アンケートに用いることのできる環境指標生物[1)]

奥　谷　禎　一[2)]

1．はじめに

環境の良否によって生物相が異なるとは，すこし観察力のある人なら，誰もが気付くことである。その事実を客観的，定量的に表現するには，色々な工夫が必要となってくる。高度な分類学的素養のある人なら，一定範囲内の植物や動物の多様度を比べることによっても，比較することも可能である。また，セイタカアワダチソウとか，セイヨウタンポポ，あるいはアシナガバチ類といった特定の生物に限って正確な知識があれば，それだけを指標生物として利用する方法も考えられる。筆者は兵庫県自然保護協会の会員諸氏と協同して，特定生物について一般会員にアンケートを行いて，かなり精度の高い自然度，逆に考えれば自然破壊度を測定できることを知り得たので，ここにその方法を紹介し，さらにその間に得られた色々な問題点を述べて，今後同様な研究を行う上の参考としたい。

試行としては，兵庫県自然保護協会の会員に対するアンケートが最初で，続いて川西市，尼崎市で行ったものを紹介する。なお，詳細は文献によって，検討されたい。

本文に入るに先だち，アンケートの整理と検討に協力を賜った，京大掘田満先生，川西緑台高校長谷川太一，中西敏昭両先生，園田学園高校の蔵本博美・石橋正義両先生に厚く御礼申上げる。

2．兵庫県の例

兵庫県自然保護協会では，大した知識もない，広い市民を対象として，アンケートを求め，これを集計することによって，評価が可能かどうかが設立当時（1970）から考えられた。アンケートであるから，誰もが知っている生物であり，都市部でも多少の注意で発見可能なもので，しかもある程度生存条件が環境に左右されることが必要である。討論には，当時の理事会で何回か繰返され，多少の問題はあるが，ススキ，カタツムリ，アシナガバチの3種を用いて第1回目を行い，順次修正を加えてみようということになって，翌年会員に呼びかけ，アンケートを回収した。この3種といっても，ススキは1種しかないが，アシナガバチには6種，カタツムリにも10種以上が兵庫県に分布していて，素人では区別は無理なので，何でもよいことにした。選定された理由は，ススキは河川の堤防などには見られるが，市街地にはほとんどみられず，多少でも自然の残存する地域にしかみられないことによった。セイタカアワダチソウなども候補にあげられたが，市街地の空地ばかり強調されそうなので，とりあげられなかった。スズメ，カラスのような鳥も考えられたが，空を飛んでいるものは，飛んでいるのを見て回答される危険があるので省かざるを得なかった。カタツムリ類は，酸性の強い所では育ちにくく，近年の大気汚染により，酸性の雨域は減っているようだとの専門家の意見をとりあげることにした。アシナガバチ類は，いわゆる人里昆虫で，農村地帯には餌も造業材料も豊富なので，多いが，市街地では非常に少くなる傾向があるので，試行に適していると判断した。モンシロチョウのようなチョウ類はといった意見もあったが，多い少いが，食草の量に左右されるという欠点があり，また見られる時期も種類によっては短いので不適と判断されたのである。

アンケートは，観察場所と量を問うた。量は，1.たくさんいる，2.少しいる，3.いなくなった，4.もともといないの4段階に分けて回答してもらった。

この時には回答数2,180が得られたので，次のように整理して地図を画いてみた。最初，行政区画により「いない」という回答と「いる」という回答の比率を求めてみたが単に都市部に「いない」率が高くなるだけのことしかわからなかった，そこで，一定面積の単位地区を区切り，その単位地域内の前記4段階の回答による平均値を用いることにした。すなわちメッシュ法に切りかえてみたのである。この場合は東経135°北緯34°40′を基準にして，

1）関西自然保護機構業績第14号

2）神戸大学農学部

4 km四方に区切りこの1区画の中の「いる」という回答数を全回答数で割りその商を存在頻度として図を作成した。すなわち，

存在度4＝普通にいる。存在頻度0.60～1.00

存在度3＝なんとかみつかる。存在頻度0.30～0.59

存在度2＝少ししかいない。存在頻度0～0.29

存在度1＝いない。存在頻度0～0.1

として整理した。

つづいて，以上の処理を3種すべてに行い，平均存在度を求め，その値を下記のように5段階に分け，自然度あるいはその逆を考えれば自然破壊度とした。

自然度5（破壊度1）：3種ともほぼいる。平均存在度3.8～4.0。

自然度4（破壊度2）：相当減少しているが，何とか見られる。平均存在度3.3～3.7。

自然度3（破壊度3）：ひどく減少していて，いないものもある。平均存在度2.7～3.2

自然度2（破壊度4）：特殊な狭い地域にしかみられなくなる。平均存在度2.1～2.6

自然度1（破壊度5）：3種ともほとんど，または全く見られない。平均存在度1.0～2.0

以上の作業のあと，地図や市町村別存在度などを勘案して，阪神間の自然破壊の様子を画いてみると，図1のようになった。

このようにして，阪神間の自然度の様子はわかったが，アンケート調査という方法なので，あくまで客観性がないことが問題であった。しかし，その後入手した地球資源技術衛星（ERTS-A）の撮影した写真を解析することにより，都市近郊の自然破壊の様子を客観的に見ることが可能であることがわかり，その結果と図1を重ね合わせてみると，非常によく一致することがわかり，この3つの生物指標を用いて，アンケート法により求めた自然度が正確なものであることがわかった。

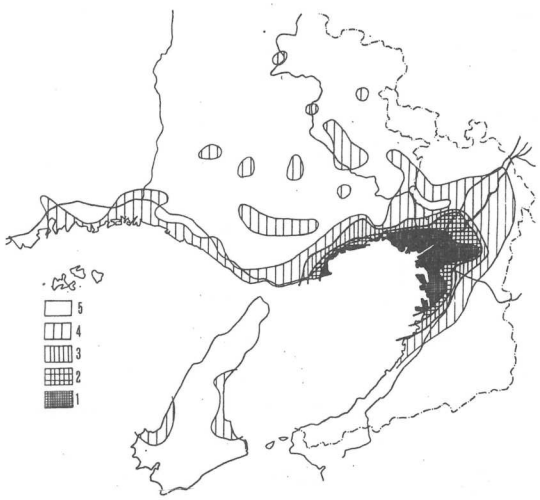


図1　ススキ，アシナガバチ，カタツムリ3種により求めた阪神地区の自然度（兵庫県の自然No.2，1972より）。

3．川西市の例

そこで，引続き委託を受けた川西市で，1974年に同様の調査を，中学生を対象として行った。川西市ではもっとよい指標生物がないかをさぐってみる試みも兼ねて，ヘビとトカゲについて，自宅付近でみられるかどうかを記してもらうことにした。さらに中学生を対象にしたので，イモリ，ホタル，ドジョウ，サワガニ，キイロスズメバチの巣，コウモリ，ウグイス，カブトムシまたはクワガタムシの8件，すなわち水に関係あるもの4件と陸上のもの4件について，見たり鳴声を聞いた所を記してもらった。配布したアンケート枚数は約3,000で回収して調査に利用できたものが1,619枚であった。

この際に非常に骨折ったことは，第1には住所を地図上に探す作業であった。幸に市の住宅関係部署より，地番の入った地図を借用して，記載されている場所を確認したが，大きな労力を要した。幸に県立川西緑台高校の生物部の諸君と，市内中学校理科担当数員有志の御協力があって，何とか，地図上に地点を確定できたが，次回の調査に当っての大きな反省材料を得た。第2の問題として判ったことは，市で利用されている地図がまちまちで，標準となるものが，なかなか判らなかったことと，当然ではあるが，メッシュを如何に切るかの問題であった。試行錯誤の結果，総理府統計局標準メッシュ（約1 km^2）を基準にすることとした。このメッシュは経線と緯線によって約1 km^2毎に区切られている。すなわち，国土地理院の$\frac{1}{5}$万の地形図が，縦横それぞれ20等分されていることになる。この標準メッシュについては，もっと広く一般に知らせておく必要を痛感した。特に環境問題を扱う場合には，土地々々によって勝手なメッシュを切るのでなく，必ず標準メッシュを用いるようにすべきものである。川西市ではこの1 km^2メッシュを4等分して，1辺約500mすなわち約0.25km^2のメッシュを用いた。ススキ，カタツムリ，アシナガバチの3種については，前述の方法を改良して，次のように自然度を等出した。すなわち，4段階の回答に

たくさんいる＝4，少しいる＝3，いなくなった＝2，いない＝1，

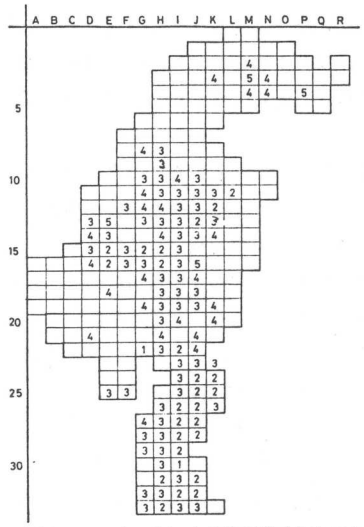


図2　アンケートによる動植物(カタツムリ，アシナガバチ，ススキ)から求めた自然度.(川西市自然環境調査報告，1976より)

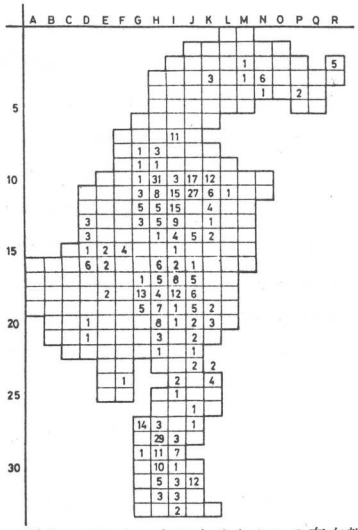


図3　アンケートによるホタルの存在報告数.(川西市自然環境調査報告，1976より)

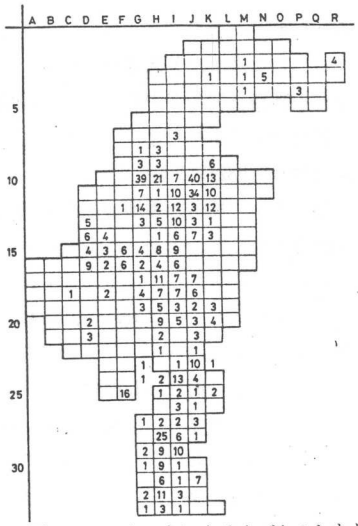


図4　アンケートによるカブトムシまたはクワガタムシの存在報告数.(川西市自然環境調査報告，1976より)

の評価点を与え，この点数をメッシュ毎に合計し，その回答数で割った商を，5段階に区切り，自然度5～1とした。すなわち，

自然度5＝4.0～3.8，4＝3.7～3.3，3＝3.2～2.7，
2＝2.6～2.1，1＝2.0～1.0

とした。この作業を各種について行い，3種の合計値を再度5段階に区切り，これを3種による自然度とし図2を得た。合計値の区切りは

5＝12.0—10.3，4＝10.2—8.5，3＝8.4—6.7，
2＝6.6—4.9，1＝4.8—3.0

である。

ヘビとトカゲについては，「見かける」と「見かけない」の区別しかしなかったので，見かける人の率をそのメッシュ内の回答数で割り，その商を自然度とした。この場合も，ススキ・カタツムリ・アシナガバチ3種から算出した自然度に非常に近い数値を得た。そして，川西市では自然度1に当る所がなく，自然度2の所は，比較的新しい団地と古くから開けた住宅密集地に見られるという，かなりはっきりした特徴が判った。そして，古い団地やゴルフ場周辺は自然度3程度であった。しかし，一方では人家のない山地がかなり広範囲にあるため，ここからの回答は全くなかった。この山地は自然度5となるべき所である。

さらに，見たり鳴声を聞いたりしたことのある種8種の設問で得られた，それぞれのメッシュの報告数からでも，自然度を推定することは可能であることがわかった。ただし，選定する種によっては，誤認も多いので，種名そのものでなくても，誰でもが知っているものを利用することが必要であり，また，人口の多い所では見た人の人数が多くなるという現象も考慮する必要も生じた。川西市の例では，イモリ（アカハラともいいます）の設問に対し，ヤモリやトカゲと思われる回答，すなわち「草むらで見ました」という回答がかなり見られた。次に水に関係するホタルと陸生のカブトムシまたはクワガタムシの回答数を図3と4に示す。ホタルではヘイケボタルか，ゲンジボタルかは回答メッシュの実状を調査せざるを得ないといった問題があった。図3と4とを比べてみると，かなりよく似ていることがわかる。すなわち，自然環境のよいメッシュだけなら，このような方法によってでも，あるていどの自然度を知ることができることが判る。しかも，図2と比べると，人の住んでいない無回答のメッシュにも数字があり居住地の近くなら，どの程度自然が残されているかも知ることが可能であった。さらに，中学生が自然とのふれ合いを求めている地域もはっきりした。なお南部の方の回答数の多いメッシュ，例えばH—28やI—24には，神社があり，社叢があるので，このような結果になったものと思われる。

このような，良好な林地や庭園があると，カタツムリやアシナガバチが普通にみられるようになり，かなり自然度の評価が高くなることも，兵庫県の例でもみられた。

4．尼崎市の例

尼崎市では，航空写真などを利用して緑被率などの調

査が行われていたが，これだけでは自然の様子をとらえたことにならず，公園部みどり課から相談を受け，市立中学校理科研究会が中心となり，1975年7月に，市立中学19校の1年生を対象にアンケート調査を行った。有効回答数は5,082校であった。

存在を示す地名，番地などを地図上から求めるのに，川西市で行った結果から，多大の労力を要することが判ったので，アンケートにメッシュに切った市域の地図を入れ，そのメッシュに矢印で，それぞれの動植物の観察地を示してもらった。

アンケートに用いる動植物については，ススキ，カタツムリ，アシナガバチ以外に，理科研究会の先生方の討論により陸生のものとして，ヘビ，トカゲ，ミノムシ，バッタの4種，水生のドジョウ，ザリガニ，トノサマガエル，メダカの4種，空を飛ぶコウモリ，カラス，ツバメの3種を，ススキなどと同じく，4段階の回答を求めてみた。地図に地点を記入してもらう方法をとったため，1人で多数のメッシュについての回答もあり，南部の埋立地の工場地帯を除き，すべてのメッシュに回答がよせられた。従って，このメッシュ地図は一応の成功をおさめたと思われる。しかし，一方で，詳細に検討してみると，そのメッシュ内に大工場がある場合には，工場敷地内に生徒が入ることがないので，実態の不明確になることも判った。

得られた結果は，ススキ，カタツムリ，アシナガバチの3種による自然度の様子は図5に示した通りで，市中央の人口密集地と南部の工場地帯が明らかに自然破壊がはげしく，この3種のほとんどみられない地帯が全市の4040%近くを占めている。一方10数年前は田園で，近年急速に宅地となった北西部と北東部にのみ自然度3の地域が約25%あることがわかった。なお，自然度3の地域には小面積ではあるが，田畑が残存している。もう1つの特徴は，西部の武庫川，京都の猪名川に沿って，自然度の高い地区が，南下していることで，都市にとって河川がよい自然を残してくれていることを明瞭に物語っている。このことは，大都市周辺に多くの「○○川の自然を守る会」を成立させる意味を考えさせられた。さらに川西市のケースと考え合わせ，尼崎市民が大気汚染になやまされることも無理ないと思われた。東海道線に沿って，自然度2の部分が拡がっているのは，鉄道の土堤にみられる自然に影響されていると考えられる。

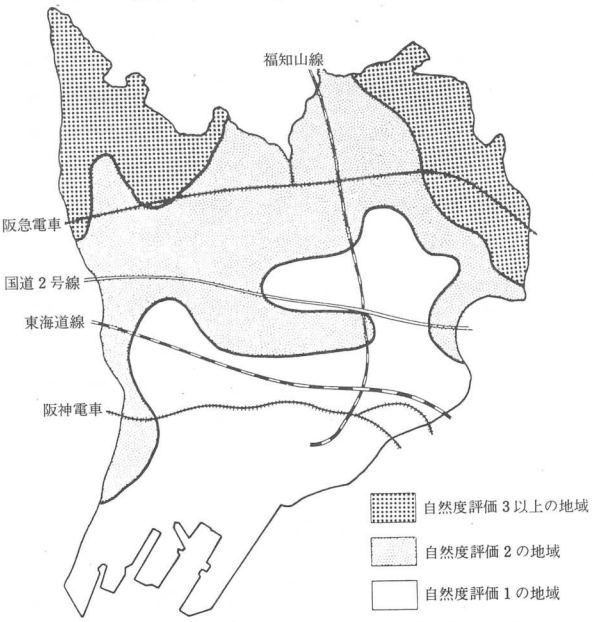


図5　尼崎市におけるススキ，カタツムリ，アシナガバチの3種による自然度．

次に，アンケートに利用した他の動物についてみると，図6，7に示したようにアシナガバチとヘビの存在度，図8，9に示したようにバッタとトカゲ（カナヘビを含む）の存在度に類似性が見られ，他の陸生のものの間にはあまり類似性のないことがわかった。ヘビとアシナガバチの関連性はよくわからないが，バッタとトカゲ（含カナヘビ）は草地がすこしでもあれば見られるということを意味しているように思われる。水生のものでは，ドジョウ，ザリガニ，メダカの存在度に類似性があり，このうちで最も生息圏のせまいのがドジョウであった。トノサマガエルについては，すべてのカエルが含まれているようで，他種との関連は少なかった。空をとぶコウモリ，カラス，ツバメでは，後2者の存在度がやや似ているが，コウモリは非常に異り，北西部の自然度3と評価され地域ではあまり見られていないという特徴があった。これはコウモリのかくれ家の有無と関係がありそうである。川西市では，旧住宅地に多く，新開の団地に少ないことや，宝塚市では，暗渠をかくれ家にしている現象があることから，推定でき，実際に尼崎の北西部には，このようなかくれ家の環境が少ない。鳥類ではアンケートを読取っても，必ずしも自然の様子を表わしているとはいえない。すなわち，カラスはゴミの多い所によく見られるし，ツバメでは餌場の有無と営巣地が関係するようで，川西市ではゴルフ場ができて，かえって増えたといわれ，大阪の淀川近く十三のような繁華街でさえ営巣がみられることから，自然度との関連は薄いと考えられる。

5．おわりに

自然度を測定するためには，色々な方法が考えられる

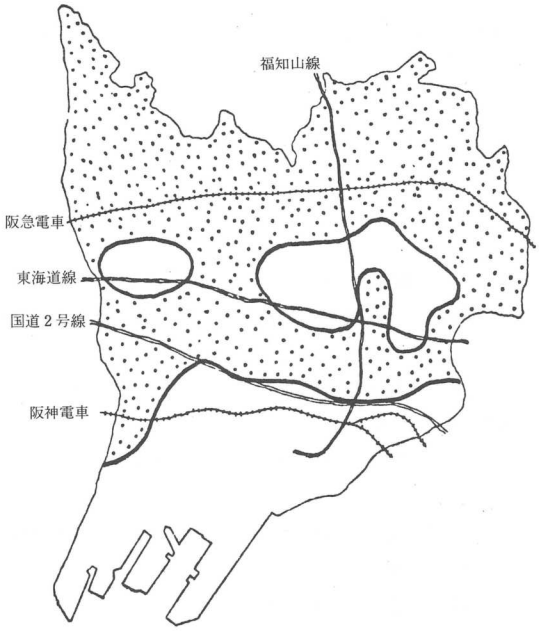


図６　尼崎市におけるアシナガバチの存在状態．

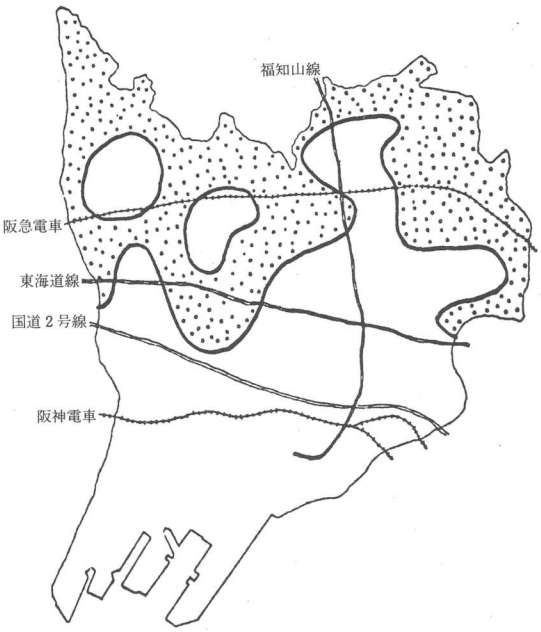


図７　尼崎市におけるヘビの存在状態．

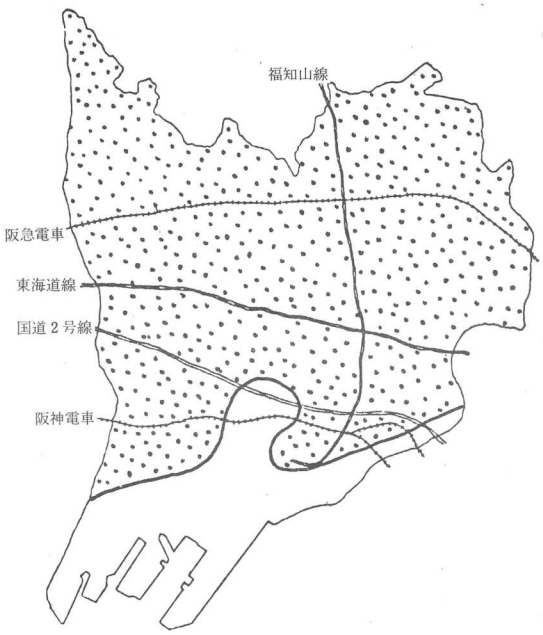


図８　尼崎市におけるトカゲの存在状態．

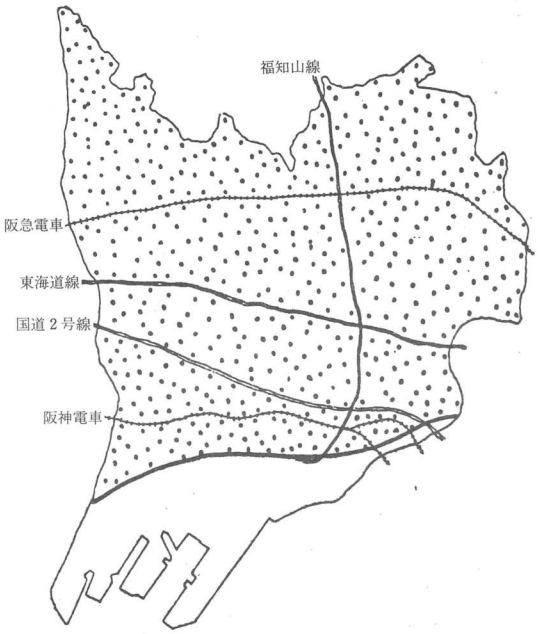


図９　尼崎市におけるバッタの存在状態．

が，兵庫県自然保護協会では，多くの人々にアンケートを求め，それを集計することによって，自然度を求めてみる試みを行った。まだ，試行錯誤の段階ではあるが，一応，ススキ，アシナガバチ，カタツムリの多少を問うことにより，かなり正確に自然度を表わすことができることを立証し得た。アンケート法は，多くの人々に改めて自然に対する関心を呼びおこす点で，一種の自然保護教育の役目を果たしているものと考えられる。

この3種から算出した数値に基いたものを，自然度の目安とすると，この自然度と最も相関の高いものはアシナガバチで，係数は0.5前後であり，ススキが最低で，係数は0.3ぐらいとなる。従って，アシナガバチのみのアンケートでもかなりの程度自然度を知ることは可能である。

その他，だれでも知っていそうな動物，ヘビやトカゲあるいはウグイス，ホタルなども利用できるが，もうすこし検討の余地はありそうである。なお，ホタルについては，西宮市で，小・中学生に対し行ったアンケート調査があり，その結果では，同一地域の小・中学生の回答には差がなく，ヘイケボタルの回答も多かったが，河川の汚濁が推定できることが報告されている。

終りにアンケートに限らず，メッシュ法を用いて自然度などを表わす場合，必ず経線・緯線に沿ってメッシュを切る必要のあることを強調しておきたい。すなわち，約1 km^2は，国土地理院の地形図$\frac{1}{5}$万を用い，従横を20等分することによって得られ，それを基準にして広くしたり狭くしたりすることができる。また，市町によっては，航空写真から作図させた独自の地図を持っているが，これは国土地理院の地図とかなり異る場合があることも心得ておいて頂きたい。

文　　献（年代順）

1．兵庫県自然保護協会調査部：ひどい阪神地域の破壊 兵庫県の自然No.2，1972。

2．日本自然保護協会関西支部・兵庫県自然保護協会：ERTS-A（地球資源技術衛星）の資料にもとずく近畿地方とくに京阪神地域を中心とした自然破壊状況のひろがり，1972。

3．川西市：川西市自然環境調査報告書Ⅱ．自然環境基礎資料，1976。

4．尼崎市立中学校理科研究会：動植物から見た尼崎市の自然，1976。

5．自然環境調査グループ：西宮の自然，その3.生物指標による西宮の自然，研究紀要（西宮市教育研究所）157号，1977。