

V. 水生昆虫類を用いたタイ上流・中流域河川の環境評価法の技術移転

■1993.11~1993.12, 1995.3, タイ王国, タイ王国環境研究研修センタープロジェクト, 短期派遣

吉安 裕

はじめに

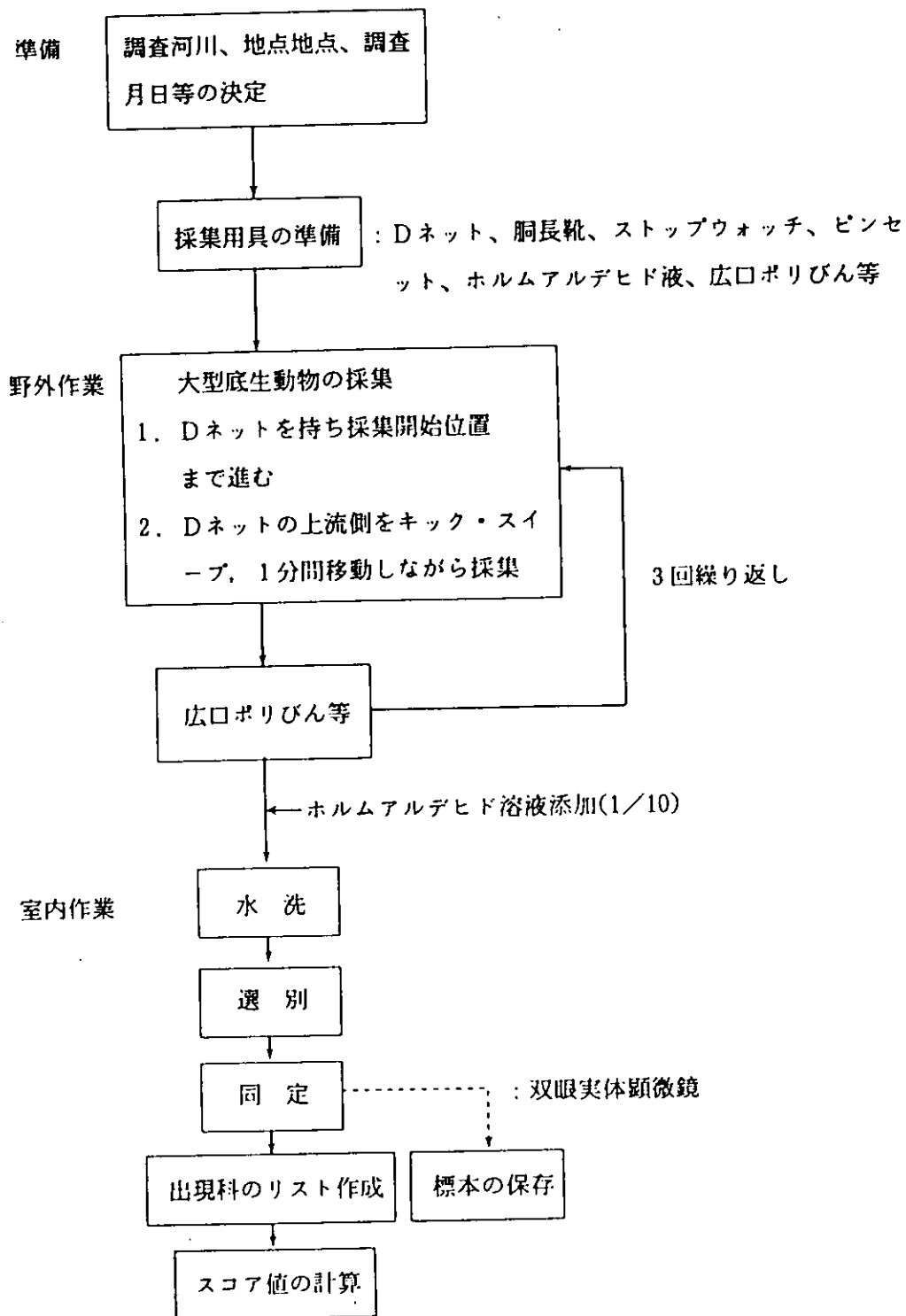
水質やその周辺の環境評価については水質汚濁の多様化にともない、化学的手法のほか今後生物学的手法の開発と確立が期待されている。これまで水生生物を使って河川環境を評価する試みがヨーロッパ、北米、日本で考案され、実施されてきた。これらの方法は、種あるいは属レベルの分類が不可欠となっている。一方、イギリスの生物モニタリング作業グループ(Biological Monitoring Working Group(BMWP))が提案・実施している(Armitage, 1983)、スコアに基づく方法(以下スコア法と略記)による評価では分類は科のレベルでおこない、サンプリング方法も比較的簡単である。これは、いくつかの水質をもとに科レベルに得点=スコア値を与え、採集した全部の科のスコア値を足したもの(総スコア値)、あるいはそれを出現科数で割って平均スコア(Average Score Per Taxon(ASPT))を求め、それらの数値を河川間比較するものである。この方法をもとに日本においても大型底生動物による評価法が考案され(環境庁, 1992)、全国の河川でこの評価法の共同研究と内容の検討がおこなわれている(山崎ら, 1996)。この方法はまだ標準化したわけではなく、様々な問題点を含んでいるが、これまでおこなわれた調査では、ほぼ水質と水域環境の評価ができるという。すなわち、ASPT値が大きければ、水質環境が良好で、小さければ汚濁している傾向を示す。

東南アジアでは、水生昆虫は一部の昆虫群を除いてほとんど幼虫の分類が行われていない。したがって、種あるいは属レベルの分類は不可能で、また、専門の分類学者も限られている。さらに生物学的見地から河川環境の評価に関わる大学研究室や研究施設も少ないものと考えられる。このような状況下で、一つの方法として、科レベルの同定で行えるスコア法を技術移転することにした。

また、大陸アジアでは河川は山間地域を除いて、勾配が緩やかで、大きな河川では中流から下流にかけては水深が深く、ほとんど流水の状態でないところも多い。その様なところでは調査自体が困難であり、今回はこのような河川形態での調査については、触れない。

1. 技術の概要・・・スコア法による河川環境評価

この方法の手順は図4.1の通りである。



環境庁水質保全局, 1992

図4.1 河川環境評価の手順

1.1 平均スコアの算出

ある地点で採集した標本を、科レベルまで分類し、スコアの決まっている標本（分類群）にもとづき、下記の簡単な式によりその地点の平均スコア値を算出する。スコア値は1～10までの10段階があり、高い方がきれいな水質に生息する群として、逆に低ければ汚濁された水域生息種と考える。

$$\text{平均スコア値 (ATSP)} = \frac{\sum_{n=1}^s (i \text{ 番目の分類群 (科)} \times \text{スコア値})}{\text{分類群 (科) 数 (s)}}$$

この方法の詳しい内容については、環境庁水質保全局（1992）大型底生動物による河川水域環境評価のための調査マニュアル（案）を参照のこと。

1.2 各分類群（科）のスコア値の決定

ほとんど基礎文献を欠くので、基本的に日本のスコア値を参考にし、ほぼその通りのスコア値を取り入れたが、タイの河川生息昆虫の特殊性も加味した（表4.1）。温帯の昆虫相と亜熱帯・熱帯のそれとは当然異なり、そのまま応用することは問題であり、あくまでもこのスコアは出発点として取り入れた。将来訂正、変更の必要がある。分類群も加えたり、減らしたりする検討も必要である。また、ユスリカ科は日本でおこなっているように一応“3”として扱ったが、この科は上流から下流まで分布するので、スコア値を決定するのは難しい。少なくとも赤色（低く）と白・緑色（高く）の群くらいは分けた方がよいのかも知れない。山崎ら（1996）によれば、鯀の発達した種群を1、発達しない群を3としてある。

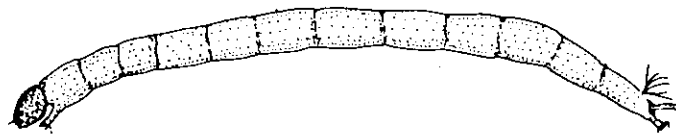
また、水生昆虫を除く環形動物、軟体動物、貧毛類などは資料としては一部採集したが、タイでの調査ではスコア値としては用いなかった。これも将来組み入れる必要がある。おもな群はタイ産の水生昆虫を用い例示した（図4.2.(その1)、図4.2(その2)）。

表 4.1 タイ産水生昆虫のスコア値の例

Family 科	Score スコア値	Family 科	Score スコア値
Ephemeroptera カゲロウ目		Stenopsychidae ヒゲナガカワトビケラ科	8
Siphonuridae フタカゲロウ科	8	Philopotamidae カワトビケラ科	8
Isonychiidae チラカゲロウ科	7	Psychomyiidae クダトビケラ科	8
Heptageniidae ヒラカゲロウ科	7	Polycentropodidae イワトビケラ科	7
Baetidae コカゲロウ科	6	Hydropsychidae シマトビケラ科	6
Leptophlebiidae トビイロカゲロウ科	7	Glossosomatidae ヤマトビケラ科	7
Ephemerellidae マダラカゲロウ科	7	Hydroptilidae ヒメトビケラ科	6
Caenidae ヒメカゲロウ科	6	Limnacentropodidae キタガミトビケラ科	9
Potamanthidae カワカゲロウ科	7	Phryganopsychidae マルハネトビケラ科	6
Ephemeridae モンカゲロウ科	7	Phryganeidae トビケラ科	8
Polymitarchidae アミメカゲロウ科	5	Brachycentridae カクスイトビケラ科	9
Odonata トンボ目		Uenoidae クロツツトビケラ科	10
Calopterygidae カワトンボ科	8	Limnephilidae エグリトビケラ科	7
Epiophlebiidae ムカシトンボ科	8	Lepidostomatidae カクツツトビケラ科	9
Gomphidae サエトンボ科	7	Sericostomatidae ケトビケラ科	7
Cordulegasteridae オニヤンマ科	6	Odontoceridae フトヒゲトビケラ科	9
Corduliidae エゾトンボ科	5	Molannidae ホソハトビケラ科	9
Plecoptera カワゲラ目		Leptoceridae ヒゲナガトビケラ科	7
Taeniopterygidae ミジカカワゲラ科	10	Coleoptera コウチュウ (甲虫) 目	
Nemouridae オナシカワゲラ科	8	Gyrinidae ミズズミシ科	6
Capniidae クロカワゲラ科	9	Hydrophilidae ガムシ科	7
Leuctridae ハラシロオナシカワゲラ科	10	Psephenidae ヒラタドムシ科	6
Eltoperlidae ヒロムネカワゲラ科	9	Dryopidae ドムシ科	7
Perlodidae アミメカワゲラ科	9	Elmidae ヒメドムシ科	6
Perlidae カワゲラ科	7	Ptilodactylidae ナガハナミシ科	8
Chloroperlidae ミドリカワゲラ科	10	Diptera ハエ (双翅) 目	
Hemiptera カメムシ (半翅) 目		Tipulidae カガシボ科	7
Aphelocheiridae ナベアタムシ科	6	Blepharoceridae アミカ科	10
Megaloptera ヘビトンボ目		Psychodidae チョウバエ科	6
Corydalidae ヘビトンボ科	7	Dixidae ホリカ科	8
Lepidoptera チョウ (鱗翅) 目		Simuliidae ブユ科	6
Pyralidae* メイガ科	7	Chironomidae ユスリカ科	3
Trichoptera トビケラ (毛翅) 目		Tabanidae アブ科	9
Rhyacophilidae ナガレトビケラ科	8	Athercidae ナガレアブ科	8

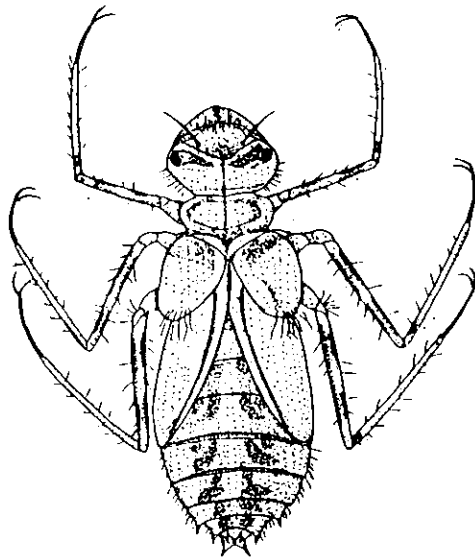
*タイでは比較的多いので、つけ加えた。スコアは共存するスコアが決まっている昆虫群と同じにした。また、ホタル科 (水生) とアミカモドキ科は分布しないので、削除した。

Score



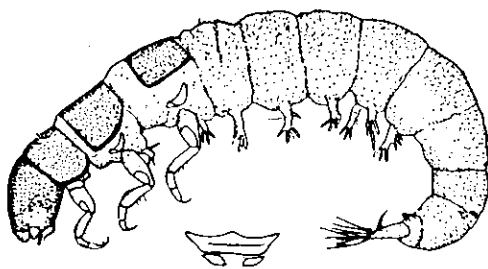
3

Chironomidae (Dip.)

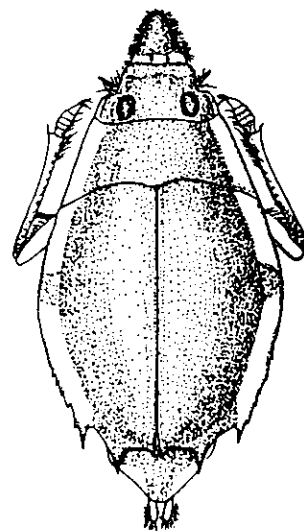


5

Corduliidae (Odon.)

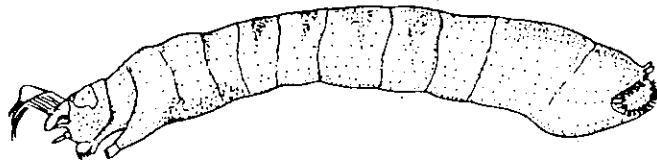


Hydropsychidae (Trichop.)



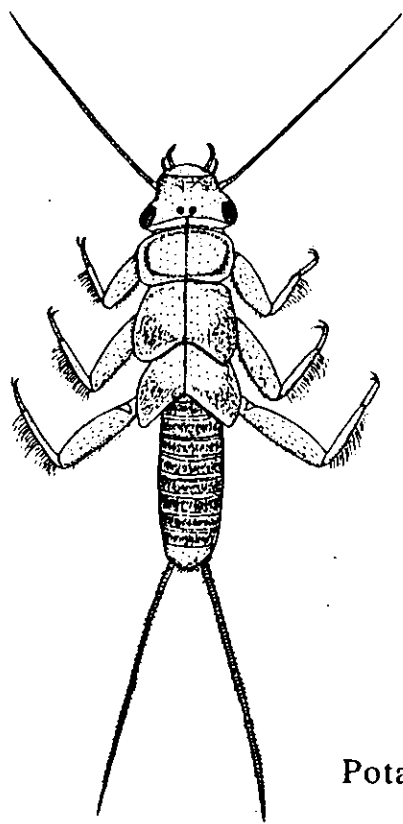
6

Gyridae (Coleop.)

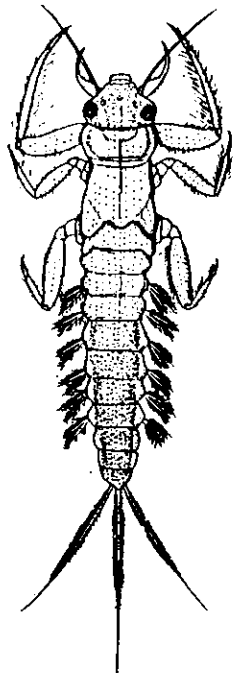


Simuliidae (Dip.)

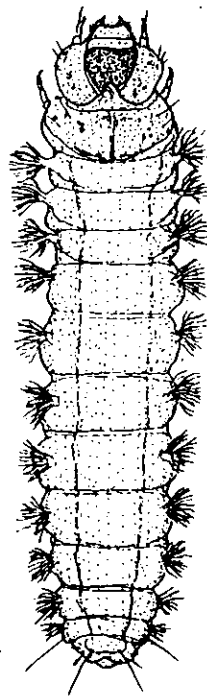
図 4.2(その1) タイ産水生昆虫のスコア値の例



Perlidae (Plecop.)

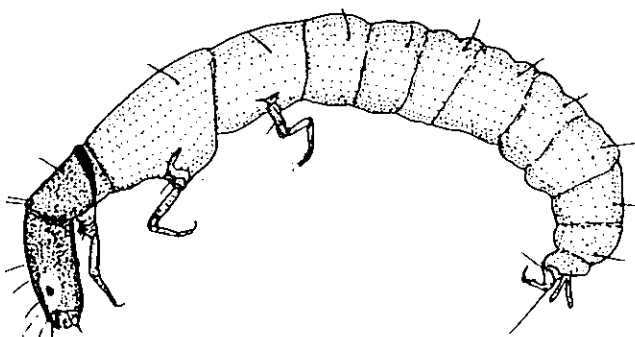


Potamantidae (Ephem.)

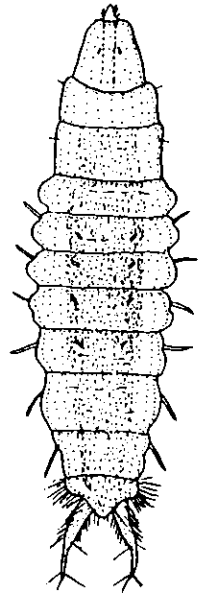


Pyralidae (Lep.)

7

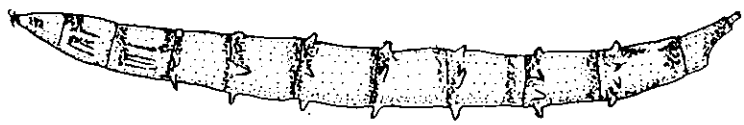


Stenopsychidae (Trichop.)



Athericidae (Dip.)

8



Tabanidae (Dip.)

9

図 4.2(その2) タイ産水生昆虫のスコア値の例

2. 導入の目的

派遣当時すでに任意採集で集められた、多くの水生昆虫サンプルがあり（多くは未同定）、それで河川評価の結果を出すという時期であった。サンプルの同定、採集の標準化を進めつつ、何らかの判断をしなければならなかった。そこで科レベルの同定で可能で、比較的簡便なスコア法が適当と考えた。スコア法によらず、生物環境評価は継続的なモニタリングをおこなうことによって、水質汚濁を判断し、その原因を考えるための一手法であるのでその基準を作る作業から必要であるが、そのための基礎資料としての画一化された調査法にもとづくサンプルが必要である。スコア法のサンプリングは余り個人差が出ず（牧野ほか、1996）、また比較的簡便におこなえるし、厳密ではないが定量的側面もある。






















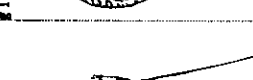


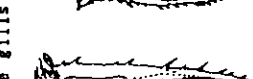












3. 導入方法

3.1 スタッフの分類学および同定の訓練

大学卒業であっても化学や物理系の出身者には、生物そのものの理解をすることは困難で、さらに分類はおそらく長期間の訓練が必要である。分類・同定には基礎的形態の理解とそれぞれの分類群で使用されている形態名称を覚えなくては検索同定が不可能である。最初から図鑑類の図（絵）合わせでなく、検索表によっておこなうように指導した。検索表を見ることによって基本的な名称と位置をすこしずつ把握できるようになる。日本産水生昆虫検索図説（川合、1985）をもとに英語訳して指導した。また、分類の検索表（科レベル）を簡約英語にしたものを用いた。しかし、これは形態用語の理解がないと実際には使うのが面倒なことで、ある程度基本的なことが理解できているスタッフしか使えないので、ほとんど未経験者であったスタッフには役に立たなかった。そこで、図を添えた検索表を作る方が分かりやすかったかも知れない（トンボの例：表4.3(その1)(その2)）。



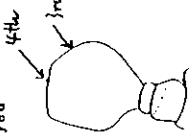
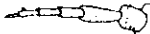



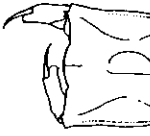

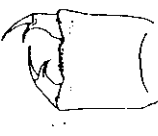

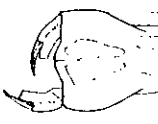


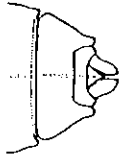

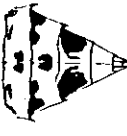
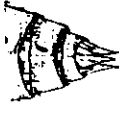
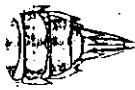

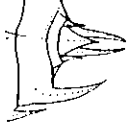
しかし、最も大きな問題はスタッフの頻繁な移動であろう。知識と経験が必要な仕事では、新しいスタッフには一からやり直しになり、研究の継続が困難になる。この技術移転の一番の問題点であろう。

表 4.3(その1) トンボの検索表

Order. ODOIVATA	Familyイトトンボ	モノサシトンボ	アオイイトトンボ	ヤマイトトンボ	ハナダカトンボ	ミナミカワトンボ	カワトンボ
	Coenagrionidae	Platycnemididae	Lestidae	Megapodagrionidae	Chlorocyphidae	Euphaeidae	Gaolterrygidae
Antennae (触角)	More than 4 Segments String-like shape	More than 4 Segments String-like shape	More than 4 Segments String-like shape	More than 4 Segments String-like shape	More than 4 Segments String-like shape	More than 4 Segments String-like shape	More than 4 Segments String-like shape
Labium (下唇)	Not covers Clypeus and labrum are visible Labial palp tooth not so large Median lobe of labium have no notch	Not covers Clypeus and labrum are visible Labial palp tooth not so large Median lobe of labium have no notch	Not covers Clypeus and labrum are visible Labial palp tooth large Median lobe of labium have small notch	Not covers Clypeus and labrum are visible Labial palp tooth not so large Median lobe of labium have slit	Not covers Clypeus and labrum are visible Labial palp tooth large Median lobe of labium have small notch	Not covers Clypeus and labrum are visible Labial palp tooth not so large Median lobe of labium have large notch	Not covers Clypeus and labrum are visible Labial palp tooth large Median lobe of labium have large notch
 front view  lateral view covers	 front view  lateral view covers	 front view  lateral view covers	 front view  lateral view covers	 front view  lateral view covers	 front view  lateral view covers	 front view  lateral view covers	 front view  lateral view covers
Tip of abdomen (腹部)	3 Leaf-like gills	3 Leaf-like gills	3 Leaf-like gills	3 balloon-like gills	2 trigonal pyramid-like gills	3 balloon-like gills	2 trigonal pyramid-like gills
Shape of gills	  	  	  	  	  	  	  

出典: 日本産水生昆虫検索図説, 1985

表 4.3(その2) トンボの検索表

ムカシトンボ Etiopheteiidae	ムカシヤンマ Petaluridae	サナエトンボ Zygoptera	オニヤンマ Zygoptera	ヤンマ Aeshnidae	エソトンボ Corduliidae	トンボ Libellulidae
More than 4 Segments String-like shape	More than 4 Segments String-like shape	4 Segments 3rd Segment modified	More than 4 Segments String-like shape	More than 4 Segments String-like shape	More than 4 Segments String-like shape	More than 4 Segments String-like shape
						
Not covers Clypeus and Labrum are visible Labial palp tooth small Median lobe of Labium have slit	Not covers Clypeus and Labrum are visible Labial palp tooth small Median lobe of Labium have no notch	Not covers Clypeus and Labrum are visible Labial palp tooth small Median lobe of Labium have no notch	Not covers Clypeus and Labrum are visible Labial palp tooth large Median lobe of Labium have tooth	Not covers Clypeus and Labrum are visible Labial palp tooth small Median lobe of Labium have slit	Covers Clypeus and Labrum not visible Labial palp tooth rather large Median lobe of Labium have no notch	Covers Clypeus and Labrum not visible Labial palp tooth small Median lobe of Labium have no notch
						
3 appendages	5 Spike-like appendages	5 Spike-like appendages	5 Spike-like appendages	5 Spike-like appendages	5 Spike-like appendages	5 Spike-like appendages
no gill	no gill	no gill	no gill	no gill	no gill	no gill
						

出典: 日本産水生昆虫検索図説, 1985

3.2 調査地点と時期の選定

基本的には上流から下流まで支流の流れ込みを考慮に入れて選定する方法をとり入れるべきであるが、現実には道路や季節的な条件、予算の制約のなかで不完全な選定しかできなかった。後述のように、調査には一定の基準と時期が必要である。

3.3 調査法と調査項目

調査法は評価法によって異なるが、今回とった方法と機器類を下に記す。

a. 採集用具

1) キック・スウィープ用 D 型枠ネット (D ネット) (帝国理科製)

1mm 目のテトロンネットを張った D 型のステンレス製枠 (底部長 30 cm、高さ 25 cm) の採集具、柄は約 1~1.5m

2) ストップウオッチ

3) ピンセット

4) 250~500ml のポリ広口瓶

5) フォルマリン

b. 採集法

基本的には早瀬、平瀬などを選び、1 分間キック・スウィープし、サンプルを集めた。これを 1 地点合計 3 回 (3 分間) おこない、まとめてポリ広口瓶に入れた 10% フォルマリン (現地では 1/10 に希釈する) につける。ネットに残っている小型の生物はピンセットで取り、合わせてポリ広口瓶に入れた。

このほか、上流域で水面を上昆虫類 (アメンボ、ミズスマシ類など) も見られたので、金魚用ネット、魚用ネットなどを用いて、定性的調査も同時におこなった。しかし、これで採集した標本はスコア値計算にいれず、将来の研究のための参考標本として保存した。

c. 採集個体の整理と分類

ポリ広口瓶を実験室に持ち帰り、白のバットに移し変え、実体顕微鏡下で昆虫類を選び、目あるいは科ごとに 30~10ml のサンプル瓶に分ける。保存は 75% エタノールでおこなう。その際必ずデータを記入してサンプル瓶に入れて置く。科までの同定は更に検索表などの資料を参考にしておこなった。これは時間をかけておこなう作業で、かなりの時間をこれに費やした。そのため、データを使つての考察などができなかった。

d. そのほかの調査項目

総合的に考察するため、できる限り下記の項目についても測定した。

水温（温度計）、流速（流速計：横川電機製）、水深（目盛りをつけた棒などで測定）、PH（PH 計）、溶存酸素（DO）、生物的酸素要求量（BOD）あるいは化学的酸素要求量 COD 等の機器類も使用した。

河川周囲の環境も記録するために、調査地の写真をとった。これは、環境教育の一環としての資料ともなる。

3.4 標本の保存

将来的に分類学的研究の材料にするため、さらに将来開発されるであろう新しい評価システムの材料にとして、調査標本は地点ごとにまとめて保存した。一般には調査場所において5%から10%のホルマリン水溶液に漬し、研究室にもどってから75%エタノールに移し換える。それぞれ管瓶など標本の大きさによって容量を変える必要があるが、場所ごとにまとめて保存する。

ERTC では、専用の標本整理ロッカー（2 竿）を購入してもらって、場所ごとに入れていたが、将来的には専用の保管室を準備する必要がある。

アルコールの定期的な交換も必要である。また、この際後から誰がみてもわかるように、採集データを英語表示でおこなう必要がある。標本は一旦保存されたあとはだれがどのような状況で所見するかわからないからである。特に分類の行われていない群は具体的に表示する。採集データはできるだけ詳しい方がよいが、最低限、採集河川名、採集地点名（できれば高度も）、採集年月日（西暦）は必要である。採集者、水温、水深や底質などの河川の状況もできれば記録して置く方がよい。

4. 成果、問題と課題

4.1 実際の応用例

以前からの調査標本（任意採集）と1993年12月に採集した定量サンプルをもとに、タイ北部の河川評価をスコア法に基づいて行い、カウンターパートであった Ms. Juthatip が概略を発表した。チャオブラヤ川支流の4河川（添付資料5）を概略比較した。

表 4.2 タイ北部の河川の A S P T 値

河川ランク*	河川	ピン川 (Pin)	ワン川 (Wan)	ヨム川 (Yom)	ナン川 (Nan)
1. 源流域		6-7	6-7	7	6-7
2. 源流より下で、鉱山など 多少人の営為行為が加わる		6-7	5-7	5-7	6-7
3. さらに下流で果樹園なども現れる					
4. 人の住居が多少みられる 作物栽培地域も含む		6-7	3-7	7	5-6
5. 人の住居が多くなる					

(注)カセトサート大学の研究班が採用している上中流域河川形態(人為的影響の程度を考慮した区分)(詳しくは、ERTCの調査報告書を参照のこと)

詳細な検討はできないが、上記4河川の上流域の水質環境は生物からみると、日本の比較的清冽な河川と同程度であり、また多少の人為的影響があってもそれほど影響を受けていないように思われた。また、化学的分析との比較結果は不明である。今後モニタリングを通じてこれらの数値を見守っていく必要がある。

4.2 環境教育・研修のための水生昆虫類標本の展示およびリーフレットの発行

広い意味での環境教育・研修の一環として、いろいろな河川あるいは水域に生息する昆虫類等を展示することも必要である。生物を用いた評価、特に大型低生生物の場合、実物を見ることによって理解がはやまることも多い。ERTCでは持参の昆虫標本箱2箱(ドイツ箱)に標本(成虫)展示してあったが、説明をつけると共に、アルコール標本なども含めて展示を充実した方がよい。これは時間的におこなう余裕がなかった。

プロパゲーションについてはERTCの上司も印刷物の発行に特に関心を示したので、図あるいは写真の割付け原案を示したが、実際にそのリーフレットあるいはポスターができたかどうか不明である。

4.3 スコア法およびそれ以外の方法の検討

便宜的に当てはめたスコア値によるスコア法は当然問題があり、今後多くのデータを揃えた上で、改善する必要がある。同時に、河川周辺を含めた総体としての環境をどのよう

に評価するかを今後検討すべきであろう。もし、今後生物学的評価に取り組んでいくとすれば、短期ではなく、長期的な専門家の派遣と日本の分類研究者との連携が必要であろう。

4.4 調査方法と時期

水生生物を用いた河川環境調査では、必ずしも採集方法は一定していない。特に河川状況が異なる場合は、必ずしもDネットが適しているかどうかかわからないが、スウィープなので流れがなくてもおこなえたとし、水深が深いところでも川岸では可能であった。

また、この研究はモニタリングが重要な要素となっているので、継続的な評価をおこなおうとするためには定点を決め、毎年季節ごとに定期的な調査が必要であろう。タイの場合、雨季と乾季があり、そのため水量が季節によって極端に異なり、河川環境の変化が大きい。日本と異なり、一年を通じて水温の高い地域では底生動物の発育も早いことが予想され、同じ場所でも季節によって生物相がかなり異なる可能性もある。そこで、定期的調査をする場合、2月か3月ごろの乾季、5月下旬から6月の雨季初期、10月から11月の雨季末期の1年3回にすれば最もよいが、1回であれば雨季のいずれかのほうが水量は多くやりやすい。いずれにしても時期を合わせないと比較できない。

4.5 研究者とその育成

科までの分類でさえも、できるようになるには、かなりの経験が必要になる。したがって、同定や保管業務をおこなう技術者が1,2年で職場を変わらない措置を講じる必要がある。ERTCでは1993年11月に当時新任だった技術者2人(おもに同定と調査を担当)が1995年3月時点ではすでに2人とも転出し、後任もきまっていなかった。

4.6 化学的分析グループとの共同調査

前記のようにスコア値設定・改変にはDO、BOD、窒素、燐量などが考慮されている。従って、理想的にはサンプルを採集したところでの、水質のデータをとった方がよい。そのため、水質分析の研究者とできるだけ調整をはかって共同調査をおこなえばよい。しかし、実際には予算、日程などの問題でできなかった。年間当初プランのなかで、調整する必要があるだろう。

4.7 カウンターパートあるいは研究機関との事後の連絡

技術移転がどのような形で継承、発展あるいは改変されていったのか、あるいは使っていないのかなど、短期専門家であっても気になる。個人的に連絡してもよいが、公の情報

として得る手段があれば、利用したいと思っている。

4.8 水生昆虫（生物）の分類と同定

基礎資料の蓄積という観点からは、地理的な便宜性を考えて分類や同定、さらには調査等について中核的な研究機関をおき、共同研究ネットワークを作ることがよいと思われる。たとえば、北部はチェンマイ大学、東北部はコンケン大学、中央部と南部はマヒドン大学やカセトサート大学の研究者との連携というようにおこなえば効率的である。その際は方法、時期や結果の検討などを決めて実施する。

分類の問題は生物多様性の保全問題とからみ、一研究機関だけでなく、国としてのプロジェクトのなかで進めるべきであろう。

5. 日本の技術とそのほかの国の技術の相違

イギリスをはじめヨーロッパ諸国ではこれまで底生生物を用いた水域環境評価が考案されている。多様性指数 (Diversity Index) などと組み合わせて、古くは汚濁指数 (Pollution Index)、生物指数 (Biotic Index)、などが様々な指数を使った評価がおこなわれてきた。これらの多くは種レベルまでの分類がほぼ完成しており、また比較的底生生物の種数の少ないヨーロッパでは可能であった。また、これらの手法はある程度一定の訓練された生物学者では応用できるが、だれにでも一定水準の分類ができるとは限らない。

ヨーロッパにおける近年のスコアによる評価法は大きく分けて2つの流れがある。一つは Belgian Biotic Index Methods で属レベルの同定によって評価するものである。もう一方は、イギリスで採用されている Armitage らが提唱し発展させたよるスコア法で、両方とも普遍性と簡便性という点で普及しやすい方法と思われる。イギリスやベルギーでは実際に継時的河川評価において上の方法が実践されている。特に BMWP の方法を日本の生物に応用したものが、今回のスコア法である。

近年アメリカでは、底生動物を用いた B-IBI 法 (Benthic-Index of Biological Integrity) (Karr, 1994; 森下, 1996) が考えられている。これはいくつかの項目 (メトリックス) を設けて河川に関わる人為的影響を評価する試みであるが、この方法の基本にはやはり特定の群では種レベルの分類と出現個体数およびそれらの生活史全体の把握が不可欠である。

これらのうち、どの技術を採用、移転するかという選択は困難であるが、これまでおこなわれているすべての方法に共通していえるのは、河川の生物の基礎的な分類・生態的知見に基づき試行錯誤されて提出されたもの、という経緯を認識してもらい、方法の限界を

受け入れてもらうしかない。結果のみを性急に求める傾向があるが、平行して基礎を作る努力の継続を望みたい。

6. 当該技術に関する関係情報一覧

(1) 水生生物分類関連の資料

- 1) 川合禎二 (編) (1985) 日本産水生昆虫検索図説. 409 頁. 東海大学出版会, 東京.
Merritt, R.W. & K.W. Cummins(1995) An introduction to the aquatic insects of North America. 3rd ed. 862 pp., U.S.A.
- 2) Usinger, R.L.(1956) Aquatic insects of California. 508 pp. University of California Press, U.S.A.

分類関連の文献は限りがないが、詳しくは上記の文献の参考文献リストを含めて参考にされたい。

(2) スコア法による河川環境評価法関連の資料

- 1) Armitage, P.D. et al.(1983) The performance of a new biological water quality score system based on macro invertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. Water Res. 17: 333-347.
- 2) Chandler, J.R. (1970) A biological approach to water quality management. Water Pollution Control, 69: 415-421.
- 3) Chesters, R.K.(1980) Biological monitoring working party. The 1978 national testing exercise. Technical memorandum No. 19., Department of Environment, United Kingdom.
- 4) 環境庁水質保全局 (1992) 大型底生動物による河川水域環境評価のための調査マニュアル (案) p. 21. 環境庁水質保全局。
- 5) 牧野和夫ほか (1996) 「大型底生動物による河川水域環境評価のための調査マニュアル (案)」の精度に関する検討. 全国公害研究会誌, 21: 147-154.
- 6) 山崎正敏ほか (1996) 河川の生物学的水域環境評価基準の設定に関する研究—全国公害研協議会環境生物部会共同研究成果報告—. 全国公害研究会誌, 21: 114-145.

(3) その他の河川環境評価法の関連資料

- 1) Karr, J.R.(1994) Biological monitoring: Challenges for the future. pp.357-372. in S.L. Loeb and A. Spacies (eds.): Biological monitoring of aquatic ecosystems. Lewis Publishers, Boca Taton, FL., U.S.A.
- 2) Metcalfe, J. L. (1989) Biological water quality assessment of

- 2) Metcalfe, J. L. (1989) Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: History and present status in Europe. *Environmental Pollution*, 60: 101-139.
- 3) 森下依理子 (1996) 川と湖の博物館. 4. 水環境カルテ. 160 頁. 山海堂, 東京.
- Woodwiss, F.S.(1964) The biological system of stream classification used by the Trent River board. *Chemistry & Industry*, 11: 443-447.