

自然再生のための  
**生物多様性モニタリング**

---

鷺谷いづみ [編]  
鬼頭秀一



## 第5章

# ため池の 生物多様性評価

高村典子

### 1. 淡水域の生物受難の時代

この50年間に、私たちを取り巻く環境はすさまじい勢いで変化している。こうした変化は、もとはといえば経済活動の変化や技術革新、そしてそれらに大きく依存して手に入れた「便利」で「安全」で「快適」で「豊か」な、生活スタイルへの変化からきたものである。局所的に生起し、加害者と被害者が特定できる公害から始まった私たちの環境の問題は、いまや、ひとりひとりの生活スタイルや考え方が、地球温暖化をはじめとして、地球上すべての生命体の運命を左右するほど大きな問題へと発展している。こうした認識がまちがっていないことは、生態系の改変が人類の福利に与える影響を評価したミレニアム・エコシステム・アセスメント (MEA 2005) でも、科学的に裏づけられた。人類は、食料・飲料水・木材・繊維・燃料の需要に応えるために、過去50年以上にわたり、歴史上これまでにないほど急速で広範に生態系を改変したことが示されている。

生態系の改変は、必然的にそこに生きる生きものたちに影響をおよぼし、生物相やその分布を大きく変えた。そして、そのような生物の変化が、物質循環をはじめとする生態系のプロセスを大きく変えている。たとえば、わずかこの200-300年間の生物種の絶滅速度は、化石の記録から推定した過去の推定値の約1000倍と見積もられている。調査が完了した生物のグループだけをみても、絶滅に瀕している種類は、鳥類で12%、哺乳類で23%、針葉樹で25%、両生類で32%、ソテツの仲間では52%に達している。地域に特徴的な種が失われつつあること、および、人がほかの地域からもちこんだ移入種が蔓延していること、この2つがおもな原因となり、地球上の生物種の

分布が均一化してきていることが指摘されている。

生きものの受難は、淡水域で際立って現れている。1970年から2000年の間における、森林・海洋・淡水の各生態系に生息する主要動物種の個体群数の減少傾向を評価したところ、淡水種では54%と森林種(15%)や海洋種(35%)よりも大きな減少率を示した(WWF 2003)。これは、淡水域が人間活動によるダメージをもっとも大きく受けていることを示している。

淡水は、すべての生きものにとって必要不可欠な資源である。地球上には約14億 $\text{km}^3$ の水がある。しかし、ほとんどは海水で、淡水はたったの2.53%しかない。しかも、その99.99%は南北極の氷や地下水として存在している(UNEP)。私たち人間は、いろいろな面で、この少ない水資源にことのほか依存した生活を送っている。人間活動が大きくなれば、必然的に多量の水が必要になる。人が使いやすい水は、流水ではなく止水である。そのため、私たちは、古い時代ではため池を、20世紀に入ってから大型ダム(堤高が15m以上)を急激に増やしてきた(ダム便覧 2005)。天然湖沼も流出部に堰を設け、ダムのような運用をしてきた。一方で、明治・大正時代に全国で2110.6 $\text{km}^2$ 存在していた湿地は、現在、その61.1%にあたる1290 $\text{km}^2$ が失われている(国土地理院)というデータが示すように、すぐに使える水を貯えることのない湿地をつぶしてきた。淡水の生きものたちは、このような生息域の改変に加え、化学物質(農薬など)、外来種、漁獲圧、富栄養化(過栄養化)、地球規模での気候変動などにもさらされながら生活しており、その存続が著しく脅かされている。

## 2. ため池の生物多様性とその危機

ため池は、稲作のための灌漑用水を確保する目的で築造された、わが国特有の淡水環境である。日本には、瀬戸内と近畿地域にとくに多くのため池が分布している。農業を取り巻く状況の変化により、現在ではため池の数はかなり減ってはいるが、それでも全国に20万強はあるとされる。日本にある天然湖沼の数が、その面積が0.1ha未満の小さいものを含めても、たかだか1000足らずであることを考えると、ため池の数は圧倒的に多いといえるだろう。これら膨大な数のため池は、わが国の多様な淡水生物の生活場所と



して重要な役割を果たしている。

日本列島は古代には秋津洲<sup>あきづしま</sup>とよばれたように、トンボ相が驚くほど豊かである。日本でみられるトンボの種類数は、イギリスの53種、ヨーロッパ全域の約160種(杉村ら1999)をはるかにしのぐ約200種にもものぼり、そのうちの約80種がため池をおもな生息場所に行っているといわれている(高崎1994)。日本でもっともため池の多い県の一つである兵庫県には121種の水生植物が生育しているが、その約4分の3に相当する92種がため池に生育する(角野1998)。さらに、その約半数の44種は河川や水路には生育せず、ため池だけに生育しているという。こうしたデータだけからみても、ため池は生物相が豊かな水域であり、かつ、独自性の高い水辺環境であると評価できる。

ところが、ため池をおもな生息場所とする約80種のトンボのなかでは、現在、その1割にあたる8種が絶滅危惧種に指定されている(環境省レッドデータ2004)。オオセスジイトトンボ、オオモノサシトンボ、マダラナニワトンボ、ベッコウトンボが絶滅危惧I種(絶滅の危機に瀕している種)に、ベニイトトンボ、コバネアオイトトンボ、オオキトンボ、ナニワトンボが絶滅危惧II種(絶滅の危険が増大している種)に指定されている。わが国の絶滅危惧種のうち、脊椎動物のグループ(魚類、鳥類、両生類、爬虫類、哺乳類)の割合は全体の10-25%と高い値を示している。しかし、昆虫類ではそのパーセンテージは0.5%ぐらいなので、ため池のトンボの1割というこの数値は、昆虫類全体からみると際立って高いと考えられる。

一つのため池にいるトンボの種数と種構成は、ため池によってかなり違いがあるとされる(上田1998)。いいかえると、トンボは種類によって異なつたため池環境を生息地として選択している。ため池をおもな生息場所とする8種のトンボが絶滅に瀕しているということは、これらの種類が好む「ため池の環境」が、急速に失われたことを意味するだろう。

水生植物については、神戸大学角野康郎教授が兵庫県東播磨地方の数百ものため池に出現した水生植物を丹念に調べたデータがある。それによると、水生植物の種数は1980年前後から1990年のわずか約10年の間に、多くのため池で顕著に減少している(角野1998)。さらに、1998-1999年の追加調査から、その傾向が一段と進んでいることが明らかにされた(角野2000)。

ため池の生物多様性の保全に水生植物種がきわめて大きな役割を果たしていることは後で述べるが、このデータは、この20年足らずのわずかな期間に、水生植物種だけでなく、この地域のため池の生物多様性が著しく減少してきていることを明確に示している。

### 3. 生物多様性の宝庫の舞台裏

ため池は、もともとは人間が築造した人工的な池である。それが、生物相の豊かな、かつ、独自性の高い淡水環境になりえたわけを知るには、ため池築造の歴史やその環境について考えてみる必要があるようだ。

日本で稲作が始まったのは縄文時代後期といわれているが、ため池の築造が始まったのは、おおむね4世紀ごろと考えられている。4世紀に在位した仁徳天皇陵の周囲にある環濠は、現在も灌漑用水池として利用されている。日本書紀には河内国に依網池<sup>よさみいけ</sup>、大和国に苜坂池<sup>かりさかいけ</sup>と反折池<sup>さかおりいけ</sup>を築造したとの記録がある。古事記にも依網池と酒折池を築造したとの記録がある。これらが、日本におけるため池築造の最古の記録とされる。4世紀末には、近畿地方のみならず、全国に800余りのため池が築造されていたらしい(谷 2004)。兵庫県でもっとも古いため池は岡大池(現在の天満大池)で、675年ごろ築造されたとされる。大規模なため池(面積138.5ha、総貯水量1540万t、築造当時の堤高21m)として有名な香川県の満濃池は、大宝年間(701-704年)に築造されている。

ため池の多くは、集落や小規模な水利組織や個人などによって管理されてきた。この管理体制は、基本的に現在でも同様である。これは、公的に管理されている河川(湖沼を含む)と大きく異なる点である。そのため、すべてのため池の数、堤高、面積、貯水量、築造、改廃、改修などについて、正確に知ることはむずかしい(内田 2003)。全国のため池の概観を知る資料としては、農林省が1952-1954年度に作成したため池台帳と、農林水産省が1979年度と1989年度に作成したため池台帳がある。これら3資料についても、主たる調査対象池の受益面積が、1952-1954年度は5ha以上のため池、1979年度は1ha以上、1989年度は2ha以上と異なる。そのために、ため池の現在の状況はもちろんのこと、この数十年の変化についても正確にとら



えることは困難である。なお、本章ではため池の存在形態に関するデータは、内田 (2003) が整理したため池台帳の数値を用いている。

昭和 30 年代 (1955-1964 年) という、まだ干拓事業がさかんに行われ、水田を増やしていたころである。ため池の数も、そのころまでは耕地面積や水田面積の増加と連動して右上がりに増え続けてきたと考えられる。谷 (2004) は、古代から現在にいたるため池の数の変化を、比較的規模の大きいため池 (受益面積 5 ha 以上) だけを対象にしたデータから、大まかに類推している。それによると、ため池の築造は、江戸時代にさかんになったようで、それ以前の時代に比べてその数が飛躍的に増えている。高松藩では郡村ごとにため池の悉皆調査を行っている。1645 年に 1372 カ所 (讃岐国大日記)、1686 年に 1953 カ所 (翁媪夜話)、1797 年に 5555 カ所 (池泉合付符録) とその数は増加したことが、こうした資料により知ることができる (長町 2004)。受益面積 5 ha 以上のため池の数がもっとも多いのは、記録としては 1952-1954 年 (48956 個) で、それ以後は減少に転じている。1952-1954 年から 1989 年 (34917 個) の 40 年足らずで、14000 個ものため池が減った勘定となる (1 年に約 350 個の割合)。この減少は、おおむね耕地面積や水田面積の減少とも連動している。

こうしたことから類推すると、1952-1954 年度のため池台帳に掲載されているデータは、日本にもっともため池がたくさんあったころの状況を反映したものと考えることができそうである。当時、全国におおよそ 29 万個のため池があり (表 5.1)、それらの延受益面積は 112 万 ha であった。これは、総水田面積の 36.8% にもおよぶ勘定になる。ため池は、瀬戸内と近畿に集中的に分布しているものの、50 年前の日本では、ならしてみても全国の水田の約 3 分の 1 がなんらかのかたちでため池を通った水を利用していた。

ため池は、そのほとんどが土を主材料とするアースフィルダムで、古墳時代から長い間、経験的な技術にもとづき築造されてきた。現在残るため池の築造年代の多くは不明とされているものの、約 7 割は江戸時代以前に、残りの約 3 割が明治以降に築造されたと考えられている。ほとんどのため池は、堤高が 5 m 未満、貯水量が 5000 m<sup>3</sup> (水深 1 m と仮定すると 0.5 ha) 未満の小規模なため池である。表 5.1 に示すように 5000 m<sup>3</sup> 以下のため池数が、1952-1954 年度は全ため池の 88%、1979 年度は 80%、1989 年度は 80.5%

表 5.1 貯水量別に示したため池の個数

時 期 (年)	1952-1954		1979		1989	
調査対象ため池 (受益面積) 貯水量	(5 ha 以上)		(1 ha 以上)		(2 ha 以上)	
	個数	比率	個数	比率	個数	比率
-5000 m <sup>3</sup>	12968	0.26	48451	0.50	27129	0.39
5000-10000 m <sup>3</sup>	10842	0.22	17515	0.18	13632	0.20
10000-30000 m <sup>3</sup>			19373	0.20	16788	0.24
(10000-100000) m <sup>3</sup>	21958	0.45				
30000-100000 m <sup>3</sup>			9255	0.09	8263	0.12
10万-100万 m <sup>3</sup>	2461	0.05	2757	0.03	2609	0.04
100万-	111	0.00	213	0.00	432	0.01
不明	628	0.01				
計	48968		97564		68853	
5 ha 以上のため池数	48956		46124		34917	
全ため池数	289713		246158		213893	
5000 m <sup>3</sup> 以上のため池	36000		49113		41724	
5000 m <sup>3</sup> 以上のため池/全ため池		0.12		0.20		0.20

を占めている。

ため池では、昔は、かいぼり、泥さらい、藻とりなどをして、池の底泥や水草を田畑の肥料として利用した。また、秋の収穫時にはコイやフナを漁獲して食べていた、という話はよく聞く。こうした行為は生態学的にみると、定期的に池に攪乱を与え池の水深を保つことで、水生植物群落の遷移が進むことを阻む効果もあっただろう。また、底泥を還元的な状態から酸化的な状態にする効果などがあつたかもしれない。池から魚や水草、底泥を取り除くことは、窒素やリンの栄養塩を取り除くことになるため、意図せずして池の水質浄化にも役立っていた。

このようにみえてくると、ため池は、人がつくり利用することで維持されてきた身近で豊かな自然であるといえるだろう。ため池を生活の場としている生きものたちは、最初は水田を含む周辺の湿地から移動してきたのであろうが、百年から千数百年という年月をかけて命を繋ぎながら、しだいにため池とその周辺環境に適応し、その土地固有の生物相をかたちづくってきたと考えることができるだろう。

日本では、「池」というと農業用ため池をさすのが一般的である。これは、ため池の数が圧倒的に多いからだろう。外国の文献では、テンポラリーポ



ドという言葉がよく使われている。イギリスの人たちは、池を「1年のうち4カ月あるいはそれ以上水をたたえ、面積が1m<sup>2</sup>から2haの間の人工あるいは自然の水域」と定義している。イギリスでは、こうした水域は、20世紀の100年間にその約75%が失われ、20世紀最後の15年間でみても毎年1%ずつ、その数が減少した。しかし、この池に、イギリス全土で見られる淡水無脊椎動物約4000種の3分の2が生息していることがわかっている。さらに、このなかで絶滅危惧種に指定されているのは、池を生息場所としている種類が圧倒的に多いというデータが示されている (The Pond Conservation Trust 1999)。このように、多数の、小さく浅い、しかも、おのおの異なる適度な攪乱がある淡水域は多様な生きものを育むことができる淡水環境である。

#### 4. ため池の生物多様性を計る

ため池は古代からの長い歴史のなかで、現在、大きな転換期を迎えている (内田 2003)。ため池を今後どのように維持し、管理していくのかについては答えの出ていない問題であるが、それともかかわりながら、最近では、ため池の多面的機能が見直されている。それは、昨今のため池の潰廃とそれを誘引している農業の衰退などの社会的背景から生まれたものであろう。

内田 (2003) は、これまでのため池に関する研究をもとに、ため池のもつ多面的機能 (生態系サービスともいう) を、利水機能、環境保全機能 (自然環境保全機能と防災機能)、親水機能と大きく3つに分類している。そのなかの自然環境保全機能としては、「地下水の涵養と水質浄化」「気候の緩和」と並んで「生態系の保全」をあげ、ため池が二次的自然として多様な生物を育む場であることを指摘している。しかし、皮肉なことに、私たちは、ため池がもつ生物多様性保全の機能を活かそう、と気づいたと同時に、ため池がその機能を失いつつある危機的な状況にあることにも気づかされた。そのため、ため池の生物多様性を科学的に評価する研究を行うと同時に、生物多様性の保全や回復をめざした再生にも着手することが急務になっている。ため池に生育あるいは生息する生きものについては、浜島ら (2001) にまとめて紹介されているが、生物群集からみたため池の評価や保全については、角野

(1998, 2000) と上田 (1998) がまとめた内容が、そのほとんどであろう。

私は、2001年から数名の共同研究者とともに、ため池密集地域で、かつ、水生植物種の多様性が急速に減少してきている兵庫県南部（神戸市、加古川市、明石市、三木市、小野市、稲美町、社町）において、ため池の生物多様性の保全に関する調査を実施している。以下に、その一端を紹介する。

### (1) 調査対象とする生物

ため池には、さまざまなグループの生きものが生活している。サギなどの鳥類、カメなどの爬虫類、カエルなどの両生類、コイやフナなどの魚類、ヤゴやゲンゴロウなどの水生昆虫、スジエビなどの甲殻類、貝、淡水海綿、淡水苔虫、ヨシやヒシなどの大型水生植物、そして、顕微鏡サイズでは、ワムシ、原生動物、藻類、細菌などである（浜島ら 2001）。

生物多様性の保全において、どのような種に注目して調査すべきかについては、鷲谷・矢原（1996）に以下のように説明されている。

**生態的指標種** 同様の生育場所や環境条件要求性をもつ種群を代表する種。

**キーストーン種** 群集における生物間相互作用と多様性の要をなしている種。そのような種を失うと、生物群集や生態系が異なるものに変質してしまうと考えられる。

**アンブレラ種** 生育地面積要求性の大きい種。その種の生存を保障することで、おのずから多数の種の生存が確保される。生態的ピラミッドの最高位に位置する消費者がこれにあたる。

**象徴種** その美しさや魅力によって世間に特定の生育場所の保護をアピールすることに役立つ種。

**危急種** 希少種や絶滅の危険の高い種。生育・生息のためもっとも良好な環境条件を要求する種を保護することで、多くの普通の種の生育条件が確保される。

以上のような種については、その種の保全を追究することによって、地域の生物多様性の保全そのものに貢献することが大きい。こうした考え方を参考に、私たちはトンボ群集を対象に評価を行った。トンボの種数と種構成は、ため池によって異なる。そのため、設定した調査地域に存在する、さまざま



なタイプ（環境）の複数のため池について、おのおのの池のトンボ群集がため池とその周辺環境をどのように利用しているのかを明らかにし、かつ、トンボの種類が多い池や少ない池の環境要因の違いが特定できれば、おのずと保全すべき環境がわかると考えた。さらに、トンボの成虫は殺して標本にしなくともデータがとれる。これも大きな利点である。

## （2）対象生物に適した空間スケールと環境変数の選定

私達のおもな調査地である東播磨地域（1161.5 km<sup>2</sup>）には、8188 のため池があるとされる（兵庫県農地整備課による 1998 年現在の数字）。これは 1 km<sup>2</sup> あたり平均 7 個のため池が存在することになる。私達は、おおむね東西に約 20 km、南北に 30 km の範囲内に位置する 35 池を調査対象に選んだ。調査池は、この地域のため池の特徴が反映されるように選定した。つまり、里山地域、田園地域、市街地域のそれぞれに調査池が満遍なく配置されるように、さらに、おのおのの地域について、植生がまったくない池、抽水植物群落が発達する池、浮葉植物群落が発達する池、と異なった植生の池が満遍なく含まれるようにした。

ため池のトンボがどれぐらい移動するものなのかについては、数種のトンボで推定され、移動距離が 1 km 程度との報告がある（守山 1993; 守山・飯島 1989）。他方、ある種のトンボは海を渡るともいわれ、1 km をはるかに超える移動距離をもつものと推測される。これらを参考に、それぞれの調査ため池の周囲から半径 10 km ぐらいまでの土地被覆を測定することとした。

トンボ成虫の生息に適した池を、高崎（1994）は「成虫の生息場所となる<sup>も</sup>林をひかえ、日あたりよく、水草、周囲の草本、灌木も豊富な遠浅の池」と表現している。そこで、ため池周辺の樹林、草地、水田、水域などの土地被覆、ため池のなかの抽水・浮葉・沈水といった生活形の異なる水生植物の種類と被度、池の日あたり、池の形状などを定量化することとした。これらは、既存の植生地図、ヘリコプターから撮影した空中写真、2500 分の 1 の土地利用地図から定量化した。幼虫の生息にかかわる環境変数としては、成虫で測定する環境変数に加え、富栄養化（全窒素量、全リン量）や池の生産性（クロロフィル a 量）を指標する水質項目、底層の溶存酸素濃度や pH、捕



食者（コイ、オオクチバス、ブルーギル、アメリカザリガニ）の個体数を現地調査により数値化した。農薬の有無や冬の池干しなどの情報は、農家への聞き取りから点数化した。

## 5. 多様な生物を育むため池とはどのようなため池か

図5.1は、トンボの種類がもっとも多かった池ベスト3（写真左列）、少なかった池ワースト3（写真右列）、そして、市街地に囲まれているにもかかわらず、比較的種類が多かった池3つ（写真中央列）の夏の空中写真（撮影：スカイマップ）を示した。ベスト3の池では、1年を通じて29-30種のトンボ種が観察されたが、ワースト3の池では6種にとどまった。ベスト3の池とワースト3の池を写真で比較してわかるように、前者は池の近くに里山があり、さらに池のなかに水生植物群落があるのがわかる。それにひきかえ、後者は池に植生がまったくなく、池の周囲はコンクリート護岸で囲まれ

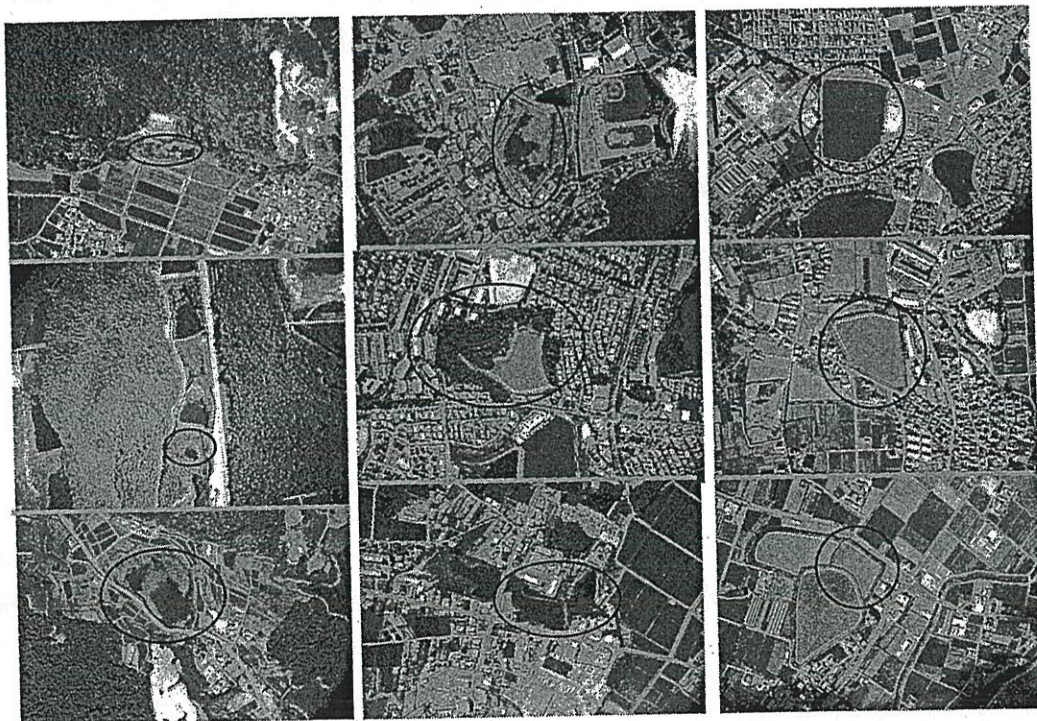


図5.1 左：出現するトンボの種類がもっとも多いため池の景観，右：出現するトンボの種類がもっとも少ないため池の景観，中央：市街地にもかかわらず，出現するトンボの種類が比較的多いため池の景観。



ている。水の色が緑なのはアオコが発生していたからである。写真中央の3池は、ため池周辺の土地被覆の特徴がワースト3の池と大差がないにもかかわらず、14-19種のトンボが出現している。両者の違いは、池周辺に樹木があり、かつ、池内に水生植物群落がある点だと考えられる。この地域では、たとえ市街地のため池であっても、池の植生と池周辺の樹木などに配慮することで、池でみられるトンボの種類が回復する可能性があることを示している。成虫個体数をもっとも多い池では、1年間に754匹もの個体が観察された。一方、少ない池では1年間に観察された個体総数は10個体以下という貧弱なものであった。

ため池のトンボの種数は、測定した環境変数のなかから、おたがいに相関が低い、つぎの4変数の重回帰式として表すことができた。それによって全変動の81%が説明できた。すなわち、「ため池周囲から半径200mの森林面積」「池の水生植物種数」「コンクリート護岸をしていない草が茂っている堰堤の長さ」は正の相関があり、「水中の窒素濃度」とは負の相関があった。この4変数のなかでは、トンボの種数は池の水生植物種数ともっとも高い相関を示し、これだけで全変動の53%を説明した。そのため、多様なトンボの生息場所になっているため池は、多様な水生植物種が生育している池でもあるといえる。

## 6. 環境要求性が強い種類の保全について

視覚に頼ってのトンボ成虫の生息地選択は、経験的に、まず、高度5-20mから川や林などを見分けるような広域レベルから、つぎに高度0.5-5mから幼虫の生息場所を捜すレベル、最後に高度0-0.5mで産卵場所を選択するようなレベルというように、階層的な方法で行われているといわれている(Wildermuth 1994)。私たちの調査からも、この地域のため池のトンボ成虫が、基本的に、これと同じような生息地選択をしていると考えられる結果が得られた。

この地域に観察されたトンボ種の分布の変動をもっともよく説明するトンボの性質は、トンボ種に特異な移動性や森林要求性であることがわかった。2番目は、トンボ種の産卵場所や幼虫の生息場所であった。トンボはまず、



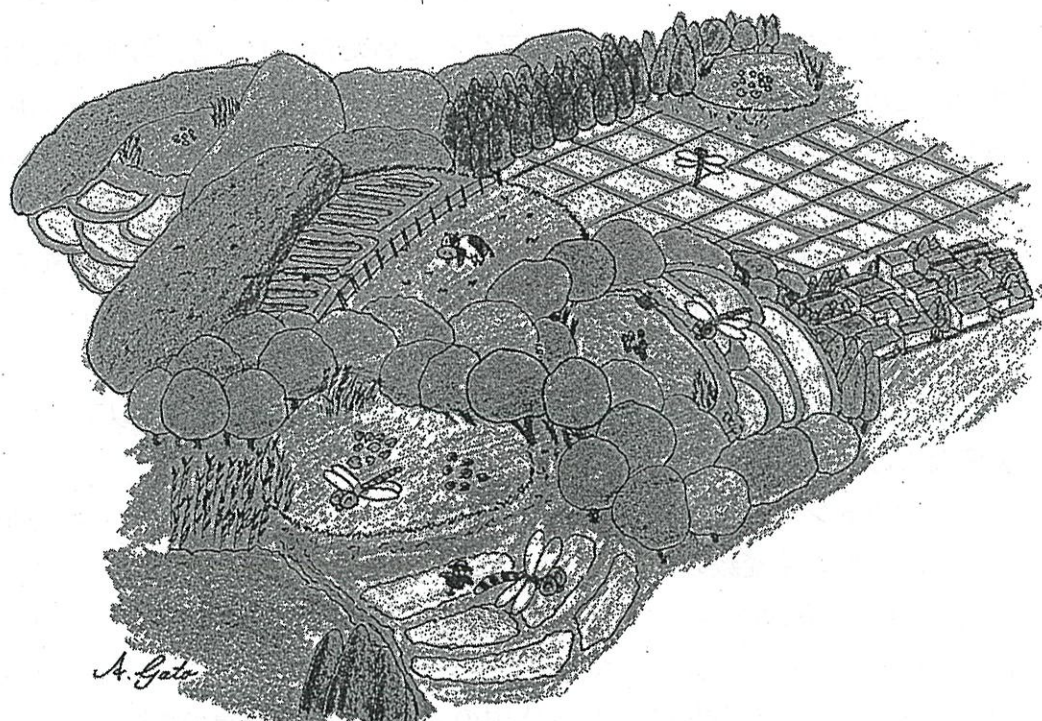


図 5.2 生息地を選ぶトンボの眼——その1 (イラスト：後藤章)

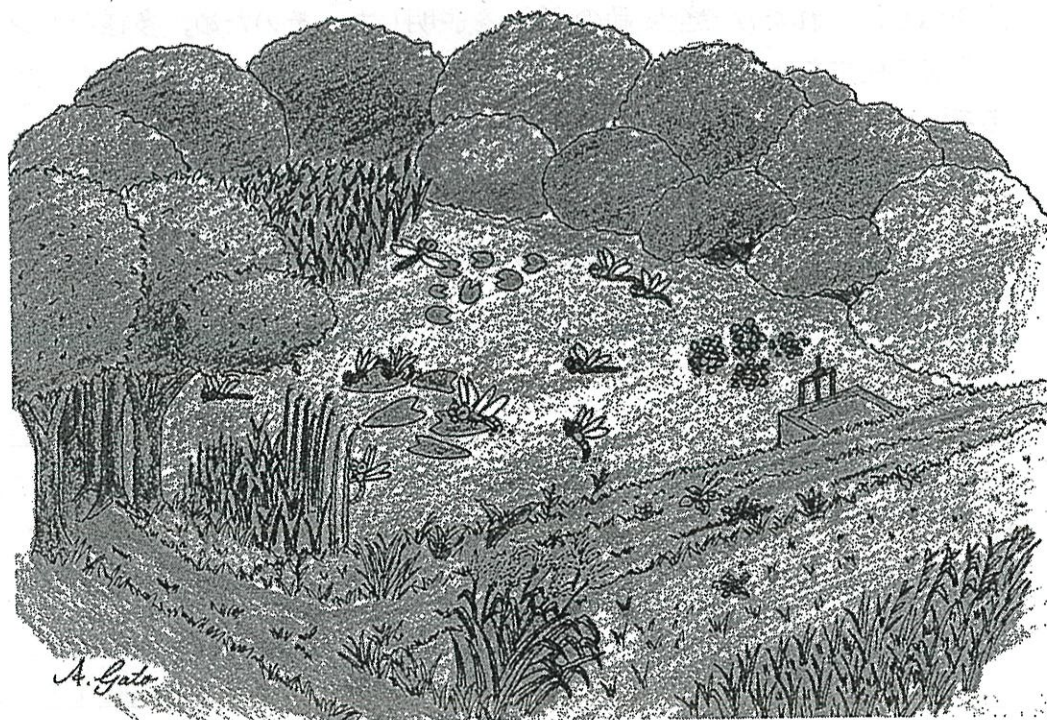


図 5.3 生息地を選ぶトンボの眼——その2 (イラスト：後藤章)



比較的広域の空間スケールで水域や林などを判別し、景観レベルの生息場所を選択している(図5.2)。つぎに、より狭いスケールで卵を産みつける場所などを選択する(図5.3)。

最初のトンボ群集の分布傾度に対応するため池環境として、もっとも高い相関で選ばれた変数は、「ため池周囲から半径200mの森林面積」と「ため池周囲から半径10mの草地面積」であった。わかりやすくいうと、森林要求性が高く、あまり移動しないトンボ種は、周辺数百mにある程度の面積の森林があるため池にいる。一方で、移動性が高く、森林要求性の低い種類は、日あたりのよい開けた水田地帯で、堰堤一杯に草が生い茂っているような池を選んでいることが示された。2番目のトンボ群集の分布傾度に対応するため池環境として、もっとも高い相関で選ばれた変数は、「水生植物種数」と「抽水植物群落面積」であった。水生植物に卵を産みつけるイトトンボの仲間は、ため池の水生植物種の多い、もしくは、ヨシなどの抽水植物群落面積の広い池に分布することが示された。

こうしたトンボ種の生息地選択の違いを考慮すると、里山地域にある植生豊かな池と田園地域にある植生と堰堤に草地があるような池は、この地域に現存するトンボ群集の生物多様性を維持していくうえできわめて重要な池であることが示唆される。たんにトンボの種数だけに着目して保全を行うと、新たな絶滅危惧種を生み出す可能性がある。

現在の調査からは、残念ながら、すでに個体数が少なくなってしまった絶滅危惧種が好むため池の環境特性を十分に解明することはできない。絶滅危惧種については、過去の生息地を調べ、生息が記録されていたため池とその周辺環境の地形や気象条件から、その種の潜在的な生息地域を推定する作業が必要である。そして、推定された地域を保全地区と決め、そのなかで個々の池とその周辺環境の再生を考えていく必要がある。

## 7. ため池の生物多様性を減少させている要因

角野(1998)は、この地域のため池の水生植物群落が消滅した原因として、ため池の埋め立て、コンクリートの張りブロックによる護岸などの改修工事、水質汚濁の進行、ソウギョの放流やアクアリウムブームで導入された外来の

水草の繁茂などをあげている。これらは、直接的に生物多様性の減少を引き起こす要因であるが、その背景にはさまざまな社会的な要因が存在している。ここでは、おのこの要因について簡単に考察した。

### (1) ため池の数の減少

すでに述べたが、1952-1954年度に29万個と記録された全国のため池総数は、1979年度は25万個、1989年度は21万個と減少速度を速めている(表5.1)。ため池数をもっとも多い兵庫県では、1970年ごろから右下がりの傾向を示し、1997年以降、その減少にますます拍車がかかっている(表5.2)。ため池密度が日本一高い香川県でも同様である(表5.3)。

ため池のほとんどは、面積が0.5 ha未満の小規模なため池である。そのため、ため池数の減少は単純には総貯水容量の減少に結びつかない。というのは、貯水量が100万 $\text{m}^3$ 以上のため池数は、1952-1954年度は111個、1979年度は213個、1989年度は432個と確実に増えているからである。堤高が30 m以上のため池数でも、同様に90個、204個、230個と増えている。内田(2003)の分析では、受益面積が5 ha以上についてのみ1952-1954年度と1979年度を比較すると、全国のため池の有効貯水量は、むしろ増加しているのである。

香川県で1985年(昭和60年)以降2000年までに消失したため池を、その貯水量別でみると、その8割が1000 t未満の小規模なため池であり、逆に、50000 t以上の大規模なため池は5カ所増加している。その結果、数は11.5%減少しているものの、総貯水量の減少は0.3%にとどまっている(四国新聞編集局2000)。地域ごとに事情は違うであろうが、全般的には、大規模なため池の築造に伴って小規模なため池の統廃合が進んだのである。

表5.2 兵庫県におけるため池数、水田面積の変化

	ため池数	水田面積 (ha)	出典
1952-1954年	55685	97794	農林省農地局資源課(1955)
1966-1970年	55537		兵庫県農地整備課(1971)
1979年	54187	88200	農林水産省構造改善局防災課(1978)
1989年	53100	81300	農林水産省構造改善局地域計画課(1991)
1997年	44293		兵庫県農地整備課(1997)



表 5.3 香川県におけるため池数 (四国新聞社調べ)

	ため池数
1970年	18620
1985年	16304
2000年	14619

生物多様性の保全にとって、「現在さかんにつくられている貯水容量の大きなため池1つ」と「それと同じ容量の複数の小さな古いため池」のどちらがよいかについては、かりにため池の歴史性の問題を無視するとしても、生態学的視点からいえば明らかに後者が優れている。貯水容量が大きくなることで、水生植物群落が生育する遠浅の水域面積が大幅に縮小され、植生に依存して生活している多様な生きものたちが生活場所を失うことになるからである。

## (2) コンクリートの張りブロック

コンクリート護岸やコンクリートの張りブロックは、水生植物群落の生育を阻害することに加えて池周辺の草地をなくすことの2点において、ため池の生物多様性を著しく減少させる要因である。私たちの調査では、トンボ幼虫がまったく採れなかった池が、35池中10池に認められたが、このうちの6つは、ため池周囲が100%コンクリートで囲まれた池であった(そのほかについては、農薬や捕食者——おもに、アメリカザリガニ、ブルーギル——が幼虫の生活に影響を与えている可能性がある)。

生きものに徹底的なダメージを与えるコンクリートの張りブロックは、ため池の改修に伴って増加したと考えられる。1989年度のため池台帳(2ha以上の受益面積をもつため池を対象)から、ため池の改修は、主として1965年(昭和40年)以降に実施されてきたことがわかる(未実施48470, 昭和20-30年代に実施2919, 昭和40年以降に実施17464)。老朽化したため池の改修は、高度成長期が一段落したころには大きな社会問題となっていたようで、1982年(昭和57年)に老朽ため池整備便覧(農林水産省構造改善局防災課編集協力)が発刊されている。そこには、「約25万ヶ所に及ぶ全ため池数の75%は築後100年以上を経過しており改修を必要としているもの

が約 20000 ヶ所にも及ぶ」 「時代の要請により、老朽ため池整備について、独自の技術基準を示す必要性がある」 などが発刊の動機として述べられている。このなかに、「上流斜面の保護工は、1/2 貯水位から設計洪水位+風波高までは、捨石、石張り又はコンクリートブロック張等を施すこと」「保護工の材料は、捨石が最良であるが、入手難であるため、コンクリートブロックを用いることが多い」と記されている。そのため、本便覧発刊以降には、ため池の改修工事の標準的な方法として、コンクリートの張りブロックが多用されたのではないかと考えられる。

なお、土地改良事業設計指針の「ため池整備」に関しては、平成 17 年度にため池改修設計の考え方として、環境との調和に配慮する内容が大幅に取り入れられる予定である（谷 私信）。

### (3) 水質汚濁

一般に、ため池の後背地が森林であるような谷池の水質は、飲み水としても利用できるほど良好である。聞き込み調査によると、河川などから引き水をしている市街地地区のため池では、その水質は一時期に比べ、たいへんよくなったとのことである。私たちの調査では、東播用水（昭和 45 年から平成 4 年にかけて、加古川の東にそれと並ぶように整備された大型農業用水路。おもに大川瀬ダムと吞吐ダムから水を引いている）だけを用いている平野部のため池の水質も良好であった。ところが、ため池やため池の引き水に生活排水、農業集落の処理水、畜産排水などが入るとため池の水質は確実に悪化する。また、井戸水なども場所によっては窒素を多く含むため、ため池にその水を引き入れるとアオコが発生する場合があった。稲作だけでなく葉っぱものの野菜などを栽培している専業農家では、野菜に有毒のマイクロキスチンを含むアオコが付着することで商品価値の低下を危惧していた。

池や湖では、富栄養化が進むとアオコが大発生する。そのためアオコは水質悪化の象徴的な存在である。私たちが調査した 35 池のなかで、夏に総植物プランクトン量の 50% 以上がアオコ形成種（マイクロキスティスやアナベナ）で占められていたのは 7 池であった。この 7 池の夏の調査時における水中の全窒素と全リンの濃度幅は大きく、おのおの  $1.10\text{--}5.58\text{ mgL}^{-1}$ 、 $0.05\text{--}0.64\text{ mgL}^{-1}$  の範囲であった。いいかえると、アオコは栄養塩がそれほど高



い濃度でなくとも発生する。全窒素・全リンともに先の水質範囲の最低値以上を示した池は、この7池以外にも12池あった。そこで、アオコが発生した7池と発生しなかった12池とで、栄養塩以外の環境を比べてみた。

アオコが大発生した7池はすべて、池周の60%以上をコンクリートで囲まれており、そのうち5池には植生がまったくなかった。一方、アオコが発生しなかった12池の多くには、水生植物群落が存在していた。

コンクリートは、それに接する水のpHをアルカリ性(pH=8程度)にする効果がある(日本コンクリート工学協会 2002)。pHが8では水中の全炭酸のほとんどが $\text{HCO}_3^-$ の形態で存在する。しかし、一般に水生植物が利用しやすい炭素形態は溶存 $\text{CO}_2$ の形態である。水生植物は、種類によっては炭酸脱水酵素を用いて、 $\text{HCO}_3^-$ を $\text{CO}_2$ に変換した後に利用するが、なかには $\text{HCO}_3^-$ を利用することができない沈水植物種も知られている。そのため、高いpHは、多様な水生植物種の生育を阻害する要因になると考えられる。一方、アオコを形成するシアノバクテリアの数種は $\text{HCO}_3^-$ への親和性が高いことが報告されている(Maberly and Spence 1983)。このためコンクリートの使用は、植生帯成立の基盤である底質と地形を破壊するだけでなく、水質の観点からみても多様な水生植物の生育にマイナスに働き、アオコの発生を誘引するのではないだろうか。

#### (4) 外来生物の導入と希少種の乱獲

私たちが調査中にため池で遭遇した外来動物は、ヌートリア(哺乳類)、ミシシッピーアカミミガメ(爬虫類)、ウシガエル(両生類)、オオクチバス、ブルーギル、タイリクバラタナゴ、タイワンドジョウ(以上は魚類)、アメリカザリガニ(甲殻類)と多岐にわたっていた。外来水草は、コカナダモ、オオフサモ(以上は沈水植物)、キショウブ、チクゴスズメノヒエ、キシユウスズメノヒエ(以上は抽水植物)、ミジンコウキクサ、ヒナウキクサ(以上は浮遊植物)であった。このなかで、ヌートリア、オオクチバス、ブルーギル、ウシガエルは、とくに生態系に悪影響を与える種として、2005年6月から施行されている外来生物法で特定外来生物に指定されている。

私たちの定置網調査から、魚種の分布はため池とその周辺環境とはあまり関係がなく、オオクチバスやブルーギルなどの魚食性外来魚種がいるところ

で在来種が少なくなっている傾向が認められた。また、トンボ幼虫の分布も、ブルーギルやアメリカザリガニなどの外来生物によりダメージを受けていることがわかった。したがって、ため池の在来の大型水生動物種やトンボ幼虫を保全するためには、オオクチバス、ブルーギル、アメリカザリガニの駆除が必要である。

私たちは調査中に小規模なため池を利用して、販売するために希少魚種を飼育している業者に遭遇した。希少生物の一部は、今日では高価な値段で売買される。そして、ペットとして大量に販売されたミシシッピーアカミミガメやアクアリウムで売られている外来水草があちらこちらのため池で普通にみられる。こうした状況をみていると、ペットや観葉植物などは野外に放すことがないよう、きちんとした説明を販売時に業者に義務づけることが必要であり、さらに、売買目的での希少生物の採集は厳しく禁止し、違反した場合には罰則をも含めた法規制も必要であるだろう。

## 8. 消える運命にある現存の生物多様性の宝庫としてのため池

ため池の生物多様性を減少させる要因には社会的背景がある。たとえば、兵庫県のため池密集地域の播磨地域でのため池の減少については、1966年から1997年までの間に、人口の増加、水田作付面積の減少、専業農家および農業所得を主とする第1種兼業農家の大幅な減少、第2種兼業農家の増加などが起きている。そのため、この地域では、都市化や農業の縮小、農業形態の変化が、ため池の改廃を促したと分析されている（内田 2003）。香川県では、減反や高齢化により、稲作がやりにくい山すその水田が放棄される傾向にあり、それに伴いため池が管理されなくなり、土砂に埋もれたまま放置されるなどのケースが増えているという（四国新聞編集局 2000）。内田（2004）は、ため池の水管理の根幹を担う村落共同体の脆弱化や崩壊が各地で見受けられるとしている。ため池の生物多様性の保全にも、社会的な要素を分析して取り組んでいく必要があるようだ。

近年、改修を行うため池に、絶滅危惧種など、希少な動植物が生育・生息することが明らかになったときは、「対象生物を近くの別のため池に避難さ



せる」というような保全策がとられるようになってきた（福田 2004; 白井・木村 2004）。しかし、豊かな生物相を示すため池を、それがそのまま維持されるように積極的に保全していこうという方策はなかなかとられない。これは、親水空間やアメニティを重視したため池の整備事業が行政により積極的に進められている（森井 2004; 原田 2004）のとは対照的である。

私は、ため池の生物とその環境の調査を行う一方で、調査池を管理されている農家に聞き取りを行った。一部は、ため池の水の経路や管理方法、灌漑している水田面積などを知るために必要な調査であったが、その過程で、生物相が豊かなため池のなかに、灌漑用水としての利用が少ないため池が、より多く含まれることに気づかされた。この傾向は里山地域の谷池より田園地帯平野部にある皿池で顕著であった。老朽化したため池の改修費用は、総額の10-30%は農家の負担ということである。かりに、改修費用が1000万円かかるとすれば、100万-300万円を水利組合など（ため池利用者）で負担せねばならない。このため、農業所得が高いため池、いいかえると農業に積極的に活用されているため池ほど改修され、結果的に、生物多様性の低いため池となっている。

私が、この地域の生物多様性の維持にとってきわめて重要だと判断した調査池の1つ（皿池）は、高齢化して後継者がいないため、灌漑する水田面積はごくわずかにまで減少していた。もう1つの皿池は、減反で使用していない皿池であった（隣接したコンクリート張りブロックの池の水量で十分との説明を受けた）。里山地域の池の1つでは、新しい大規模ため池に自分たちの水利権が移行したので、調査池はつぶしたいとの意向を聞いた。また1つの調査池は、すでに農業用には利用されず自然観察などに用いられており、池の管理人は自治体職員だった。

生物相が豊かな皿池は、改修などは行われておらず、結果的に多様な水生植物群落が残されており、堰堤は草地になっていることが多いという印象を強く受けた。そのため、こうしたため池は、放っておくと失われるのではないかと危惧している。日本の淡水域の生物相が格別に豊かであるのは、百年から千数百年という人間の稲作とため池の歴史とともに築き上げてきた賜物であり、それが身近な自然に対する日本人の心の豊かさの源になっていたのではないだろうか。ため池とその周辺環境の生物多様性は、手を尽くして再

生をしても数年程度では蘇らない。いま、高い生物多様性を維持しているため池は地域の大切な資源として位置づけ、そして保全のためになんらかの手を講じることを提案したい。すでに、兵庫県水辺ネットワーク (<http://mizubenetwork.cool.ne.jp/>) など、専門的な知識をもった人の指導の下に、市民が身近な生きものとのふれあいを楽しみながら、水辺の生物をモニタリングしていくという活動がなされている。このような参加型モニタリングを通して学び合い、交流を深めることで、自然環境と地域社会の再生が進むことが、今後ますます期待される。

兵庫県ため池の生物多様性保全のための調査は、神戸大学角野康郎教授、神戸市教育委員会青木典司さん、兵庫県人と自然の博物館三橋弘宗さんと田中哲夫さん、地域生態系保全村上俊明さん、前東京大学教授田淵俊雄先生、茨城大学黒田久雄助教授、国立環境研究所中川恵さんと加藤秀男さんらの協力を得て行ったものである。調査池の農家の方には聞き取り調査をさせていただいた。これらの方々に記して謝意を表す。

#### 参考文献

- ダム便覧 <http://www.soc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/TopIndex.html>
- 福田稔 (2004) 新たなため池文化を創る。緑の読本 70 : 68-71.
- 浜島繁隆・土山ふみ・近藤繁生・益田芳樹 (2001) 『ため池の自然——生き物たちと風景』, 信山社サイテック, 東京.
- 原田弘之 (2004) 地域でため池を使いこなす——オアシス構想をめぐる。緑の読本 70 : 42-46.
- 角野康郎 (1998) ため池の植物群落——その成り立ちと保全。江崎保男・田中哲夫編『水辺環境の保全——生物群集の視点から』, 朝倉書店, 東京, 1-16.
- 角野康郎 (2000) ため池における生物多様性の保全——植物を中心に。宇田川武俊編『農山漁村と生物多様性』, 家の光協会, 東京, 206-222.
- 環境省レッドデータ <http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb-f.html>
- 国土地理院 <http://www1.gsi.go.jp/>
- Maberly, S. C. and Spence, D. H. N. (1983) Photosynthetic inorganic carbon use by freshwater plants. *Journal of Ecology* 71: 705-724.
- MEA <http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>
- 森井喜博 (2004) 都市と共生するため池環境づくり「オアシス構想」。緑の読本 70 : 62-67.
- 守山弘 (1993) 農村環境とビオトープ。農林水産省農業環境技術研究所編『農村環境とビオトープ』, 養賢堂, 東京, 38-66.



- 守山弘・飯島博 (1989) 人為環境下における生物相の安定性. 本谷勲教授退官記念事業実行委員会編『多摩川の流れ』, 本谷勲教授退官記念事業実行委員会, 東京, 100-105.
- 長町博 (2004) 「ため池文化」を守ろう. 緑の読本 70: 47-51.
- 日本コンクリート工学協会 (2002) ポーラスコンクリートの設計・施工法と最近の適用例に関するシンポジウム.
- 農林水産省構造改善局防災課 (1982) 『老朽ため池整備便覧』, 公共事業通信社, 東京.
- 四国新聞編集局 <http://www.shikoku-np.co.jp/feature/tuiseki/090/>
- 白井康子・木村正英 (2004) 香川県のため池の現状——希少動物保護に向けた取り組み. 国立環境研究所研究報告 183: 16-25.
- 杉村光俊・石田昇三・小島圭三・石田勝義・青木典司 (1999) 『原色日本トンボ幼虫・成虫大図鑑』, 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 高崎保郎 (1994) トンボ. ため池の自然談話会編『ため池の自然学入門』, 合同出版, 東京, 66-73.
- 谷茂 (2004) ため池の歴史・農業利用. ため池シンポ (2004. 11), 土浦.
- 内田和子 (2003) 『日本のため池』, 海青社, 大津.
- 内田和子 (2004) いま, なぜ, ため池か. 緑の読本 70: 2-6.
- 上田哲行 (1998) ため池のトンボ群集. 江崎保男・田中哲夫編『水辺環境の保全——生物群集の視点から』, 朝倉書店, 東京, 17-33.
- UNEP <http://www.unep.org/>
- 鷺谷いづみ・矢原徹一 (1996) 『保全生態学入門——遺伝子から景観まで』, 文一総合出版, 東京.
- Wildermuth, H. (1994) Habitatselektion bei Libellen. *Advances in Odonatology* 6: 223-257.
- Williams, P., Biggs, J., Whitfield, M., Thorne, A., Bryant, S., Fox, G. and Nicolet, P. (1999) *The Pond Book*, Ponds Conservation Trust, Oxford.
- WWF <http://www.wwf.or.jp/>

