

Zelinka-Marvan による肉眼的底生動物のザプロビ値,

インディケーター価値の適用への試み

Trial to application of Saprobic value and Indicator value
on macroscopic animals by Zelinka-Marvan

御 勢 久 右 衛 門

(奈良県立小学校教員養成所)



Kyuemon GOSE

Nara Prefectural Junior Teachers College

我国では、肉眼的底生動物による陸水の有機汚濁度の生物学的な水質判定には、Kolkwitz-Marsson-Liebmann (1908, 1909, 1951) の指標種方式並びに Beck-Tsuda (1955, 1964) の生物指数方式、Pantle-Buck (1955) の汚濁指数方式などが広く用いられてきた。いずれの方式も指標生物および指標生物表が判定の基礎となっている。

津田 (1964), 津田・森下 (1974) は日本産の肉眼的底生動物を用い、各汚濁階数に応ずる指標生物表を、Liebmann (1951), Sramek-Husek (1956) にならって作製した。また、これとは別に、津田ら (1960) は、指標生物を汚濁非耐性 (intolerant) の種類と汚濁耐性 (tolerant) の種類を2つのグループに分けた。その後、これらの表を基にして、多くの研究者により、日本各地の陸水について生物学的な水質判定が行われてきた。

ここでは、既往のデータ (文献欄にかかげた) をもとにして、各河川の各地点における水質判定結果から、環境対生物の関係を基に、Zelinka-Marvan (1961) が提案した、ザプロビ値およびインディケーター価値を導入した指標生物表を作製した。また、この指標生物表をもとにして Zelinka-Marvan 方式による水質判定の数列を示した。論文をまとめるに当たり適切な助言を与えて下さった奈良女子大学渡辺仁治教授に感謝の意を表する。

1. 指標生物表の作製

我国における既往の水質汚濁の階級としては、Kolkwitz-Marsson-Liebmann 以来の伝統的な汚水生物体系の貧腐水性 (os), β 中腐水性 (βm), α 中腐水性 (αm), 強腐水性 (ps) の4段階法がとられてきた。この4階級に基づく肉眼的底生動物による指標生物表は奈良女子大学津田研究室を中心に、陸水における底生動物の長期間

にわたる研究をもとにして作製された (津田・森下; 1974)。いずれも野外調査での知識と経験に基づいたものである。

今回の資料は、有機汚濁水域と清水域より得られた北海道から九州までの約 114 河川、サンプル総数約 1000 地点の調査資料をもとにして水質判定を行なった既往のデータ (文献欄にかかげた) を用いた。

データの整理に際しては次の様にした。例えば、 X_1 河川で 8 地点サンプリングしたとしよう。このうち、A, B, C, D 地点は貧腐水性水域 (os), E 地点は β 中腐水性水域 (βm), F, G 地点は α 中腐水性水域 (αm), H 地点は強腐水性水域 (ps) であったとする。貧腐水性水域の A 地点に出現した種は全部でイ, ロ, ハ, ニ, ホの 5 種。B 地点ではイ, ロ, ハ, ホの 4 種。C 地点はイ, ハ, ホの 3 種。D 地点ではイ, ロ, ハの 3 種とする。この水域での種毎の出現度数 (出現回数 / 地点数) は種イは $\frac{4}{8}$, 種ロは $\frac{3}{8}$, 種ハは $\frac{4}{8}$, 種ニは $\frac{1}{8}$, 種ホは $\frac{3}{8}$ となる。つづいて β 中腐水性水域, α 中腐水性水域, 強腐水性水域についてもこれをくり返す。次に X_2, X_3, X_4, \dots の河川についても X_1 河川と同じ方法を用いて汚濁階級別に順次行う。この際、資料として用いた各河川と同じ汚濁階級については、各階級別一括し、種毎に出現頻度を計算する (各汚濁階級の出現頻度が極めて小さい種については指標生物表から除外した)。次にこれらの値から、種毎に、汚濁階級別の出現頻度の合計値が 10 になるように配分した。例えば、種イの頻度分布が、os で 70%, βm で 35%, αm で 10%, ps が 0% の場合には、os は 6, βm は 3, αm は 1, ps は 0 となる (種毎のある階級の比率が 0.4 以下の場合には + で示した) (表 1 : 1-3)。

表1 肉眼的底生動物のザプロビ値の表

表中の略字の意味は、os : 貧腐水性, βm : β 中腐水性, αm : 中腐水性, ps : 強腐水性, + : 非常に稀, g : インディケーター価値。

1

種	類	os	βm	αm	ps	g
Vermes (蠕形動物)						
<i>Phagocata vivida</i>	(ミヤマウズムシ)	9	1	-	-	4
<i>Dugesia gonocephala</i>	(ナミウズムシ)	6	4	+	-	2
<i>Branchiura sowerbyi</i>	(エラミミズ)	-	-	2	8	3
<i>Limnodrilus</i> sp. div.	(イトミミズ属)	-	+	4	6	3
<i>Tubifex</i> sp. div.	(イトミミズモドキ属)	-	+	3	7	3
<i>Nais</i> sp. div.	(ミズミミズ属)	2	7	1	-	3
<i>Erpobdella lineata</i>	(シマイシビル)	1	2	7	+	3
<i>Mimobdella japonica</i>	(マネビル)	1	4	5	+	1
<i>Glossiphonia lata</i>	(ハバビロビル)	1	3	6	-	2
Mollusca (軌体動物)						
<i>Sinotaia quadrata histrica</i>	(ヒメタニシ)	-	4	5	1	1
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>	(マルタニシ)	1	5	3	1	1
<i>Cipangopaludina japonica</i>	(オオタニシ)	2	5	3	-	2
<i>Semisulcospira libertina</i>	(カワニナ)	6	4	+	-	2
<i>Radix auricularia japonica</i>	(モノアラガイ)	+	6	4	+	2
<i>Austropeplea ollula</i>	(ヒメモノアラガイ)	-	4	5	1	1
<i>Physa acuta</i>	(サカマキガイ)	-	1	3	6	2
<i>Gyraulus chinensis</i>	(ヒラマキミズマイマイ)	3	5	2	-	2
<i>Pettancycylus nipponicus</i>	(カワコザラガイ)	3	5	2	-	2
<i>Cristaria plicata</i>	(カラスガイ)	1	6	3	-	2
<i>Anodonta woodiana japonica</i>	(ドブガイ)	1	5	4	+	1
<i>Corbicula leana</i>	(マシジミ)	6	4	-	-	2
<i>Corbicula japonica</i>	(ヤマトシジミ)	3	5	2	-	2
<i>Sphaerium lucustre japonicum</i>	(ドブシジミ)	2	5	3	-	2
Crustacea (甲殻類)						
<i>Asellus hilgendorffii</i>	(ミズムシ)	1	2	7	+	3
<i>Gammarus (Rizulongammarus) nipponensis</i>	(ヨコエビ)	10	+	-	-	4
<i>Palaeon (Palaeon) paucidens</i>	(スジエビ)	7	3	-	-	3
<i>Paratya compressa improvisa</i>	(ヌカエビ)	3	6	1	-	2
<i>Procambarus clarkii</i>	(アメリカザリガニ)	-	2	8	-	3
<i>Geothelphusa dehanii</i>	(サワガニ)	9	1	-	-	4
Ephemeroptera (カゲロウ目)						
<i>Polymitarcis shigae</i>	(アミメカゲロウ)	2	7	1	-	3
<i>Ephemera japonica</i>	(フタスジモンカゲロウ)	9	1	-	-	4
<i>Ephemera strigata</i>	(モンカゲロウ)	7	3	-	-	3
<i>Ephemera lineata</i>	(ムスジモンカゲロウ)	+	6	4	-	2
<i>Potamanthus kamonis</i>	(キイロカワカゲロウ)	4	6	+	-	2
<i>Oligoneuriella rhenana</i>	(ヒトリガカゲロウ)	2	7	1	-	3
<i>Paraleptophlebia chocorata</i>	(ナミトビイロカゲロウ)	6	4	-	-	2
<i>Choroterpes trifurcata</i>	(ヒメトビイロカゲロウ)	4	4	2	-	1
<i>Ephemerella basalis</i>	(オオマダラカゲロウ)	9	1	-	-	4
<i>Ephemerella yoshinoensis</i>	(ヨシノマダラカゲロウ)	8	2	-	-	3
<i>Ephemerella trispina</i>	(ミツトゲマダラカゲロウ)	8	2	-	-	3
<i>Ephemerella rufa</i>	(アカマダラカゲロウ)	5	5	-	-	2
<i>Ephemerella nigra</i>	(クロマダラカゲロウ)	7	3	-	-	3
<i>Ephemerella longicaudata</i>	(シリナガマダラカゲロウ)	8	2	-	-	3
<i>Caenis</i> sp. div.	(ヒメカゲロウ属)	2	6	2	-	2
<i>Cloeon dipterum</i>	(フタバカゲロウ)	5	4	1	-	1
<i>Baetis</i> sp. div.	(コカゲロウ属)	4	4	2	-	1
<i>Baetiella</i> sp. div.	(フタバコカゲロウ)	7	3	-	-	3
<i>Isonychia japonica</i>	(チラカゲロウ)	7	3	-	-	3
<i>Siphonurus binotatus</i>	(オオフタオカゲロウ)	3	7	-	-	3
<i>Siphonurus sanukensis</i>	(ナミフタオカゲロウ)	7	3	-	-	3
<i>Ameletus montanus</i>	(ヒメフタオカゲロウ)	9	1	-	-	4
<i>Ameletus costalis</i>	(マエグロヒメフタオカゲロウ)	9	1	-	-	4
<i>Ameletus kyotoensis</i>	(キョウトヒメフタオカゲロウ)	7	3	-	-	3
<i>Epeorus himalis</i>	(オナガヒラタカゲロウ)	9	1	-	-	4
<i>Epeorus uenoi</i>	(ウエノヒラタカゲロウ)	9	1	-	-	4
<i>Epeorus aesculus</i>	(キイロヒラタカゲロウ)	10	-	-	-	5
<i>Epeorus latifolium</i>	(エルモンヒラタカゲロウ)	7	3	-	-	3

種	類	os	β m	α m	ps	g
<i>Epeorus ikanonis</i> (ナミヒラタカゲロウ)		10	—	—	—	5
<i>Epeorus curvatus</i> (ユミモンヒラタカゲロウ)		9	1	—	—	4
<i>Ecdyonurus tobiironis</i> (クロタニガワカゲロウ)		10	—	—	—	5
<i>Ecdyonurus yoshidae</i> (シロタニガワカゲロウ)		7	3	—	—	3
<i>Ecdyonurus tigris</i> (トラタニガワカゲロウ)		10	—	—	—	5
<i>Ecdyonurus kibunensis</i> (キブネタニガワカゲロウ)		8	2	—	—	3
<i>Heptagenia kihada</i> (キハダヒラタカゲロウ)		7	3	—	—	3
<i>Rhithrogena japonica</i> (ヒメヒラタカゲロウ)		9	1	—	—	4
<i>Cinygma hirasana</i> (ミヤマタニガワカゲロウ)		10	—	—	—	5
Odonata (蜻蛉目)						
<i>Manis strigata</i> (カワトンボ)		9	1	—	—	4
<i>Calopteryx cornelia</i> (ミヤマカワトンボ)		10	—	—	—	5
<i>Calopteryx atrata</i> (ハグロトンボ)		+	7	3	—	3
<i>Epiophlebia superstes</i> (ムカシトンボ)		10	—	—	—	5
<i>Sieboldius albrarde</i> (コオニヤンマ)		5	4	1	—	1
<i>Onychogomphus iridicostus</i> (オナガサナエ)		4	5	1	—	1
<i>Sinogomphus flavolimbatu</i> (ヒメサナエ)		10	—	—	—	5
<i>Gomphus melaenops</i> (ヤマサナエ)		4	5	1	—	1
<i>Stylogomphus suzukii</i> (オジロサナエ)		9	1	—	—	4
<i>Lanthus fujiacus</i> (ヒメクロサナエ)		9	1	—	—	4
<i>Davidius fujiana</i> (クロサナエ)		9	1	—	—	4
<i>Davidius nanus</i> (ダビドサナエ)		8	2	—	—	3
<i>Anotogaster sieboldii</i> (オニヤンマ)		4	5	1	—	1
<i>Boyeria maclachlani</i> (コシボソヤンマ)		5	5	+	—	2
<i>Macromia amphigena</i> (コヤマトンボ)		4	6	—	—	2
Plecoptera (カワゲラ目)						
<i>Scopura longa</i> (トワダカワゲラ)		10	—	—	—	5
<i>Nogiperla japonica</i> (ノギカワゲラ)		10	—	—	—	5
<i>Eucapnopsis stigmatica</i> (ミジカオクロカワゲラ)		10	—	—	—	5
<i>Megarcys ochracea</i> (アミメカワゲラ)		10	—	—	—	5
<i>Isogenus scriptus</i> (アミメカワゲラモドキ)		10	—	—	—	5
<i>Isoptera aizuwana</i> (アイズミドリカワゲラモドキ)		10	—	—	—	5
<i>Isoptera nipponica</i> (フタスジミドリカワゲラモドキ)		10	—	—	—	5
<i>Isoptera debilis</i> (ホソミドリカワゲラモドキ)		10	—	—	—	5
<i>Isoptera asakawae</i> (アサカワミドリカワゲラモドキ)		10	—	—	—	5
<i>Paragnetina tinctipennis</i> (オオクラカケカワゲラ)		9	1	—	—	4
<i>Neoptera nipponensis</i> (ヤマトフタツメカワゲラ)		10	—	—	—	5
<i>Oyamia gibba</i> (オオヤマカワゲラ)		8	2	—	—	3
<i>Acroneuria joukii</i> (ジョウクリモンカワゲラ)		10	—	—	—	5
<i>Acroneuria stigmatica</i> (モンカワゲラ)		10	—	—	—	5
<i>Acroneuria jozoensis</i> (ミツモンカワゲラ)		10	—	—	—	5
<i>Perla quadrata</i> (クロヒゲカワゲラ)		10	+	—	—	4
<i>Perla tibialis</i> (カミムラカワゲラ)		9	1	—	—	4
<i>Kiotina pictetii</i> (マエキフタツメカワゲラモドキ)		10	—	—	—	5
<i>Alloperla bimaculata</i> (フタモンミドリカワゲラ)		10	—	—	—	5
<i>Alloperla abdominalis</i> (セスジミドリカワゲラ)		10	—	—	—	5
Hemiptera (半翅目)						
<i>Aphelocheirus vittatus</i> (ナベブタムシ)		9	1	—	—	4
Megaloptera (広翅目)						
<i>Protohermes grandis</i> (ヘビトンボ)		8	2	—	—	3
<i>Parachauliodes japonicus</i> (クロスジヘビトンボ)		8	2	—	—	3
<i>Parachauliodes continentalis</i> (タイリククロスジヘビトンボ)		8	2	—	—	3
Trichoptera (トビケラ目)						
<i>Rhyacophila yamanakensis</i> (ヤマナカナガレトビケラ)		10	—	—	—	5
<i>Rhyacophila</i> sp. RC (RCナガレトビケラ)		10	—	—	—	5
<i>Rhyacophila articulata</i> (トワダナガレトビケラ)		10	—	—	—	5
<i>Rhyacophila nigrocephala</i> (ムナグロナガレトビケラ)		9	1	—	—	4
<i>Rhyacophila</i> sp. RE (REナガレトビケラ)		10	—	—	—	5
<i>Rhyacophila clemens</i> (クレメンズナガレトビケラ)		10	—	—	—	5
<i>Rhyacophila</i> sp. RH (RHナガレトビケラ)		10	—	—	—	5
<i>Rhyacophila tranquilla</i> (トランスクイラナガレトビケラ)		9	1	—	—	4
<i>Rhyacophila brevicephala</i> (ヒロアタマナガレトビケラ)		7	3	—	—	3
<i>Mystroptera inops</i> (イノブスヤマトビケラ)		10	+	—	—	4

種	類	os	β m	am	ps	g
<i>Stenopsyche griseipennis</i>	(ヒゲナガカワトビケラ)	8	2	—	—	3
<i>Parastenopsyche sauteri</i>	(チャパネヒゲナガカワトビケラ)	7	3	—	—	3
<i>Macronema radiatum</i>	(オオシマトビケラ)	3	7	—	—	3
<i>Hydropsychodes brevilineata</i>	(コガタシマトビケラ)	3	6	1	—	2
<i>Hydropsyche echigoensis</i>	(エチゴシマトビケラ)	9	1	—	—	4
<i>Hydropsyche gifuana</i>	(ギフシマトビケラ)	5	4	1	—	1
<i>Hydropsyche ulmeri</i>	(ウルマーシマトビケラ)	6	4	+	—	2
<i>Hydropsyche nakaharai</i>	(ナカハラシマトビケラ)	9	1	—	—	4
<i>Limnocoentropus insolitus</i>	(キタガミトビケラ)	10	—	—	—	5
<i>Goera kyotonis</i>	(キョウトニンギョウトビケラ)	7	3	—	—	3
<i>Goera japonica</i>	(ニンギョウトビケラ)	6	4	—	—	2
<i>Brachycentrus</i> sp. div.	(カクスイトビケラ属)	10	—	—	—	5
<i>Microcema quadriloba</i>	(ニッコウマルツツトビケラ)	10	—	—	—	5
<i>Neoseverinia crassicornis</i>	(オオカワツツトビケラ)	10	—	—	—	5
<i>Dinarthrodus japonica</i>	(コカクツツトビケラ)	9	1	—	—	4
<i>Gumaga okinawaensis</i>	(グマガトビケラ)	8	2	—	—	3
<i>Uenoa tokunagai</i>	(クロツツトビケラ)	10	—	—	—	5
Coleoptera (鞘翅目)						
<i>Hydrocyclus lacustris</i> (adult)	(マルガムシ成虫)	10	+	—	—	4
<i>Mataeocephus japonicus</i>	(ヒラタドロムシ)	3	5	2	—	2
<i>Luciola cruciata</i>	(ゲンジボタル)	9	1	—	—	4
<i>Luciola lateralis</i>	(ヘイケボタル)	+	5	5	—	3
Diptera (双翅目)						
<i>Philorus</i> sp. div.	(ヒメアミカ属)	10	—	—	—	5
<i>Antocha</i> sp. div.	(ウスバヒメガガンボ属)	7	3	+	—	3
<i>Psychoda alternata</i>	(ホシチョウバエ)	—	—	+	10	4
<i>Simuliidae</i> g. sp. div.	(ブユ科)	6	4	+	—	2
<i>Chironomus</i> sp. div.	(オオユスリカ類・赤色)	—	—	3	7	3
<i>Pentaneura</i> sp. div.	(ヒメユスリカ類・緑褐色)	1	5	4	—	1
<i>Spaniotoma</i> sp. div.	(エリユスリカ類・灰緑色)	7	3	—	—	3
<i>Rheotanytarsus</i> sp. div.	(ナガレユスリカ類・白色)	9	1	—	—	4
<i>Atherix ibis japonica</i>	(ハマダラシギアブ)	9	1	—	—	4
<i>Atherix satsumana</i>	(サツマモンシギアブ)	7	3	—	—	3
<i>Atherix kodamai</i>	(コダマシギアブ)	3	5	2	—	1
<i>Atherix morimotoi</i>	(モリモトシギアブ)	—	4	6	+	2
<i>Eristalis</i> sp. div.	(ハナアブ属)	—	—	+	10	4

そもそも一つの種は、はっきり、一つの汚濁階級だけに所属するといえない場合が多い。たとえば、貧腐水性水域のみに出現するというような種はすくなく、むしろ貧腐水性水域にも、 β 中腐水性水域にも出現するが、そのうち数値の大きい汚濁階級にもっとも多く出現するというのである。そういうことを踏まえて Zelinka-Marvan (1961) は経験に基づいてザプロビ値なるものを与えた。すなわち、ある種の指標性の重点がどの汚濁階級にあるかを表現するためのもので、ザプロビ値が種々の階級に分散しておればおるほど、その種の指標生物としての価値は低く、反対に一つの階級に集中しておれば指標生物としての価値は高い。前者は広環境性の種であり、後者は狭環境性の種といえることができる。この環境性をもとに、Zelinka-Marvan (1961) はインディケーター値を設定し、この値の最高を5とし、最低を1と定めている。しかし、インディケーター値を求める基

準については説明がされていない。筆者は Zelinka-Marvan がヨーロッパの種について試作したインディケーター値を考慮し(近似の種類は近似の生態的要求をもつものであるから)、日本産の種について既往のデータ並びに野外調査での知識と経験に基づいて、インディケーター値の基準を作製した(表2)。表2の横欄の出現階級数とは汚濁の4階級のうち、その種が幾階級にわたって出現したかを示している。また縦欄の汚濁階級別ザプロビ値の最高値とは、その種が出現した階級のうち、ザプロビ値の最高値を示した。例えば、*Phagocata vivida* (ミヤマウズムシ)の出現階級数は os と β m の2階級で、ザプロビ値の最高値は9であるから、インディケーター値は4となる。また、*Cipangopaludina chinensis malleata* (マルタニシ)の出現階級数は os, β m, am, ps の4階級で、ザプロビ値の最高値は5であるから、インディケーター値は1となる(表1)。

2. 汚濁度の計算方法

次に、Zelinka-Marvan (1961) の汚濁程度 (Saprobitygrad) の方式をとり上げたいと思う*。

ある水系の1地点で生物を可能なかぎりくまなく採集し、そのなかの各種類について個体数を調べる。この個体数に、その種のザプロビ値とインディケータ価値とを掛ける。

汚濁程度の計算はつぎのようになる。

貧腐水性 (os) に対しては

$$os = \frac{\sum_{i=1}^n a_i h_i g_i}{\sum h_i g_i}$$

β 中腐水性 (βm) に対しては

$$\beta m = \frac{\sum_{i=1}^n b_i h_i g_i}{\sum h_i g_i}$$

ただし

h_i = その種の個体数

g_i = インディケータ価値

n = ザプロビ値の知られている種の数

a_i, b_i, \dots = ザプロビ値 (os, βm , am, ps に対する)

以下、 α 中腐水性、強腐水性に対しても同様にする。

さて、奈良県下の高見川と佐保川で得たデータに基づいて計算の例を示そう。

表3は高見川のデータである。

Ephemera strigata (モンカゲロウ) の個体数 (h_i) は24, os におけるザプロビ値 (a_i) は7, インディケータ価値 (g_i) は3であるから, os についての $a_i h_i g_i$ は504となる。次に βm のザプロビ値は3, 個体数は24, インディケータ価値は3であるから, βm についての $a_i h_i g_i$ は216となる。同様に, 出現した総ての種について, 汚濁階級別に計算を行なう。その後, 各汚濁階級別に個々の値を加える ($\sum_{i=1}^n a_i h_i g_i$)。すなわち os に対しては81858を得る。これを $\sum h_i g_i$ (この場合は11112) で割り, 7.37を得る。これを評価平均と名付ける。各階級

について計算した評価平均の和は10になる。以上で1地点についてのデータ計算を終るが, 計算して得た評価平均の一番高いところ (os) が, この調査地点の汚濁階級を示すことになる。

高見川の水ヶ瀬地点の場合には, 表3にみられるように, 評価平均の最高値は os で7.37, βm の値は2.54, am の値は0.09である。os と βm の差がきわめて大きいので, 水ヶ瀬地点の汚濁階級は os に属するといえよう。また, 佐保川の法蓮地点の場合には (表4), 最高値が5.54 (am) で, 左隣 (βm) の値は2.57, 右隣 (ps) の値は0.52であるから, この地点の階級は βm に傾いた am ということができよう。

表2 インディケータ価値の基準

汚濁階級別 ザプロビ値の最高値	出現階級数			
	1	2	3	4
10.0-9.5 (10)	5			
9.4-8.5 (9)		4		
8.4-6.5 (8-7)		3	3	2
6.4-4.5 (6-5)		2	2	1
4.4-0.5 (4-1)			1	1

(ザプロビ値が+の場合は1階級とみなす)

3. 要約

我が国における既往の肉眼的底生動物による有機汚濁度の水質判定結果を基に, os (貧腐水性), βm (β 中腐水性), am (α 中腐水性), ps (強腐水性) の4階級に基づき, Zelinka-Marvan が提案したザプロビ値およびインディケータ価値を導入した指標生物表を作成した。

ザプロビ値の算出方法について述べ, インディケータ価値の基準については表2に示した。

この汚水生物体系の指標生物表をもとに, Zelinka-Marvan 法による水算判定の評価方式について数例を示した。

* Zelinka-Marvan による汚濁程度方式の紹介は津田 (1972) の“汚水生態学”にくわしいが, 計算方法がやや複雑なためにあえて再録した。

表3 評価の例：高見川の水ヶ瀬地点 (1970年11月12日採集)

種	類	個体数	os	βm	am	ps
<i>Ephemera strigata</i> (モンカゲロウ)		24	504	216		+
<i>Ephemerella trispina</i> (ミットゲマダラカゲロウ)		49	1176	294		
<i>Ephemerella rufa</i> (アカマダラカゲロウ)		622	6220	6220		
<i>Ephemerella nigra</i> (クロマダラカゲロウ)		58	1218	522		
<i>Ephemerella yoshinoensis</i> (ヨシノマダラカゲロウ)		84	2016	504		
<i>Baetis</i> sp. (コカゲロウ属)		521	2084	2084	1042	
<i>Isonychia japonica</i> (チラカゲロウ)		18	216	144		
<i>Epeorus latifolium</i> (エルモンヒラタカゲロウ)		163	3423	1469		
<i>Epeorus uenoi</i> (ウエノヒラタカゲロウ)		92	3312	368		
<i>Epeorus ikanonis</i> (ナミヒラタカゲロウ)		67	3350			
<i>Rhithrogena japonica</i> (ヒメヒラタカゲロウ)		51	1836	204		
<i>Isogenus scriptus</i> (アミメカワゲラモドキ)		131	6550			
<i>Paragnetina tinctipennis</i> (オオクラカケカワゲラ)		7	252	28		
<i>Oyamia gibba</i> (オオヤマカワゲラ)		55	1320	330		
<i>Perla tibialis</i> (カミムラカワゲラ)		278	10008	1112		
<i>Rhyacophila nigrocephala</i> (ムナグロナガレトビケラ)		9	324	36		
<i>Mystrophora inops</i> (イノブスヤマトビケラ)		5	200	+		
<i>Stenopsyche griseipennis</i> (ヒゲナガカワトビケラ)		592	14208	3552		
<i>Hydropsyche ulmeri</i> (ウルマーシマトビケラ)		1021	12252	8168		+
<i>Hydropsyche gifuana</i> (ギフシマトビケラ)		26	130	104	26	
<i>Elmis</i> sp. ED (EDエルミス属)		2	-	-	-	-
<i>Antocha</i> sp. (ウスパヒメガガンボ属)		19	399	171	+	
<i>Spaniotoma</i> sp. (スパニオトマー属)		439	10536	2634		
<i>Atherix ibis japonica</i> (ハマダランギアブ)		9	324	36		
合計			81858	28194	1068	
評価平均			7.37	2.54	0.09	
汚濁階級	貧腐水性 (os)					

表4 評価の例：佐保川の法蓮地点 (1977年11月11日採集)

種	類	個体数	os	βm	αm	ps
<i>Erpobdella lineata</i> (シマイシビル)		13	39	78	273	+
<i>Erpobdella octoculata</i> (ナマイシビル)		2	-	-	-	-
<i>Mimobdella japoica</i> (マネビル)		8	8	32	40	+
<i>Glossiphonia lata</i> (ハバピロビル)		9	18	54	108	
<i>Physa acuta</i> (サカマキガイ)		34		68	204	408
<i>Pettancyclus nipponicus</i> (カワコザラガイ)		5	30	50	20	
<i>Sphaerium lucustre japonicum</i> (ドブシジミ)		1	4	10	6	
<i>Asellus hilgendorffii</i> (ミズムシ)		163	489	978	3423	+
<i>Procambarus clarkii</i> (アメリカザリガニ)		1		6	24	
<i>Baetis</i> sp. (コカゲロウ属)		59	236	236	118	
<i>Hydropsychodes brevilineata</i> (コガタシマトビケラ)		34	204	408	68	
<i>Hydropsyche ulmeri</i> (ウルマーシマトビケラ)		3	36	24	+	
<i>Luciola lateralis</i> (ヘイケボタル)		1	+	10	10	
<i>Pentaneura</i> sp. (ヒメユスリカ属)		13	13	65	52	
合計			1077	2019	4346	408
評価平均			1.37	2.57	5.54	0.52
汚濁階級	α 中腐水性 (αm)					

文 献

- 赤木郁恵ら：琵琶湖北部河川の生物学的水質判定。淀川水系生物調査報告書, 2, 27—30, (1973)。
- 赤木郁恵・森下郁子：志津川の生物学的水質判定。淀川水系生物調査報告書, 2, 41—43, (1973)
- 赤木郁恵・森下郁子：山科川の生物学的水質判定。淀川水系生物調査報告書, 2, 44—45, (1973)
- 赤木郁恵・森下郁子：琵琶湖西岸に流入する河川の下流部の底生動物相。淀川水系生物調査報告書, 3, 23—25, (1973)
- 赤木郁恵：揖保川・加古川・市川・夢前川の肉眼的底生動物。近畿河川生物調査報告書, 1, 25—26, (1974)
- 赤木郁恵：旭川の肉眼的底生動物からみた生物学的水質判定。多摩川・旭川・仁淀川・名取川の生物調査報告書, 18—20, (1974)
- 赤木郁恵：小丸川の底生動物相と生物学的水質階級。淡水生物, 17, 50—53, (1977)
- 赤木郁恵：肝属川水系の底生動物相と生物学的水質階級。淡水生物, 17, 62—69, (1977)
- Beck, W. M. Jr., : Suggested method for reporting biotic data. Sew. and Ind. Waters, 27, 10, 1193—1197, (1955).
- 茅野靖夫：緑川の底生動物相と生物学的水質階級。九州河川生物調査報告書, 75—81, (1976)
- 古屋八重子：川内川の底生動物相と生物学的水質階級。九州河川生物調査報告書, 51—59, (1976)
- 御勢久右衛門：松浦川水系の底生動物相と生物学的水質階級。淡水生物, 97—104, (1977)
- 御勢久右衛門：曾爾川の底生動物相と生物学的水質階級。奈良県農業経済課, 1—5, (1977)
- 御勢久右衛門：布目川の底生動物相と生物学的水質階級。奈良県農業経済課, 1—3, (1977)
- 生田美和子：六角川水系の底生動物相と生物学的水質階級。九州河川生物調査報告書, 104—113, (1976)
- 川合禎次・赤木郁恵：柱川の汚染と水生動物。淡水生物, 7, 6—7, (1961)
- 関東地方建設局京浜工事事務所：多摩川の生物相と水質汚濁の現況(その2)。1—393, (1977)
- 関東地方建設局京浜工事事務所：多摩川の生物相と水質汚濁の現況(その3)。1—292, (1977)
- 近畿地方建設局・奈良女子大学動物学教室：寝屋川および大阪市内河川の汚水生物学的研究。寝屋川および大阪市内河川生物相調査並びに寝屋川の底質調査, 1—31, (1969)
- 近畿地方建設局・奈良女子大学動物学教室：猪名川の生物調査。猪名川・神崎川の生物調査報告書, 1—20, (1971)
- 近畿地方建設局・淡水生物研究所：紀の川水系生物調査報告書 1—94, (1976)
- 北川礼澄：伊賀川水系の水生昆虫群集の調査。淀川水系生物調査報告書, 51—63, (1972)
- 北川礼澄：名張川水系の水生昆虫相。淀川水系生物調査報告書, 3, 47—50, (1973)
- 北川礼澄：五ヶ瀬川の底生動物相と生物学的水質判定。九州河川生物調査報告書, 30—31, (1976)
- 北川礼澄 大淀川の底生動物相と生物学的水質判定。九州河川生物調査報告書, 38—40 (1976)
- Kolkwitz, R., and Marsson, M., : Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. dttschi bot. Ges., 26, 505—519, (1908).
- Kolkwitz, R., and Marsson, M., : Ökologie der tierische Saprobien. Beiträge zur Lehre von der biologische Gewässerbeurteilung. Int. Rev. Hydrobiol., 2, 126—152, (1909).
- 小松典：琵琶湖北西部に流入する河川の水生昆虫群集および biotic index. 日生態会誌, 14, 3, 119—125, (1964)
- 小松典：琵琶湖東北部に流入する河川の水生昆虫群集および biotic index. 日生態会誌, 14, 4, 140—147— (1964)
- 小松典：琵琶湖南東部に流入する河川の水生昆虫群集および biotic index. 日生態会誌, 14, 5, 182—189, (1964)
- 小松典：琵琶湖に流入する河川の冬季の水生昆虫群集および biotic index. 日生態会誌, 14, 6, 217—223, (1964)
- 小松典：水生昆虫に基づく生物学的水質判定。科学の実験, 19, 12, 41—47, (1968)
- 小松典：鮎川水系の底生動物群集および生物学的水質判定。鮎川水系調査報告書, 39—60, (1970)
- 小松典：梓川下流におけるダム建設1年後の水生昆虫群集および生物学的水質判定。New Insect, 15, 1, 1—5, (1971)
- 小松典：天竜川における水生昆虫群集の構造, biotic index. および季節変動。陸水雑, 35, 4, 173—18, (1974)
- 小松典：長野県主要河川の底生動物に基づく生物学的水質判定。長野県生活環境部公害課, 1—13, (1976)
- 小松典：白川の底生動物相と生物学的水質階級。九州河川生物調査報告書, 84—90, (1976)

- Liebmann, H., : Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie. 1, 1-539, (1951).
- 楨下礼美 : 各張川名張市地点の水生動物。淀川水系生物調査報告書, 1, 9-10, (1972)
- 丸の内陽子 : 遠賀川の底生動物相と生物学的水質階級。九州河川生物調査報告書, 114-119, (1976)
- 松井ゆう・阿部ひとみ・楨下礼美 : 鴨川水系の底生動物。淀川水系生物調査報告書, 17-24, (1972)
- 森下郁子 : 芥川の底生動物。淀川水系生物調査報告書, 1, 47-49, (1972)
- 森下郁子 : 小畑川の底生動物相。淀川水系生物調査報告書, 2, 49-51, (1973)
- 森下郁子 : 水無瀬川の生物学的水質判定。淀川水系生物調査報告書, 2, 53-55, (1973)
- 森下郁子 : 安威川の生物学的水質判定。淀川水系生物調査報告書, 2, 56, 62, (1973)
- 森下郁子 : 亀岡市周辺大堰川水系の底生動物相。淀川水系生物調査報告書, 3, 11-15, (1973)
- 森下郁子 : 枚方・天野川の底生動物相。淀川水系生物調査報告書, 3, 32-33 (1973)
- 森下郁子 : 宇治川の濁水時の底生動物相。淀川水系生物調査報告書, 6-7, (1974)
- 森下郁子・赤木忠郁 : 大野川の底生動物相と生物学的水質階級。九州河川生物調査報告書, 16-23, (1976)
- 森下郁子・遠賀川の底生動物。遠賀川自然環境調査報告書, 22-41, (1976)
- 森下郁子・山国川の底生動物相と生物学的水質階級。淡水生物, 17, 3-11, (1977)
- 森下郁子・大分川の底生動物と生物学的水質階級。淡水生物, 17, 21-28, (1977)
- 森下郁子・番匠川の底生動物相と生物学的水質階級。淡水生物, 17, 36-46, (1977)
- 森下郁子・菊地川の底生動物相と生物学的水質階級。淡水生物, 17, 115-125, (1977)
- 森下郁子・矢部川の底生動物相と生物学的水質階級。淡水生物, 17, 136-147, (1977)
- 森下郁子・本明川の底生動物相と生物学的水質階級。淡水生物, 17, 151-156, (1977)
- 奈良県生物教育会 : 奈良県下における河川の生物学的水質判定の調査結果。奈良県生物教育会誌, 13, 4-69, (1973)
- 新潟河川生態研究グループ : 胎内川水系の陸水生物学的調査。飯豊山塊・胎内溪谷の生物, 253-292, (1972)
- 新潟河川生態研究グループ : 阿賀野川の底生生物。全国漁場環境基礎調査, 48-61, (1971)
- Pantle, R., and Buck, H., : Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas- & Wasserfach, 96:604. (1955).
- 瀬野好子ら : 愛知川と野州川の生物学的研究。淀川水系生物調査報告書, 2, 31-34, (1973)
- 嶋洋子 : 和束川・木津川の水生動物。淀川水系生物調査報告書, 1, 11-12, (1972)
- 嶋洋子・山田道子 : 桂川水系の底生動物。淀川水系生物調査報告書, 1, 25-29, (1972)
- 塩山房男 : 日光湯川における底生動物相。インセクト, 27, 2, 1-6, (1976)
- Šrámek-Husek, R., : Zur biologischen Charakteristik der höheren Saprobitätsstufen. Arch. Hydrobiol., 51, (1956).
- 淡水生物研究所 : 猪名川生物調査報告書。淡水生物, 18, 5-46, (1977)
- 田中光・古田能久 : 千葉県内河川の汚濁度の生物学的水質調査報告書一養老川・小櫃川・夷隅川・都川について。千葉県衛生部公害課, 1-35, (1970)
- 田中光 : 養老川・小櫃川および夷隅川(千葉県)の水生昆虫群集。淡水研報, 21, 1, 21-45, (1971)
- 田中雄二郎 : 大宮川の水生昆虫相。淀川水系生物調査報告書, 2, 38, (1973)
- 田中雄二郎 : 球磨川の底生動物相と生物学的水質階級。九州河川生物調査報告書, 66-70, (1976)
- 田中雄二郎 : 筑後川の底生動物相と生物学的水質階級。九州河川生物調査報告書, 93-94, (1976)
- 田中雄二郎 : 嘉瀬川の底生動物相と生物学的水質階級。淡水生物, 17, 83-88, (1977)
- 鉄川精 : 市川の汚濁と水生昆虫に及ぼす影響について。姫路工大研究報告, 14, 88-93, (1961)
- 津田松苗・赤木郁恵・渡辺仁治 : 肉眼的底生動物の種類数をもととする水質の生物指標。日生態誌, 10, 5, 198-201, (1960)
- 津田松苗 : 汚水生物学。北隆館, 258pp. (1964)
- 津田松苗・渡辺仁治・御勢久右衛門 : 網走川および網走湖の生物学的水質の調査。水産庁漁政部漁業振興課, 22, (1966)
- 津田松苗・藤原進・松本浩一 : 澱粉工場廃水による大淀川の水質汚濁についての生物学的水質判定の結果。水産庁漁政部漁業振興課, (1966)
- 津田松苗・御勢久右衛門 : 大淀川の水質汚濁についての生物学的水質調査報告(1967年1月の様相)。水産庁漁政部漁業振興課, 22, (1966)
- 津田松苗・谷幸三 : 北海道斜里川・止別川の水質汚濁と

- 水生昆虫。淡水生物, 12, 1—7, (1967)
- 津田松苗・渡辺仁治・谷幸三：石狩川の生物学的水質判定(1967年12月の場合)。奈良陸水生物学報, 1, 1—12, (1968)
- 津田松苗ら：由良川水系汚水生物学的調査報告書。1—9, (1971)
- 津田松苗・谷幸三：宇治川および淀川本流の底生動物。淀川水系生物調査報告書, 1, 42—46, (1972)
- 津田松苗：水質汚濁の生態学。公害対策技術同友会, 24 0pp. (1972)
- 津田松苗ら：紀の川水系汚水生物学的研究報告。1—74, (1972)
- 津田松苗・森下郁子：淀川本流の汚水生物学的調査(1973年6月の場合)。淀川水系生物調査報告書, 3, 1—5, (1973)
- 津田松苗・森下郁子：芹川の生物学的水質判定。淀川水系生物調査報告書, 4, 11—12, (1974)
- 津田松苗・森下郁子：生物による水質調査法。山海堂, 東京, 238pp. (1974) .
- 津田松苗・森下郁子・丸の内陽子：多摩川の生物学的水質判定。多摩川・旭川・仁淀川・名取川の生物調査報告書, 6—17, (1974) .
- 津田松苗・森下郁子・古屋八重子：旭川の下流域(岡山市内)の生物学的水質判定。多摩川・旭川・仁淀川・名取川の生物調査報告書, 21—23, (1974) .
- 津田松苗・古屋八重子：仁淀川の底生動物相の調査報告。多摩川・旭川・仁淀川・名取川の生物調査報告書, 24—27, (1974) .
- 津田松苗・森下郁子・赤野寿子：名取川の生物学的水質判定。多摩川・旭川・仁淀川・名取川の生物調査報告書, 28—42, (1974) .
- 津田松苗・森下郁子・古屋八重子：松浦川水系生物相調査業務報告書。奈良女子大学動物学教室, 1—34, (1975) .
- 山田道子・松井ゆう：鹿跳付近の信楽川・瀬田川の水生動物。淀川水系生物調査報告書, 1, 33—34, (1972)
- 山田道子・嶋洋子：田原川・宇治川の水生動物。淀川水系生物調査報告書, 1, 35—36, (1972) .
- Zelinka, M., and Marvan, P., : Zur Prazisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewasser. Arch. Hydrobiol., 57, 389—407, (1961) .