともなって今後イワツバメの侵入が進むだろうことを予想した。

これらの報告に共通していることは，ツバメが棲んでいる環境の分析の甘さである。確かにツバメは空中の飛翔性昆虫を餌にしているから，ツバメが棲息していることは飛翔性昆虫の多くがその幼虫時代を過ごす河川が豊かな昆虫量を擁していることを示唆する。しかし，ツバメは元来コロニー性の鳥で1か所に集合して営巣し(Lack　1968)，かなり遠方まで採餌にでかける。従って，巣があるからといってその地点の環境がかならずしもツバメの好適な採餌場所であることを示すものではない。単に巣の分布だけではなく，ツバメそのものの生活史の研究が必要ではなかろうか。

また，日本野鳥の会（1975）の報告は，ツバメの少ない地区が港区六本木から渋谷・新宿区部を通り，中野・杉並区東部，練馬南部，田無・小平方面へ続く帯状をなし，これは水棲昆虫の発生量と相関があることを暗示した後に，この帯が光化学スモッグ発生地帯と符合していると結論づけている。これも，もし光化学スモッグの発生地帯を知るのが主目的なら，もっとてっとり早い方法があるだろう。

スズメは逆に悪者扱いされることが多い。有田(1981)は高槻市において，全棲息鳥類種数に占めるスズメの割合を自然度の低さの指標とし，ニュータウンの造成された地域や，市街地で，この割合がきわめて高くなることを示し，この割合が自然度の判定に有効であると主張している。これは佐野（1979）が北海道の18の集落をまわり，人家密度とスズメの密度の間にきわめて高い相関があることを明示したこととよく一致している。

しかしながら，もし生物計という立場を強く固執するならば，なにもスズメを数える必要性は全くない。その場に立てば人家のあるなしは一目瞭然なのだから。

同様なことは，桜井（1973）の「東京23区におけるシジュウカラの繁殖状況の研究」や千羽（1975）の「東京湾から奥多摩まで2㎞おきに43地点で鳥類の種類構成を調査した研究」にもあてはまる。両者とも，結論として，都内のシジュウカラの繁殖分布やスズメ・ドバト等の鳥相内に占める割合が，別途調査された緑の量を反映しているのだとしているが，シジュラカラや鳥相調査の方が植生調査よりはるかに難しいと私は思う。

少々毛色の変わったものに，酒井（1981）が行ったヒバリを使った自然度調査がある。この研究の特徴はタンポポ調査と組み合わせた点にある。この場合も自然度とは具体的に何を指すのかやや曖昧である。ヒバリは草原の荒れ地化を指標するというから(中村　1973)，多分この場合もヒバリは裸地化された荒れた丈低草原の指標になっているのであろう。もしそうであるなら，これも目で見たり，現在は画像処理の技術が発達してきたので，航空写真や人工衛星からの写真を解析した方が早い。大きな問題ではないが，この論文で気がついたもうひとつのことを付け加える。この報告では，指標生物としてヒバリとタンポポを独立に取り上げ，総合ランクは主にタンポポに従属したかたちで分類されている。すなわち，カンサイタンポポの方がセイヨウタンポポより自然度が高いことがすでにわかっているとして（例えば，有馬　1981），タンポポでカンサイとセイヨウにまず2分し，それぞれをヒバリがいるかいないかで更に2分している。これは幾分恣意的であって，形式的にはヒバリがいるかいないかでまず分けて，その中をカンサイとセイヨウに更に分けることも可能であり，そうした場合には総合ランクのⅡとⅢは逆転する。いずれにせよ，この組み合わせで指標されるランクⅠの環境は，「ヒバリが鳴いて，カンサイタンポポが咲き乱れるような自然」なのだろうか。

酒井・栗谷（1985）は更にこれを発展させて，ヒバリにキジバト，ヒヨドリ，モズ等の鳥種を組み合わせて，多変量解析によって自然度を示そうとする試みをしているが，私が算数は不得意のせいか，十分にはフォローできないし，こうした解析によってもたらされる自然度が具体的にどのような自然を指しているのか，少なくとも私にはまだよく理解できない。

次に，何種かの鳥の棲息状況を組み合わせて，自然破壊の程度を算出しようとした試みに，白附（1980）の自然破壊度がある。これはすでにふれたスズメ指数（P＝スズメの個体数×100／棲息鳥類の総個体数）とカラス指数（C＝カラスの総個体数×100／カラス＋カケス個体数），及びホオジロ指数（E＝ホオジロの個体数×100／森林性鳥類の総個体数）をそれぞれに適当な重みをつ

けて加算し（自然破壊度＝（２Ｐ＋Ｃ＋２Ｅ）／３（%）），これが100に近いほど自然破壊が進んでいると判定する。この方法は簡単な数字で示されるのでわかりやすいが，要するに「スズメ・カラスの多いところは人家化されていて，ホオジロの出現するところは林が伐られて草地化している」ということを表したものであり，これも目で周りを見渡しただけで自明になることであろう。

アオバズクを使った自然度の調査(柴田　1985)は，ユニークではあるが，この鳥が生態系ピラミッドの上位にあって数が少ないこと，人によく知られていないこと，夜間に活動すること等から指標生物としての難点を幾つか含んでいる。

環境の変化を知る

すでに調査不能になってしまった過去の様子をアンケート法によって知ろうとする試みは，野鳥の会東京支部によるカワセミ分布調査が鳥ではまず行われた（松田　1971）（これは前節に関連することだが，この報告の時点で，カワセミのいない二子橋，羽村では，ＢＯＤはそれぞれ 2.8ppm，1.4ppm。カワセミの棲む秋川橋では0.9ppmで，前二者より明らかに水質がよいとしている。これも水質がそこまで問題なら，ＢＯＤやＣＯＤを最初から測定した方が早かろう）。その結果，カワセミが東京の都心から後退して行く様子がみごとにしめされたが（図１），最近では再び都心へ向けての復活がはかられているようだ（川内・金子　1984，図２）。この場合，果たして本当に東京の水質は回復したのだろうか。これを知るにも化学的な測定が必要だろう。

ついで，私のツバメの個体数変動についての研究がある（山岸　1975）。これらの調査は物理・化学的測器によって測りたくても，もう測れない過去の状況をある程度知れる点では現在の自然度を鳥を使って知ろうとする試みよりは多少有効性があるように思われる。しかしこれも他人まかせのアンケートによっている点や，その変化を起こした原因を直接的に知ることが困難であるという弱点を含んでいる。カワセミ・ツバメの両者についていえることは，その減少が巣場所の不足によるのか，餌量の不足によるのか，餌量の不足だとすれば，汚染が原因なのか，餌場そのものが失われてしまったのか，解決困難な問題が山積されている。

ところで，同じカワセミの後退曲線を使って，人間が自然界を失ったと思う時はどういう時かを分析した品田(1972)の仕事は，人間が考えていることを指標したもので，これは水質や大気や緑の量を直接的に測っても決してでてくることのない社会心理学的なアプローチであり，特異な研究であると思われる（図３）。彼はこの報告の中で，人間が自然を失ったと感じるのは身の回りから空き地や遊び場が無くなった時であり，それがカワセミやトンボが見られなくなった時期とちょうど一致していると結論している。これはこれまで自然度という用語で表されてきた私たちの周りの好ましいと思う環境がカワセミという鳥で指標できることを示すものであり，鳥が有効に指標生物の役を果たすとしたら案外こうした社会心理学的な分野ではないかと思われる。ただし，先述のように，カワセミが戻ってきたとすると，品田(1972)のこの考え方はどう解釈したら良いのだろうか。現在の東京の空き地や遊び場の状況が好転したとは私には決して思えないのである。

都市の中心部からいなくなった鳥と逆の経過をたどったものに，川内・藤本（1974）のヒヨドリ，川内(1985)のコゲラ・アオゲラがあるが，なぜ最近こうした鳥の都心部侵入が始まったのか全くわかっていない。この場合も都心のヒヨドリ・コゲラ・アオゲラの生活史の研究が急務であろう。この点に関しては幸い東京に「都市鳥研究会」が最近できて活発に活動しているので，明らかになる日も近いであろう。

更に，籠抜けの鳥が分布を広げた例として，ワカケホンセイインコがあり，この場合も街の緑の量が問題にされているが（横山　1985），図を見る限りでは，千葉県側の緑の多い地域にはまだ分布はなく，最初に籠抜けした鳥が定着した場所が現在の分布を大きく左右しているものとみられる。

最後に，羽田（1971，1974）は山岳地帯の環境破壊に早くから目を向け，高山地帯の汚染を指標する鳥としてライチョウを取り上げ，ライチョウの性比が雄に偏るのは，高山地帯に投棄されたゴミに集まってくるキツネやテンによって抱卵中の雌が捕食されるからだとして，雄に偏ったライチョウの性比が高山地帯の汚染指標になることを提唱した。こうした性比のアンバランスのもとでは雄が近隣の独立峰へ異常飛行を起こし，これも遠因は高山の汚染にあるとした。

1971年の論文の中で，羽田は集落化指標鳥としてスズメを，草地化指標鳥としてムクドリを，汚染指標鳥としてカラス・トビをあげている。この研究は1974年には文部省特定研究「人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎研究」の一環として『山岳環境汚染指標鳥の生態とその妨徐に関する基礎的研究』としても報告されている（羽田・山岸　1974）。順序が逆になってしまったが，羽田のこれ等一連の論文が1970年代以降の我が国の「鳥

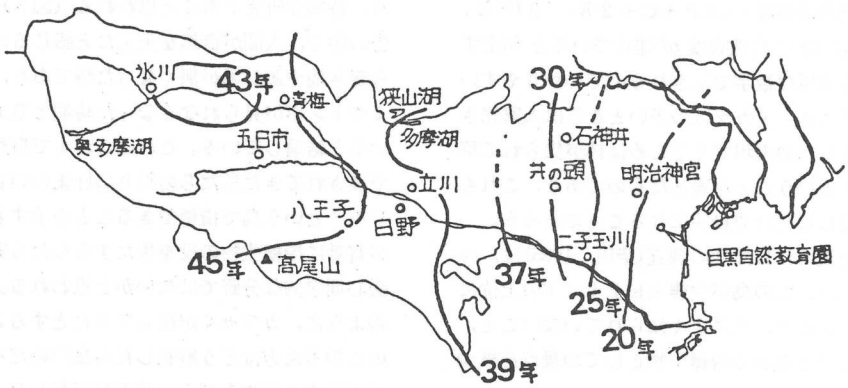


図1.　東京におけるカワセミの後退地図（松田　1971）

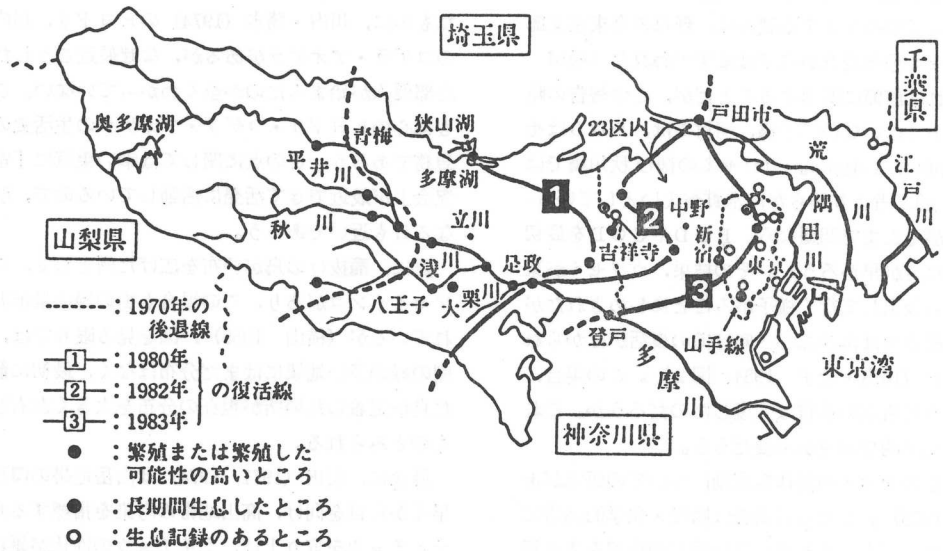


図2.　東京におけるカワセミの復活地図（川内・金子　1984）

による環境指標の研究」のさきがけになったことは，すでに述べてきた諸々の研究の発表年代との前後関係からみても間違いなかろう。

ただ繰り返すことになるが，山岳地帯に大量のゴミが投棄されていることはライチョウの性比や異常飛来を見るまでもなく明らかであり，これを指標にするということは登山道，山小屋周辺の汚染を直接目で見るよりも困難だ。その他の種類の指標生物としての有効性についてはもはや繰り返しになるので述べない。

ま　と　め

私はここまでそれぞれの研究者に随分失礼なことを申しあげてきた。改めておことわりしておくが，私はここに引用させていただいた個々の論文を価値がないものだとは決して思っていない。それどころか，与えられた環境の中で動物がそれとどのようにかかわりあっているのかをじっくりと見ているそれぞれの研究は，優れた生態学研究であると信じている。ただそれが，「指標生物として環境を評価できるのだ」といわれると，これまで述べてきた理由から，残念ながら鳥類を使って環境を評価しなければならない必然性も，うまみも現在のところ認められないといわざるをえない。

ただ，非常に人によく知られた鳥（例えばツバメ等）を使って，アンケートを行い環境が変化してきたことを示すには有効な時もあろう。また，人間感情と結び付け

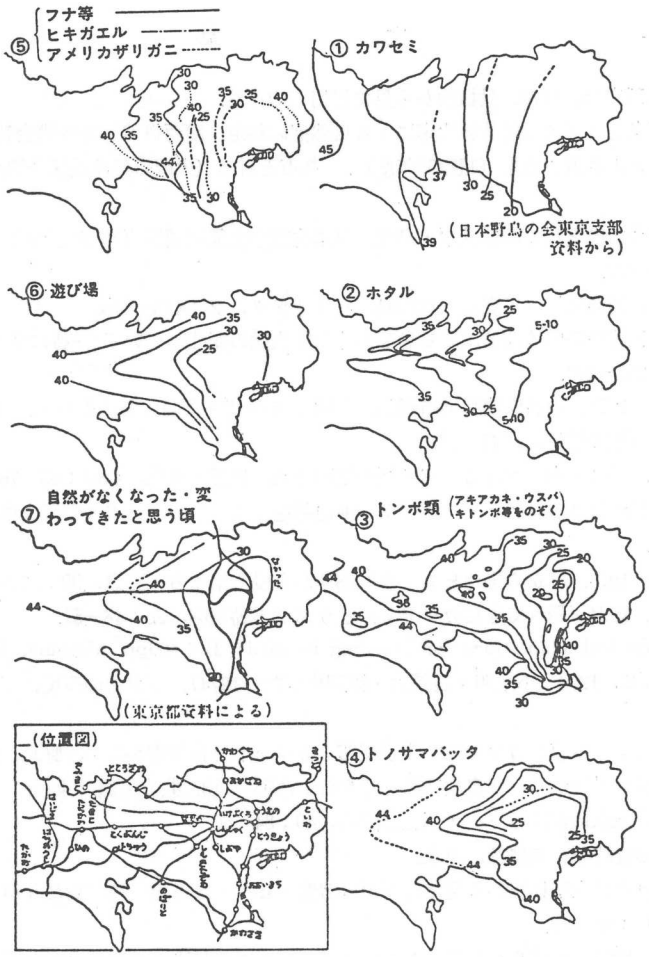


図3. 東京の動物，遊び場等の退行前線（数字は昭和年をあらわす，東京の自然史研究会調べ）（品田 1972）

て，環境の快適さを指標できる可能性をもっているかもしれない。更に将来は，単に緑の量を指標するだけではなく，それがどういう緑なのかという質までも指標できるような研究が鳥類群集の解析から生まれれば，また話は別になろう。

要約して，口の悪い言い方をあえてするならば，鳥を使ってのこの手の研究は「水質や大気の汚染に関してきわめて有効であった生物指標という考え方を，1970年代のそれの流行にのって鳥でやって見たが，あまりうまくいかなかった」ということになるのだろうか。ただ，このレビューでは，我が国の鳥を使った生物指標の研究を，もちろん全て取り上げることはできなかった。私が気のつかない優れた研究がこの他にも多々あるだろうから，もし御存じの向きは御教示願いたい。なお，アメリカではＤＤＴの影響によって，カツオドリの卵殻が薄くなり，繁殖能力が失われることがわかっており（マックスエル，K.E. 1974），卵殻の厚さを測定することによって，目に見えない汚染の変遷を明確にできるという私好みの研究もあることを付記しておく。

私は本稿では，生物指標を生物計という面だけにわざと限って論議してきた。こうした研究を市民ぐるみで推進することは，身近な自然を自分たちの手によって調べることにより，自然保護思想を普及し，保護運動が地についたものになるという貴重な意義があることは十分私もわかっているつもりである。稿を閉じるに当たり，原稿を読んで頂いて，貴重なご意見を頂載した村上さんに深甚の謝意を表したい。

文　　献

尼崎市立中学校理科研究会．1976．動植物から見た尼崎市の自然．

有田八郎．1981．野鳥とスズメの個体数比率による自然度の判定．関西自然保護機構会報，（6）：1－6．

*有馬忠雄．1981．タンポポ調査結果（昭和55年度）．都市と自然（大阪自然環境保全協会会誌），（60）：4－9．

千羽晋示．1975．動物指標としての哺乳類・鳥類．日本生態学会環境問題専門委員会編．『環境と生物指標　I　陸上編』，267—274．

羽田健三．1971．観光開発に伴って登る人里の鳥．バイオテク，2：413—418．

————．1974．山岳地帯の環境破壊による鳥類の分布と生態の変化について　—特にライチョウを中心として—．日生態誌，24：261—264．

————・山岸　哲．1974．山岳環境汚染指標鳥の生態とその妨徐に関する基礎研究．昭和49年 文部省特定研究，研究報告集（佐々学編），47—48．

平塚市博物館．1985．平塚市内におけるツバメ類の繁殖分布．自然と文化，（8）：63—76．

川内　博．1985．東京におけるコゲラ・アオゲラの平地部進出について，日本大学豊山中・高等学校研究紀要，（16）：1—21．

————・藤本和典．1974．林から出たヒヨドリ—68年から侵入始まる—野鳥，39：377—379．

————・金子凱彦．1984．帰ってきたカワセミ．どうぶつと動物園，36：48—51．

*Lack, D. 1968. Ecological adaptations for breeding in birds. 12+409pp. Methuen, London.

*マックスウェル，K．E．1974（小泉明・長岡滋・渡辺格監訳　1974）．『生命の環境，下』604pp．講談社，東京．

松田道生．1971．減少する東京のカワセミ—東京支部・カワセミ分布調査から—．野鳥，36：300－305．

中村登流．1973．鳥獣の世界から．『自然保護を考える』，95—113．共立出版，東京．

日本野鳥の会．1975．東京におけるツバメ調査．野鳥，40：84—86．

大後美保．1985．旅の歳時記．講談社，東京．

酒井　健．1981．ヒバリの生息状況から見た府下の自然度—ヒバリは環境指標生物たり得るか—．関西自然保護機構会報，（7）：9—18．

————・栗谷　至．1985．ヒバリ・キジバト・ヒヨドリ・モズの環境指標性と大阪府下の環境状態．関西自然保護機構会報，（10）：23—42．

桜井信夫．1973．東京23区内におけるシジュウカラの繁殖状況について．沼田真編『都市生態系の特性に関する基礎的研究』（昭和47年度），123—137．

*佐野昌男．1979．北海道各地の繁殖期中のスズメの個体群密度に関する研究．山階鳥研報，11：96—108．

品田　穣．1972．カワセミとトンボと人間と—都市が失ったものは果たして何か—．野鳥，37：14—17．

柴田敏隆．1985．アオバズク．日本自然保護協会編・監『指標生物』，242—245．

————・横山隆一．1985．鳥の種類と山の高さ．日本自然保護協会編・監『指標生物・自然を見るものさし』，124—129．

白附憲之．1980．鳥類を指標とした武庫川の環境評価．鳥と自然，（19）：1－7．

山岸　哲．1956．長野市北半部に於けるツバメとイワツバメの棲み分けに就いて，野鳥，21：265—271．

————．1975．アンケート法による長野市における15年間のツバメの個体数変動．野鳥，40：74－83．

横山隆一．1985．ワカケホンセイインコと街の緑．日本自然保護協会編・監『指標生物』，154—159．

*印は生物指標とは直接は関係ない論文あるいは単行本である。