

2. 河川・河原の昆虫類の分布と生息条件 —虫たちの住む河川・河原作りのための基礎研究—

A 河原の自然 —まえがき—

- 1 河原の生態学的特質
- 2 自然の認識
- 3 謝辞

B 研究の目的と概要

C 調査・研究

- 1 河原の蝶
- 2 指標としての蛾類群集
- 3 アリ類の分布と指標性に関する研究
- 4 ゴミムシ類を中心とした河原の甲虫
- 5 エネルギー収支の測定
(生物間の関係の基本を知るために)
- 6 カエル類に関する研究

筑波大学講師 三 島 次 郎

A. 河原の自然 — まえがき —

1. 河原の生態学的特質

河原は極めて特異な生態系である。もしそれが「自然」であるならば、年に何回かは浸水をうけ、上流から絶えず土砂、土石の供給をうける。また何年かに一度は、大洪水によって、植生が根こそぎ失われ、堆積物も大量に流されてしまうような大きな攪乱を受ける。これが自然の河川、河原の姿である。

「変動すること」こそ河川の「安定」なのである。規則性という点で、大きく異なるが、例えば潮間帯も変動を常とする代表的な生態系である。このような生態系を「変動生態系」と呼んでいる。そこには変動に良く適応した動植物のみが生存を許される。潮間帯の動植物の多くは潮汐という変動がなければ、そこに生活する事が出来ないほど、その変動に適応している。河川敷の変動は、潮間帯などにくらべて規則性が低く、予測性に乏しいが、長い時間からみれば、やはりある規則性を持っているといって良い。従って、河川敷に適応し、そこを生活の中心としている動植物がみられ、またこのような変動を反映した生態系の姿が見られる。

上流に砂防、貯水のためのダムが築かれ、治山・治水が進んで、河川や河川敷が攪乱を受けなくなり、自然の変動サイクルが失われたとき、そこに発達する自然はもはや「河原の自然」ではない。河川敷の特色はなくなり、恒久的な森林が発達し、やがて一般の森林の動物相、植物相を持つように遷移して行くであろう。一定の浸水、洪水が繰り返される事が、根源的には「河原の自然保護」に役立っているわけである。

河川敷の利用、特に生物的自然の利用を考えるとき、変動生態系としての特色を持つ河川敷の自然のこのような認識が不可欠である。そこに存在する自然が見た目にたとえ「豊か」でも、それは河川敷の仮の姿なのである。もちろん、河川敷の自然を、場合によってはそうでないものに変化させる事も不可能ではない。しかし、それは河川を河川でなくしてしまうことを意味している。現代の優れた工学、そして経済力がそれを可能にするであろうが、河川を河川でなくすることが、未来への指向として賢明な事であるかどうかは疑わしい。

河川敷はこのように生態学的に非常に興味ある対象である。不幸にして、生態学的視点から、河川敷の自然、生態系を見た研究はほとんど見当らない。攪乱を受け易いという点で、どちらかといえば河川敷は豊かな生物相に恵まれているわけではない。しかし、生物相の単純さ、非生物的外界の変動という点で、複雑な生態学上の事象の解析には最適の地域の一つといえよう。本研究では河川敷のこのような生態学的な特質をふまえ、河川敷の生態学的特色を昆虫類を中心に描き出す事に力点を置いた。

どのようなところに「変動生態系としての河川の特色」が現れているか、河原そのものが昆虫類に関してどのような特色を持っているか、それを調べるためにどのような方法が適切であるかなど、本研究はこのようなきわめて基本的な主題への取り組みから始めた。これは地域の生物的自然の研究としてはごく基礎的、基本的事項に属する。ある問題を捉え、詳細に突っ込んだ研究・調査を展開することも研究の一つの重要な側面であることは当然だが、まだ全体像が判然としない段階で細部からの

研究から出発することは、ともすれば総合的な、全体的な視点を失いがちであり、研究の方向性といった点でも好ましいとは思われない。

河原、河川敷の本来の姿を考えるための出発点として、本研究がそのよりどころとして活用されることを願ってやまない。

2. 自然の認識

自然についての認識には、人によって大きな差異があると考えられる。当然の事ながら、自然の良否などについての人々の評価は、それぞれの主観によってなされる。但し評価される相手は「生きもの」であり、人の評価に基づいてどのようにも自由になるような性質のものではない。このような点については、別に「生態学から見た景観論」として発表した（三島、1989）。

たとえば、河川の昆虫について評価するとき、主として生態系の保全からの視点と、人の好・嫌からの評価基準に基づくものとの二つがある。両者の評価が一致する場合はともかく、評価が異なる場合には様々な問題が派生てくる。どのような河原が好ましいかについての合意を求めるときにも、常にこのような自然の認識についての差異がそれを困難にしている。

一般に昆虫類は特定種を除き、その殆どのものは人々にその存在を好感をもって受け入れられてはいない。極端な言い方をすれば、多くの人は蝶の存在を好ましく思うが、その幼虫である青虫や毛虫を極端に嫌う。幼虫を拒否して成蝶のみの存在を期待する事は不可能である。トンボの生息を期待するには、その食物である小昆虫の存在を否定することは出来ない。

河原の自然についての生態学的な意義を明らかにすることは、その自然についての認識を深め、合理的な視点からその利用、保全を考える上で、極めて重要であると考える。

調和のとれた自然のシステムとして河原を考える場合、昆虫類の存在は環境を大きく左右する程に重要であるといって過言ではない。河川ならびにその周辺地域の生態系において、生産者と消費者を結ぶ昆虫類の存在は極めて大きな意味持っている。河川中には、水生昆虫は魚類の重要な食物となり、また河川敷では鳥をはじめトンボやカエルなどの捕食性の動物のエネルギー源となっている。このように考えるといわゆる名もない昆虫、うるさい昆虫たちも自然を支えている重要な存在であるということの理解が必要となってくる。

一般に昆虫類の繁殖力は大きく、その大量増殖は容易である。オオムラサキの飛ぶ森、螢の川、の再現は人工飼育によって困難ではない（但し、人工飼育の技術開発のために、多くの先人達の大変な努力が必要であった事はもちろんである）。しかしそれは「自然のような動物園」、「自然にまねた昆虫園」作っただけという事になるのではないだろうか。動物園、昆虫園であるからには、永続的な存在のために、管理・保全には多大の費用、人手が必要になる。

自然のシステムの中でカエルが鳴き、螢が飛び交うためには、システム全体としての条件が整っていかなければならない。数が増えすぎれば、その食物とのバランスが崩れ、時には全滅してしまう恐れもある。ある変動幅の中で、安定した個体群の存在のためには、自然の恒常性維持機構といったシステムの存在が不可欠なのである。必然的にそこには人が望まないもの（望まないものが必ずしも有害なものというわけではない）も回復してくるであろう。ホタルが飛び交う川か

らはトンボやカゲロウなどの多様な水生昆虫が羽化してくるであろうし、川辺には多彩な植物群（人はときとしてこのような植物群落を雑草と呼び、かつ茂り放題で美観を損なうと評価する）、が必要となる。

安定的な自己維持機構を持った生態系のミニチュアを水槽の中や小さなフラスコの中に作ろうと多くの生態学者が挑戦してきたが、このようなシステムの構築に成功した例は全く無い。コンピューターでの制御、あるいは人手による調整・補助なしにはシステムは維持できないのである。このことからも、ある一種の生物がそこに生存しているということの重要性、生態学的意義の大きさが理解できよう。

自然の認識についてのこのような基本的事項を本研究の各プロセスで常に念頭に置き、昆虫類とその多様性の重要さについての理解を深めるような方向を意識して研究を進めた。

3. 謝 辞

新しい視点から河川環境を考えるための試行的な調査・研究を許容し、助成して頂いた財団法人河川環境管理財団に敬意を表すると共に、様々な形で具体的なご助力を頂いた同財団の森岡 康氏はじめ関係諸賢に心から感謝する。

建設省関東地方建設局下館工事事務所の吉川勝秀氏、水上充氏、市川幸男氏をはじめ関係諸氏には、各種の貴重な資料を快く提供して頂き、また筆者らに不足している河川工学的側面での指導助言を頂いた。

共同研究者として、また助言者として筑波大学生物科学系斎藤隆史、伴野英雄、佐藤俊昭、東海大学文明研究所山上 明、谷 晋の諸氏の協力が無かったらこの研究の完成は不可能であった。

実際の研究の実施には東京都立大学岡 輝樹氏、筑波大学生物学類生、横浜市立大学文理学部生物学科生諸氏の助力によるところが多い。ジョージア大学生態学研究所濱崎俊英、アバディーン大学環境科学研究科大塚聰子の両氏には留学以前に実地調査、資料整理、計算、雑務等で大変お世話になった。

ここにお名前をあげさせて頂いた方々ならびに諸機関以外にも沢山の方々からいろいろな形でご協力を頂いた。

すべての方々に紙面を借りて衷心より感謝の意を表明します。

B. 調査研究の目的

河川の非生物的外界すなわち水質、底質等の指標として昆虫類をとりあげた研究は従来より数多く見られるが、生態系の中で昆虫類が果たす役割を明らかにするための研究、あるいは河川・河原の特質を反映した存在としての昆虫類をとりあげた研究が多いとはいえない。ここでは、河原ならびにその周辺の昆虫類について、河原の非生物的特質との関係、それらの存在の意義と様式を明らかにし、虫たちの住む河原作りのための指針とすることを目的とした。

前にも述べたように、虫たちの住む河原作りのために必要な条件は、その虫たちについての生態学的知見に加えて、人生とは何の関係も無いような昆虫類にも目を注ぐ事が出来るような社会的合意の成立が不可欠である。河原の昆虫類について、人々に特に強い関心も大きな興味を持たれている種を取り上げずに、どちらかといえば最もふつうのグループを対象にするように心掛けたのは、本研究の結果だけでなく、調査そのものが問題提起という意味で、河原の自然についての新しい視点を開くために有用であると考えたからにはかならない。多面的な調査・研究に終始しているように見えようが、これは基本的理念を提起し、あるいはそのような視点から河川敷の利用についての更なる研究が進められるための試行を心掛けたからと理解して欲しい。河原に豊かな自然を取り戻すための問題提起とでも理解して欲しい。この様な意味では本研究成果は、河原について学ぶ自然教育の方向やその実際にも寄与できるようにとも心掛けた。

生物、とくに動物類の生存のためには、エネルギーの取り入れ、すなわち食物の摂取、食物の配分等が重要な問題である。その動物がどれだけの食物を必要とするかについての知見の集積がまだ必要である。ここでは測定の容易さという点から特に呼吸量について取り上げ、その測定法の開発と測定値からの食物量、必要エネルギー量等を求める試みを試みた。このようなエネルギー代謝についての知見は河川生態系における昆虫類の役割を検討するための基礎資料としても重要であり、有用あるいは好ましいあるいは希少な昆虫類の保存、増殖を計画を立てて実行する場合に無くてはならない知見と考えられる。

この様な分野の研究は歴史的には1960年代の終わりから1970年代にかけて、 I B P (International Biological Programme) プロジェクトを中心に世界的に展開されてきたが、グローバルな展望と数値の提供に留まり、特定のHabitat(住み場所)についての研究は、多くの時間とルチーンワークを必要としそれによって得られる成果が極めて基礎的なものであるなどの理由によって、その後はあまり発展していない。しかし、このことがこのような研究の重要性が低いことを意味しているわけではないことは明白であり、この機会に少しでもこの様なデータの欠落を補っておく必要があると考えた。

河原には他の地域ではみられない特筆すべき種が生存している。「カワラ・・・」というように名付けられた動植物も少なくない。本研究では前述の理由に加えて、このような特異種については人々の関心が高く、多くの資料が集積され、研究も比較的進んでいると考えて、特に意識して取り上げなかった。

人々の関心が高い種としてオオムラサキのみを取り上げたが、これは本来は河原の種とは言えないオオムラサキが、他の生息場所の開発が進み、僅かに河原に生息適地を見いだして発生していると考えられ、変動生態系としての河原から安定した生態系への移行に伴う樹林の発達に関係すること、従って従来考えられなかった河原の利用や保護について考える必要が生じてくるであろうという点を念頭に置いたためである。

C. 調査・研究

1. 河原の蝶

(伴野英雄・三島次郎)

a) 河原の蝶と植物群落

動物の生活は植物に依存している。植物を食物とする動物はもちろんのこと、肉食動物でもその食物連鎖をたどって行けば、植物を出発点としている。食物としてばかりでなく、植物群落は隠れ場所として、あるいは巣作りの場所としての役割も大きい。このようなわけで、植物群落によってそこに生息する動物の種類や量は異なって来るが、植物群落がその環境に大きく支配されているのとは異なり、動物は移動力も大きく、不適を感じれば移動してしまうし、適当となれば集まって来るというように植物群落との関係は弾力的である。また群落を構成する植物の種類や量ばかりでなく、植物群落の安定さも特徴的な動物群集をもたらす重要な要因となる。

たとえば、河原の蝶として代表的なツマグロキチョウはカワラケツメイを幼虫の食餌植物としているが、たびたびの出水によって冠水するようでは生活史を完結することはできない。しかし冠水がなく安定してしまうと、背の低いカワラケツメイは他の背丈の高い植物たちとの競争に勝てずに無くなってしまう。時におこる冠水がカワラケツメイの生存に役立ち、従ってこのような不安定さがツマグロキチョウの生活を保証しているということになる。

他方、冠水する回数、河原の石の大きさや量、乾燥の度合、昼夜の温度差など河原特有の環境によく適応して独特の生活様式や形態をもつものも少なくない。

ツマグロキチョウ、キチョウはそれぞれカワラケツメイ、メドハギなどの幼虫の食餌植物のまわりで生活していてあまり移動しないが、秋に羽化した越冬個体は食餌植物のまわりを離れて、新しい生活場所へ移動する性質がある。このような定住性と移動性は不安定な生活場所をよりよく利用するための適応と考えられる。

河原に安定した植物群落が形成され遷移が進み、植物のバイオマスが大きくなり、多様性が高くなると、必然的にそこで生活する動物も多様となってくる。やがて、河原というよりむしろその地域に特徴的な、自然度の高い生態系の姿に近づいてゆくことになる。このような植物群落と昆虫の関係を念頭に、河原の蝶とその食餌植物についての調査を行った。

b) 小貝川河川敷の蝶と食餌植物

食餌植物の有無は、それに依存する蝶の存否に密接に関係している。食餌植物が分布していても蝶が分布していない事は有り得るが、その逆は有り得ない。たとえ蝶が吸蜜や吸水、休息などのためそこを訪れる事はあっても、必ずしもそこに分布しているとは言えない。

河川敷にどのような食餌植物が分布し、またどのような蝶が見られるか、について、小貝川河川敷に於いて89年5月31日、および8月4日に調査を行った。

観察された食餌植物（林を形成している代表的な植物も加えてある）ならびに蝶類について表C b 1にまとめてある。

目撃、採集した蝶は合計5科、15種で河原の蝶としてはやや少ないと思われるが、短期間の調査である点と河川敷と堤防外のみの調査で、堤内地を含んでいない点を考慮すれば妥当な種数と言える。但し、樹林を構成している樹種、並びに草本類から考えて、表中の（ ）内に若干示しておいたようにゼフィルス類（樹上性シジミチョウ類）を含めてさらに5～10種は生息していると推測される。

ちなみに荒川下流域の調査では（未発表）6科20種が確認されている。また多摩川流域の調査（三島、1978）では流域全体で125種、多摩川下流域の登戸で35種を記録している。但し、この記録は河川敷だけでなく広く堤内地を加えた記録であり、種数が多いのは当然と考えられる。

住み場所の多様性の乏しさ、気象条件の厳しさ等と考えて、河原は蝶にとって前にあげた一部のものを除き良い住み場所とは言えないが、安定した樹林が発達し、それに伴って草本も加えてさまざまな植物が侵入し、植物の多様性が増加すれば蝶の住み場所としての価値は高くなることが期待される。

なお、植物相とそこに期待される蝶の種類については、後述する蝶のデータベース（B I S）によって自由に検索できるのでここではその詳細についてはふれていない。

c) 特異種の分布：オオムラサキ

自然が次々と失われてゆく都市周辺には、河原を最後の唯一の住み場所として生き残っている特異な、あるいは貴重な生物種がある。また自然地域の河川でも河原という特異な生態系に適応し、そこだけにしか見られない種も存在する。たとえ珍しい種は生息していないとも、沢山の普通種がみられることそのものが、貴重であることについては、くりかえし強調してきたが、このような特異種の存在もまた河原の自然を考える上できわめて大切な存在であることは勿論である。

河原の昆虫として注目されている特異種のなかから、特に国蝶として人々の関心を集めているオオムラサキについて調査・考察した。

オオムラサキは晩秋から春にかけて、食餌植物であるエノキ付近の落葉下などで越冬する。したがって、この越冬幼虫時期に浸水するようなところでは生存はおぼつかない。この点はゴマダラチョウも同様である。

小貝川流域にも各所にオオムラサキの生息地が知られている。特に下妻付近の分布地はよく知られ、付近の自然保護運動のシンボル的存在として大切に扱われている。この地域以外にも小貝川に沿って何カ所かで成蝶の飛行が目撃されているので、川沿いにいくつかの発生地があると推測される。

1989年の冬季の調査で小貝川中流の林のエノキの調査をおこない、多数のゴマダラチョウ越冬幼虫と共にオオムラサキ越冬幼虫を採集した。この地域では夏期に成蝶の飛行も確認されているので、河川敷の林地で生活史を完結していることは確実と考えられる。

河川敷の優占樹木の一つとしてヤナギ類と並んでエノキがあげられる。大きな洪水がなく、しばらく放置された河川敷には数多くのエノキが見られるようになる。クヌギ、クリなど、成蝶の食餌（主として樹液）の供給樹も必要な事は勿論であり、エノキほどではないが河川敷の樹林には多くの場合これらの樹種が散見される。エノキの種子に較べ、クリやクヌギの種子は大型で運ばれにくいくことを考えると、エノキほどにはたやすく河川敷に分布を広げないとと思われる。樹液の供給樹が河川敷になくても成蝶の移動力は大きく、堤外の樹林近くの堤内に樹液を供給する適当な樹林があればそこで吸

蜜が可能であろう。

過去20年間の統計が示すように、小貝川で水位が上昇するのは、主に4月から10月にかけてである（図C c 1）。このように、水位の年間変動はオオムラサキにとってきわめて都合良く、地上に降りている時期には浸水を受けないことになり、このことが河川敷での生存を可能にしていると推測されるが、この時期に全く浸水する可能性がないとは考えられない。長い目でみれば、むしろ浸水があったと考える方が自然である。このことからオオムラサキの越冬幼虫の耐浸水性は比較的高く、数日間くらいは水に浸かっていても生存を続けていられるのではないだろうか。しかし長い期間の浸水があれば全滅してしまう可能性も否定できない。

オオムラサキが分布する小貝川の河川敷に樹林が発達しはじめたのは、太平洋戦争終結以後とされる（建設省関東地方建設局下館工事事務所）。戦時中は薪炭用として河川敷の木立は強度に利用され、樹林の形成は行われなかった。戦後、薪炭に代わって化石燃料が利用されるようになり、河川敷の木は利用されなくなりそのまま伸長を続け、樹林を形成するようになった。従ってこの地域にオオムラサキが分布したのは、ここ30年以内の事と考えられる。この点からも治山・治水の成功と樹林の発達、水位の安定とオオムラサキの進出との関係が良く理解できる。

現在発生を続いているからといって、河川敷はこの蝶にとって決して快適な生活場所とはいえない。この蝶の永続的な生存のためには樹林の保全、冬季に浸水しないような水位の調節が必要である。

本質的には河川敷以外の本来の分布地にこの蝶の安定した生息地が確保されることの方が重要であることを忘れてはならない。

d) データベース 日本の蝶の生態 (B I S)

（谷 晋・三島次郎）

蝶の生活史は分布、分類を含め、非常に良く研究され、その成果は学会誌からアマチュアの会報にいたるまで、きわめて多くの報告書に発表されている。同定したり生活史について手軽に調べるために多くの原色図鑑、生態図鑑、解説書等が発行されていて、それらを調べればその生活について殆どの情報は得られる。

しかしながらこれらの書籍も数多くまた相当な情報を含み、手軽に必要な情報を引き出すことは、かえって困難になってきた。何冊もの書籍を集め、それらに付いて詳細に調べることは相当な専門的知識と労力を要する。そのため、実務的なレベルで必要な情報を誰にでもすぐ引き出せるようにすることは大変重要なことで、それが可能になれば、とりもなおさず、身近に蝶のエキスパートを置いたのと同じことになり、また情報の総合化により、副次的に有用な新知見も予測が可能になると期待される。研究、調査、アセスメント、保護、収集などの多彩な目的と要望に応えるため、日本の蝶についてのデータベース (B I S = 「Butterfly Information Service」) を作成した。

食性、化性、越冬態、産卵様式、分布、自然度との関係などについて入力してあり、相互に関連して検索も可能である。後に述べられているように、現在は形態的な情報を取り入れられていないが、将来はコンピューター生態図鑑としての役割も果たせるよう拡張性も考えに入れてある。

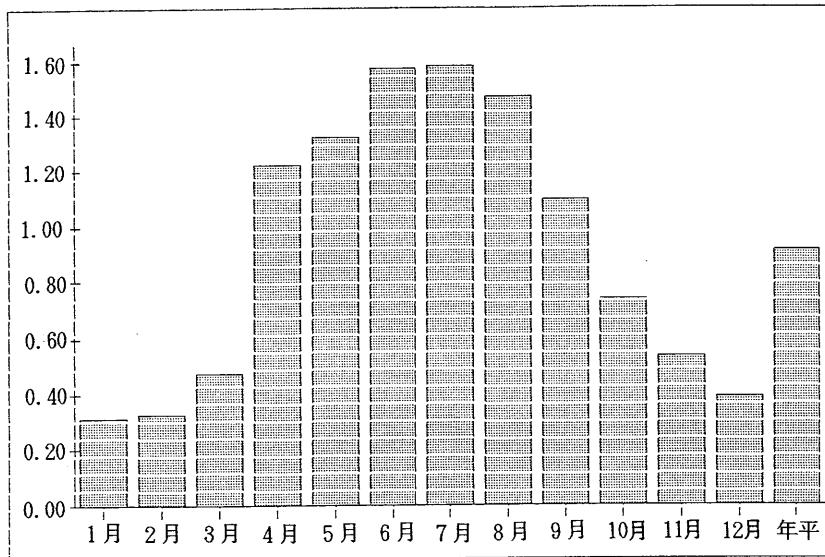
表C b 1 小貝川 長峰橋付近（石下町、つくば市）の食餌植物と蝶

* () 内の蝶名は観察されなかったがこの植物を食餌とする蝶。
 * 食餌植物と蝶相との関係はB I S（蝶のデータベース）に入力されている。

アカツメクサ	
アズマネザサ	(ゴイシシジミ)
イヌガラシ	モンシロチョウ スジグロシロチョウ
イボタ	(ウラゴマダラシジミ)
ウマノスズクサ	(ジャコウアゲハ)
エノキ	ゴマダラチョウ オオムラサキ
カタバミ	ヤマトシジミ
カナムグラ	キタテハ
カラスノエンドウ	
カラムシ	
カワラケツメイ	
ギシギシ	ベニシジミ
クズ	(コミスジ)
クヌギ	(ウラナミアカシジミ・ミズイロオナガシジミ)
クララ	
クワ	
コマツナギ	
シバ	ヒメウラナミジャノメ
シロツメクサ	モンキチョウ ツバメシジミ
スイカズラ	イチモンジチョウ
スカシタゴボウ	
ススキ	ヒメウラナミジャノメ
セリ	キアゲハ
タデ	
ツルマメ	
ハハコグサ	
ハンノキ	(ミドリシジミ)
フジ	(コミスジ)
メドハギ	
ヤナギ類	コムラサキ
ヤブマオ	
ヨモギ	

食餌植物が無かったが見られた蝶

アゲハ
 クロアゲハ



図C c 1 小貝川（上郷）の月別水位変化（1969-88）

2. 指標としての蛾類群集

（佐藤俊昭・伴野英雄・三島次郎）

a) 蛾類の分布と自然度

蛾類の幼虫は主として食植性であり、また多くの場合蝶と同様に、食餌植物は種によってある特定の植物に限定されている。そのため蛾の種類が多ければ植物の種類も多いと推定される。すなわち蛾の多様性の高い地域は、必然的に植物の多様性も高いと考えられる。蛾類群集がその地域の生物的自然の豊かさを表現する指標として有効であることについては以前に発表した（三島1978、1984）。

自然度という言葉は多分に曖昧で、それを評価する人のさまざまな価値観が反映されているが、動植物の種類と量が多いところが自然度が高いところと定義すると、蛾類群集の多様性の高いところでは必然的に自然度が高いと判断できることになる。

植物にとって蛾の幼虫は害虫であり、また多くはいわゆる毛虫として、嫌われる昆虫の筆頭の地位を占めている。小数ではあるが、チャドクガのように有毒な刺毛を持つ者があるが、多くは見た目に嫌悪感をもたらすだけで、人体に直接の害はない。毛虫による植物の食害される量を考えると、植物から動物へと続く食物連鎖の中で蛾類が持つ重要性は、極めて大きいと推測される。自然度の指標という重要性だけでなく、河原に安定した自然を維持するために不可欠なグループと評価してよい。

多くの蛾は光に集まる傾向を持っていて、光トラップを使えば、容易に定量的なサンプリングが可能である。天候、気象条件、月齢などにより採集効率は影響を受けることが知られているが、地域間の差は多くの場合それらによる変動をはるかに上回っていることが多く、また同時採集という手段である程度は採集効率を変化させる要因の影響を軽減する事が出来る。

b) 河川敷の蛾類群集の調査

従来自然度の指標という目的で定量的に蛾類を採集する試みはあまり多いとは言えない。殊に河川敷の生物的自然の解析での利用は皆無に近い。ここでは河川敷の蛾類群集の標準的調査に使用するための、手法の開発と、蛾類群集の特質に付いての情報を集めるための研究を行った。

c) 調査地域と方法

調査地域には小貝川の上郷地区の河川敷を選んだ。エノキ、コナラ、ヤナギ類を中心とした樹林地から50m位離れたA地点、開けた草地、畑地が広がり、周囲300m位には樹林・森林が無いBと周囲の条件が異なる両地点に、ライトトラップを設置した。

日没から23時まで点灯した。各30分毎にサンプリングを行った。集めた蛾は実験室に持ち帰り、蛾類と他の昆虫類を選別し、冷凍庫にビニール袋に入れて保存した。順次解凍し図鑑により同定・計数した。同定が困難な小蛾については、科別に整理するかあるいは計数するにとどめた。トラップには採集効率の高い電気ショック型ライトトラップ（水谷・三島、1974）を使用した。蛾の定量的採集の目的で開発し、長年に亘って改良、試用してきたものである。

d) 結果と考察

A地区では小型種を除き31種、B地区では32種が採集された。蛾類以外の昆虫類はA地区では96個体、B地区では154個体採集されている。

種数や個体数は、その地域の生物の多様性を表現する指標となりうる。この点に関して、三島（1978）は単純に種数と個体数を比較して、自然の豊かさといったものの指標A I (Abundance Index)を提唱した。

$$A\ I = X / SQR(Y) * SQR(X * X + Y)$$

A地区及びB地区のA Iを計算し下記の通りの値を得た。

	種数	個体数	A I
A地区	31	114	95.2
B地区	32	162	86.5

多摩川流域の3地点での値を下記に示す。

	種数	個体数	A I
一の瀬	417	10,401	1,775
日原	340	7,753	1,356
登戸	54	151	243

多摩川流域での採集は河川敷でなく、河川に近い堤内地での値で直接の比較は出来ないが、小貝川の場合と比較するとはるかに大きな値を持っている事がわかる。B地区には大きな樹林の発達が見られるにも関わらずA I の値は小さい。

このことは、河川敷という場所が生物的には、あるいは自然の豊かさという点できわめて貧弱であるということを浮き彫りにしている。

前にも述べたように、ライトトラップによる蛾の定量的な採集は、その地域の生物的多様性の指標、ひいては自然度といったものの指標として極めて有用であると考える。このことについては、多摩川流域についての調査結果にまとめてある（多摩川調査報告1973）。

3. アリ類の分布と指標性に関する研究

（佐藤俊幸・伴野英雄・三島次郎）

a) 小貝川アリ類調査

樹上性のアリを除き、地下に営巣するアリ類は洪水による冠水の影響を強く受けると考えられる。従って、河川敷のアリ類の種類と個体数は、その河川敷の安定性（浸水あるいは浸水しない頻度）を何らかの形で反映すると考えられる。堤内と堤外とのアリ相の違いに関する基本的な情報を収集し、また定量的サンプリングの確立のための手法の開発テストの目的で、小貝川中流域（茨城県石下町長峰橋）に於いて採集を行った。

b) 方 法

定量的な分析を可能にするため採集にはトラップを使用した。いわゆるベイト・トラップで、オサムシ類の採集と共にできる利点もある。直径 7 cm、高さ 8 cm の紙コップをトラップとして使用し、餌として 2 種類を使用した。

市販ジュース H I - C アップル（果汁30%）

日本コカコーラ株式会社 1 カップ当たり約50mℓ

豚小間切れ肉一つまみと上記アップル・ジュース少量。

各設置地点（Site A - F）に30 トラップづつ、合計 180 個のトラップを設置した。林床及び草地では、紙コップを口が地表面と同じ位置になるように地中に埋め込んだ。樹上（Site B、E）の場合、樹幹（地上約 1.5m）に粘着布テープで張り付けた。セットした後、一昼夜放置し回収。

c) 結 果

全部で 2 亜科、14 種のアリが採集された。6 カ所の採集地点（Site A - F）、計 130 トラップで採集された各種類の個体数を表 3 a 1 に示した。表に見られるように種数・個体数とも堤防内の方が多かった。堤防内に特異的に見いだされた種はなかった。堤防外で種数・個体数とも少ないので、水没という攪乱のためではないかと思われる。ヒメアリは堤防外に多いが、一つのコロニーが女王を複数持ち、巣も同時に複数所有し様々な変動に強いといった性質が、堤防外という不安定な環境においてこの種を有利とするのではないかと考えられる。

先導的試行の域ではあるが、河原の安定性、自然度といった情報の指標としてアリ類の有用性は大きいと結論されよう。

表3a1. トランプにかかったアリ（個体数）（小貝川長峰橋付近）

	堤防外			堤防内		
	A	B	C	D	E	F
フタフシアリ亜科						
1. ヒメアリ	1,568	286	4	29	1	0
2. テラニシシリアゲアリ	0	7	0	1	2	0
3. キイロシリアゲアリ	0	0	0	147	0	302
4. アミメアリ	0	0	0	25	3	224
5. アズマオオズアリ	0	0	0	11,138	130	902
6. ウメマツアリ	0	0	0	15	0	0
7. トビイロシワアリ	0	0	0	1	0	59
8. トフシアリ	0	0	0	6	0	0
9. ムネボソアリ	0	0	0	1	1	0
10. ウロコアリの一種	0	0	0	12	0	1
ヤマアリ亜科						
11. トビイロケアリ	63	7	596	176	4	4,305
12. アメイロアリ	0	1	1	3,905	102	558
13. サクラアリ	0	0	0	0	0	22
14. クロヤマアリ	0	0	0	0	0	330

4. ゴミムシ類を中心とした河原の甲虫

（佐藤俊幸・伴野英雄・山上明・三島次郎）

河川敷の地上性昆虫のトランプによる採集を試みた。

トランプの設置地点はアリ類と同じく小貝川長峰橋付近で、6地点A、B、C、D、E、Fのうち、BおよびEを樹上にセットし、それ以外は地表に埋め、餌として市販の果汁を使用した。

河原の環境は、通常の状態であれば生物類にとってそれほど住み易いとは思われない。殊に水が繰り返される小石を主とした場所では厳しい。海浜に特異的な甲虫がみられるように、河原の甲虫は強い日差しや乾燥・高温に耐え、河原を主な住み場所とする何種かの甲虫が知られている。カワラゴミムシのように河原の名前を冠した種もある。

表4a1に示すように、合計29種が採集された。この種数は、5年間かけての荒川下流での調査の

結果得られた21種（私信）と比較して、短期間の採集という条件を考えると非常に多いといえよう。

アオオサムシ、ヒラタキイロチビゴミムシ、クビナガゴモクムシ、オオホソクビゴミムシはD地点でのみ採集されている。この地点の全個体数は14個体と地表にトラップを設置した中では最少であった。このようにトラップの設置場所によって種や個体数に差があることは、当然のことながらこれらのゴミムシ類の分布に種によってさまざまな差があることを示唆している。

ゴミムシ類は肉食である点で昆虫類としては特異なグループである。その生存には食物となる動物の存在が欠かせない。肉食者は都市化などの環境の変化を植食者より鋭敏に受けとされる。そのため、都市化あるいは自然度を調べる標準的な方法として環境アセスメント等に広く使われている。

ゴミムシ類の食性については具体的な調査は多くないが、捕食者としてばかりでなく、河原に漂着するいろいろな有機物を食物として生活している。動物質のデトリタス食者としての役割も果たしていると考えられる。

表4a1 ベイトトラップ採集結果

種 名	採集地点						合計
	A	B	C	D	E	F	
<i>Carabus insulicola</i> Chaudoir アオオサムシ				4			4
<i>Damaster blaptoides oxuroides</i> (Schaum) ヒメマイマイカブリ			2		1		3
<i>Dyschirius ovicollis</i> Putzeys ダイミョウチビヒヨウタンゴミムシ			3				3
<i>Dyschirius glypturus</i> Bates アシグロチビヒヨウタンゴミムシ			2				2
<i>Trechus ephippiatus</i> Bates ヒラタキイロチビゴミムシ				1			1
<i>Tachyura fuscicauda</i> (Bates) ウスモンコミズギワゴミムシ	1		3				4
<i>Tachyura laetifica</i> (Bates) ヨツモンコミズギワゴミムシ			9				9
<i>Lesticusa magnus</i> (Motschulsky) オオゴミムシ				1	1		2
<i>Pterostichus planicollis</i> (Motschulsky) キンナガゴミムシ	56		33				89
<i>Pterostichus sulcifrons</i> Morawitz アシミゾナガゴミムシ	9		1				10
<i>Pterostichus fortis</i> Morawitz オオナガゴミムシ	1						1
<i>Pterostichus microcephalus</i> (Motschulsky) コガシラナガゴミムシ	1						1
<i>Calathus halensis</i> Schaller セアカヒラタゴミムシ	1		7		22		30
<i>Amara congrua</i> Norawitz ニセマルガタゴミムシ			2				2
<i>Amara chalcites</i> Dejean マルガタゴミムシ	1		2				3
<i>Anisodactylus signatus</i> (Panzer) ゴミムシ					1		1
<i>Anisodactylus punctatipennis</i> Norawitz ホシボシゴミムシ	3		2		2		7
<i>Anisodactylus saidoensis</i> Schauberger オオホシボシゴミムシ	4						4
<i>Harpalus capito</i> Morawitz オオゴモクムシ	3						3
<i>Harpalus vicinus</i> Harold ケゴモクムシ	1						1
<i>Oxycentrus argutoroides</i> (Bates) クビナガゴモクムシ				1			1
<i>Stenolophus difficilis</i> (Hope) ミドリマメゴモクムシ			5				5
<i>Diplocheila zealandia</i> (Redtenbacher) オオスナハラゴミムシ				1	2		3
<i>Chlaeniusharaldis</i> Bates コガシラオゴミムシ			1				1
<i>Chlaenius pallipes</i> Gebler アオゴミムシ	96		90		4		190
<i>Chlaenius micans</i> (Fabricius) オオアトボシアオゴミムシ			1				1
<i>Chlaenius posticalis</i> Motschulsky キボシアオゴミムシ			3		1		4
<i>Chlaenius circumductus</i> Morawitz キベリアオゴミムシ	1			2			3
<i>Brachinus scutomedes</i> Bates オオホソクビゴミムシ				2			2
合 計		178	0	164	14	0	390

5. エネルギー収支の測定

小動物の呼吸量の長時間測定

ある生物の食物の種類ならびに量に関する情報は、その生物の保護や増殖を考える場合の基本的なデータとして不可欠である。前者については野外での観察、胃内容の分析などの方法で比較的正確に知る事が出来るが、後者については飼育実験、あるいは標識付けをした特殊な食物の利用等高度な、あるいは長期にわたる取り組みが必要である。

必要量についての前記のような直接的な測定も有用であるが、呼吸量の測定からそれぞれの種に必要なエネルギー量を計算によって求めることが出来る。必要エネルギーを計算し、それから必要な食物量を推定することができる。この方法はエネルギー値という共通な基盤で考えを進めることができると、測定の簡便さ、比較的高い精度で必要量を推定できる等の点で優れた方法と考えられる。

個体レベルあるいは個体群、群集レベルでのエネルギー収支の研究には、適切な呼吸計の使用は欠かせない。

長期間、陸上生活者の呼吸を自然に近い状態で、自動的に測定するため電気分解型呼吸計(Electrolytic Respirometer)を開発した。この呼吸計は、動物が消費した量だけ電解によって酸素が補給され、その際に流れる電流値から呼吸量を測定するタイプで、従来困難であった一定の酸素分圧のもとの長時間の呼吸測定が可能になり、エネルギー収支に関する情報量が飛躍的に増加するものと期待している。

測定できる動物の大きさは、小さいものでは蝶の幼虫(体重10mg位)からリス大の哺乳動物(体重100g位)までと、呼吸室、電流ならびに電解容器を変えることによって広範囲に応用可能である。

6. カエル類に関する研究

a) カエル類と昆虫

カエル類は日常の話題にも常に登場するごく身近かな動物であったが、都会化が進むにつれて、カエルと人との距離は次第に遠くなりつつあるように思われる。しかしながら、季節の声として身近かに蛙の合唱が聞こえたら良いと考える人もまだ多いし、また子供たちにオタマジャクシ掬いの楽しみを味あわせたいという要望も少なくないと思われる。カエルの存在に対する教育的価値を含めたこのような社会的要望と共に、河原におけるカエル類の存在は、生態学的にきわめて興味ある主題もある。

カエル類はいうまでもなく肉食動物、すなわち捕食者である。その食物は通常昆虫類で、カエルの生存のためには豊富な昆虫類の存在が欠かせない。カエル類が住む河原には昆虫類が多くなければならず、従ってカエルが住む河原つくりは、そのまま自然により近い河原作りという事になる。この点はトンボ類の場合とも似ているが、行動圏はカエルの方がはるかに狭く地域の昆虫類の多少、ひいては自然の豊かさを良く反映していると考えられる。

b) 河川のカエル

多くの種は止水性で、流水性すなわち流れの速い河川の生活者あるいはそこに産卵するものはそれ

ほど多くない。本来の河川の種としては、カジカガエル、タゴガエル、ナガレヒキガエルなどに限られる。しかし、河川敷には季節により滞水する水たまり、池などの止水域もできやすく、殊に下流はカエル類の良い住み場所を提供している。

河川敷にカエルを、あるいは半自然的な池などで、オタマジャクシ採りに興じる事ができるようという要望に応じるための研究は、昆虫類の存在の可否と併せて研究課題として極めて興味深く、これだけで一つの大きなテーマとなりうるであろう。ここでは本格的調査・研究の糸口として次のような調査・実験を行った。

- *山地渓流域における生物学的に興味ある種としてのタゴガエルについての資料の収集と実地調査。
- *カエル類の幼生（オタマジャクシ）の密度効果に関する研究。
- *人工池（大型プラスチック水槽）における飼育実験。

c) タゴガエルの調査と文献

（長渕正夫・三島次郎）

多くの蛙の幼生は止水域を主な生活場所としているが、タゴガエル (*Rana tagoi*) は幼生が渓流中で成長する流水域の蛙として特異な存在である。タゴガエルの分布は局地的で、山地・寒冷地を主な分布地としている。

河川の特異な動物として、他の止水性のアカガエル、アマガエルなどの蛙類との対比の必要性から、筑波山系のタゴガエルについて調査し、現地で体長の測定を行った。

8月から2月までの180日間で幼体436個体、亜成体69個体、成体176個体、計681個体について測定をおこなった。8月では幼体がほとんどで、亜成体、成体は殆ど採集されない。10月になると亜成体（体長30mm内外）や成体（40-50mm）が次第に数を増して行く。11月、12月から2月のデータで幼体、亜成体、成体の年齢構成がはっきりと認められた。

このカエルが変態を終わり、沢を離れてからの生活については不明な部分が多い。おそらく沢をとりまく森林中で生活していることと考えられる。両生類の保護や飼育を考える場合、池や沢など幼生の生活水域の保全がまず考えられるが、それにも増して成体の生活の場の保全が計られなければならない。それは幼生の生活範囲に比較してはるかに広く、そこで生活の様子が直接認識できにくいので、ともするとおぎなりになりがちである。水域を含めて周囲の森林等の自然の保全が必要であることを強調しておきたい。このことは、モリアオガエル、またトウキョウサンショウウオなどのサンショウウオ類についても同じである。

d) アカガエルの密度と成長

（濱崎俊秀・三島次郎）

多くのカエル類は限られた水域に多量の卵を産みつける。必然的に密度は過剰になり、その水域の収容力を越えることになる。共倒れにならないためには何らかの密度調節機構が必要である。カエルの幼生についてはさまざまな密度調節機構についての報告があるが、ここでは極めて基礎的な数値を求めるための実験を行った。

野外で採集したアカガエルの卵から孵化したオタマジャクシを、1、2、4、8、16、32、64、128と密度を変えて、直径12cm、高さ6cmの透明プラスチック容器で飼育して成長を測定した。餌はどの密度でも食べ残すくらいに充分に与えた。

各密度での発育曲線を図6 d 1に、日数の経過と体重（成長）のばらつきの様子について図6 d 2に示してある。

どの密度でも発育は期待した通り、指數関数的であった。低密度（1、2、4、8、16）では成長速度はほぼ等しいが、全般に密度が高くなると成長曲線は横に寝てくる（体重の増加率は小さくなる）傾向がみられる。

このように成長の遅れ、ならびに変態時の体重の低下は共に一定の資源でより多くの成体を作り出すための適応と考えられる。ただしこの場合、食物は充分に与えられているので制限要因にはなっていない。食物の多少にかかわらず密度そのものによって調節が行われているわけである。

同じ水域に住んでいても、発育にズレが生じれば、速い個体は水界を離れて陸上生活を送るようになり、その分だけ残されたもののとり分が多くなる。図6 d 2に示すように密度が高くなると成長のズレが大きくなることが確認された。ただし、この方式がうまく機能するためには、幼生の生活水域が半永久的なものである必要があり、季節的に一時的に生じる水たまりを利用するような場合には通用しない。

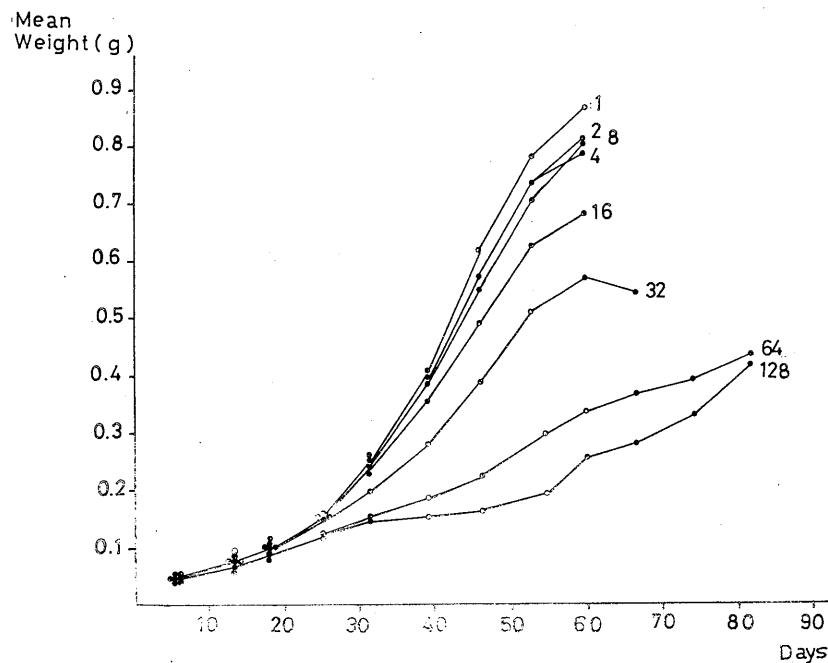


図6 d 1

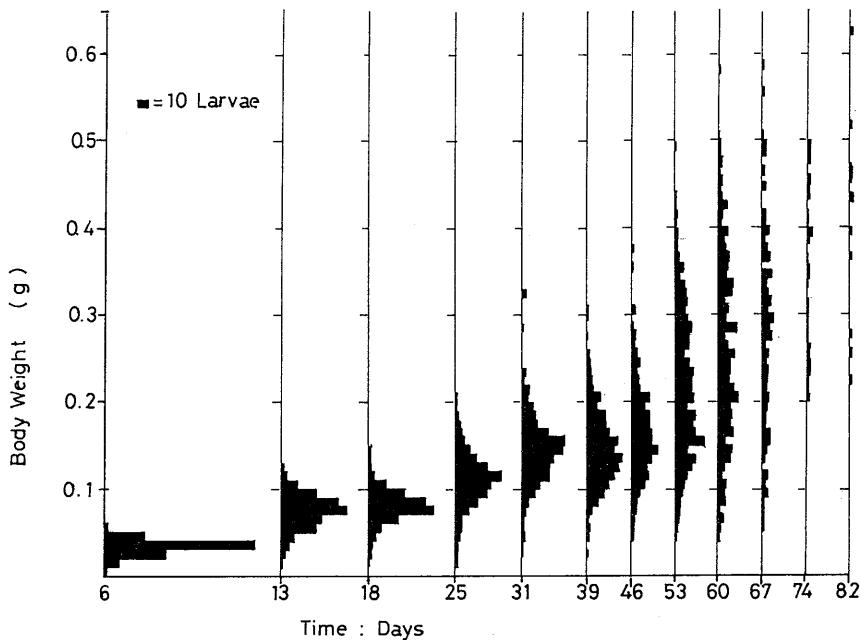


図 6 d 2

e) モデル池におけるカエル類の飼育実験

捕食者との関係、定住性、食物との関係などについては、野外での長期の実験が必要であるが、たらいを池に見立てて長期の野外実験を行った。

筑波大学構内の開けた草地に高さ30cm、直径80cmのプラスチック製の盤10箇を1列、直線状に設置し、それぞれに水道水80リットルを入れ、アカガエルのふ化後約10日目のオタマジャクシを一つ置きに200、800個体を入れた。片端及び中央の容器はコントロールとしてオタマジャクシは入れなかった。翌年更に平行して1列設置し、水槽の合計を20個とした。食物などは一切補給しなかった。

変態に成功した個体の数は各水槽ともほぼ等しく20-50匹であった（脱出個体のトラップに成功しなかったので正確な個体数は記録できなかった）。死亡個体の分解による栄養塩の供給、そして藻類によるその利用という循環を考えると高密度区の方が実験後期においては安定した成長が見られると予想したが、直接にはそのような効果は観察できなかった。

1989年および1990年の春には特にカエルの幼生を放さなかったが、付近のアマガエルによる自然の産卵がみられ、5月から7月にかけてオタマジャクシの姿がどのたらいにも見られた。

* 夏期に於ける水温

盤の中の水温は夏期の直射日光を受けて表面及び底層共に35°C内外と極端に高くなる。この時点でも若干匹のオタマジャクシの生存が確認されていたが、底に沈んで地温と同じと考えられる盤の底に密着して高温を避けているのではないかと考えられる。容器を使って人工池を作る場合、地中に埋め込むなど水温の日較差を少なくするよう配慮が必要である。

*生存するオタマジャクシの個体数と生長状態の計測

生長状態を調べるために、生存個体数と体重、体長の計測を行った。結果を表6e1に示す。表から分かるように当初の密度はオタマジャクシの成長に影響を与えていないと考えられる。

カエルの卵は通常狭い水域に多量に産卵される。食物その他の資源量によって個体数が調節される、あるいは発育にズレが生じて資源をめぐる競争を緩和させる等の機構によって出来る限り多数の個体の上陸が出来るような適応があるといわれている。

注目すべきことは、モデル池にアマガエルの自然産卵があったことである。また、一つを除いてすべてアカガエルが存在しないモデル池に自然産卵が為された。先住者の存在を何らかの方法で感知して産卵を避けるのか、あるいはモデル池への出入がそれらで容易だったからなのか、その理由については今後の研究を必要とする。

表6e1 アカガエルの密度と成長（密度 200と800）

	固体数	体重 (g)	体長 (cm)
密度200	113	0.310	2.97
密度800	88	0.313	3.02

f) 河川敷でのカエルの増殖のためのヒント

人工的なモデル池での結果は、河川敷でのカエルの繁殖の可能性を示唆している。すなわち、直径80cm、深さ30cm内外の池が作られれば、アマガエル、アカガエルの繁殖が充分考えられる。トンボをはじめさまざまな水性昆虫との共存も考えられる。

導入する卵数にあまりこだわる必要はないと思われる。給餌はある程度役に立つと思われるが、それが過ぎれば水を汚染することになるし、たとえ食物が充分に与えられたとしても他の要因でオタマジャクシはその過剰の密度の影響を受けることになる。また不足があったとしても、内的な調節機構が一定の成体を生み出すと考えられる。水を補給したり、変えたりすることは、極端なひでの時を除いて殆ど必要ない。これらのこととは、管理には人手や費用を特に必要としないことを意味している。

自然界に於いては、内的な密度調節機構、必要とする資源による制限に加えて他の生物との関係も考慮しなくてはならない。オタマジャクシ及び幼蛙の捕食者として通常ヒバカリ、ヤマカガシ、イモリ、大型水性昆虫などが考えられる。捕食者との共存を計るためには、生息水域に隠れ場所としての水草、小石等の構造を必要とする。人による管理、捕食者の排除等はよほどことがない限り避けるべきである。自然の平衡にまかせることが最高の管理である。

出水はオタマジャクシを流し去る可能性があるが小貝川の場合、河川敷に出水する可能性は7月以降で、オタマジャクシにとってそれほど致命的とはならないと思われる。