

5. 河川環境指標生物としてのゴミムシ類 昆虫(昆虫綱: 鞘翅目)の生態学的研究

はしがき

研究組織

研究経費

研究成果

I. はじめに

II. 調査場所と方法

III. 調査結果と考察

1. 種構成

2. 季節消長

3. 食性

4. 藏卵数

5. 群集構造

6. 異なる河川敷間の比較

7. 環境指標価と環境評価法

IV. 総合考察

山口大学農学部 矢野 宏二

山口大学農学部 濱崎 詔三郎

山口大学農学部 石谷 正宇

九州大学農学部 八尋 克郎

I. はじめに

河川敷昆虫相は河川敷の地理的位置と地形、植生、周辺環境などに対応して多様であり、また、河川や河川敷の他生物と密接な生態的関連を有し、河川生態系の中で重要な生態的位置を占めると思われる。水生昆虫類では水質汚染を視野に入れた指標種が知られているが、河川敷昆虫類ではゴミムシ類など徘徊性鞘翅類の調査が最近活発になり、指標種も検討されているが、他環境との関連での議論は乏しい。

河川は、その水質汚染程度、周辺の開発度、周辺環境の種類（一般植生地、農環境、住宅地など）など生態的環境は多様であり、周辺環境抜きで河川を議論し、管理することは無意味である。今後の河川生態系の基礎・応用的研究において、さらに都市計画において、河川生態系の一般的特性、ならびに個々の河川の生態的位置づけがまず必須資料として要請される。

そこで、河川敷におけるゴミムシ類昆虫（鞘翅目：オサムシ科、オソクビゴミムシ科）¹⁾を対象に定期・定量的調査を行い、(1)種構成と季節的発生消長、食性の解明、(2)周辺環境のゴミムシ相と比較した河川敷生息性ゴミムシ類の特徴と位置づけを行った。さらに、そのデータより、ゴミムシ類を指標とした環境評価法の案出を試みた。本研究の結果、ゴミムシ類を調査することにより、個々の河川の生態的特徴を客観的に明らかにすることが可能となり、河川生態系管理に貢献することができる。

なお、河川敷ゴミムシ類の位置づけを行うには、他の環境における同昆虫群との比較が不可欠であり、本研究では広島市の調査河川敷の周辺 5 km 以内の山林、農地 2 個所（果樹園、野菜畠）、住宅地 2 個所（住宅地内の野菜畠、空地）、市街地も同時に調査し、比較検討したほか、山口市の河川敷の場合は、調査年度中に得られた資料に加え、当該河川系で継続実施してきた調査成果、ならびに周辺農環境で得られた成果も比較検討資料として使用した。

II. 調査場所と方法

1. 調査場所

調査地点 1 : 山口市旭通り、榎野川河川敷（井手ヶ原河川公園）

調査地点 2 : 広島市安佐南区古市、古川河川敷

下記の地点は、前記したとおり比較検討のために同時に、あるいは、継続実施してきた調査地である。

調査地点 3 : 山口市宮島町、仁保川河川敷

1) ゴミムシ類は通常ヒゲブトオサムシ科 Paussidae、カワラゴミムシ科 Omophronidae、オサムシ科 Carabidae、ホソクビゴミムシ科 Brachinidae の総称として使用されることが多いが、本報告ではオサムシ科とホソクビゴミムシ科を対象とした。

- 調査地点 4 : 山口市惣太夫町、楓野川河川敷
- 調査地点 5 : 広島市安佐南区、山林（落葉広葉樹林）
- 調査地点 6 : 広島市安佐南区、山林（松林）
- 調査地点 7 : 広島市安佐南区東原、農地（果樹園、イチジク畑）
- 調査地点 8 : 広島市安佐南区東原、農地（野菜畠）
- 調査地点 9 : 広島市安佐南区西原、住宅地（野菜畠）
- 調査地点 10 : 広島市安佐南区西原、住宅地（空地）
- 調査地点 11 : 広島市中区住吉町、市街地（都市中心部）

上記のうち、本研究の主対象とした調査地点1と2の概要は下記のとおりである。

調査地点1（写真1、写真2）

山口市の市街地の東側を流れる楓野川の右岸にある河川敷公園で堤から水際まで約50mの芝生があり、そのうち長さ約100mの部分を対象とした。随時除草され周辺部を除いて草丈が伸びることはなかった。本地点の川幅は約140m、通常水のある幅は約80mで、水際はコンクリートで護岸されている。したがって、調査地点2のように増水で侵水することはない。調査地点3の仁保川との合流点のすぐ下流にあたる。調査地点4は約1,300m上流にあたる。



写真1 調査地点1

（山口市、楓野川井手ヶ原河川公園）



写真2 ピットフォールトラップの設置状況

（調査地点1、山口市、楓野川井手ヶ原河川公園）

調査地点 2 (写真 3)

広島市の原爆爆心地から約 4 km 離れた郊外の太田川の支流である古川と安川の合流点の右岸の草地で砂質土壤である。本地点の川幅は約 40 m で、そのうち通常水が流れている部分は約 15 m であった。優占植物は年間を通してツルヨシで、その他、ミゾソバ、セトガヤ、イヌタデ、ジュズタマなどの雑草が見られた。雑草の草丈は 2 月中旬より 4 月中旬までは 20 cm 以下で推移したが、その後ツルヨシの繁殖が旺盛となり、6 月上旬には 120 cm に達し、さらに 8 月上旬には 170 cm まで成長し、その後冬季まで 100 cm 以上の草丈を保った。



写真 3 調査地点 2 (広島市、古川河川敷)

2. 野外調査方法

全ての地点での野外調査はピットフォールトラップ法（以下 PT 法と略記）にて行ったが、調査地点 2 では同法の効果検定のため、みつけどり法（VC 法）と灯火採集法（LT 法）も一部実施した。PT 法ではトラップ内の昆虫をトラップ番号別に研究室に持ち帰り、整理の上、同定した。

調査地点 1 ではプラスチック製の容器（13×19×12 cm）を 10 個設置した。トラップの上 5 cm には雨と落葉を防ぐためプラスチック製の覆いを設置した。河川敷の川側にマメツゲが間隔をおいて植栽されているが、その株の下に 96 m の間に 5 個を設置した。堤側にはサクラ他の大木が植栽されていて、93 m の間に 5 個設置した。計 10 個設置し、原則として 10 日間隔で回収した。1994 年 2 月から実施し、12 月現在も継続中であるが、本報告書では 11 月 25 日までの資料でまとめた。

調査地点 2 ではプラスチック製コップ（直径 9.5 cm、深さ 10 cm、容量 450 ml）を使用し、上部 5 cm に覆いを設置した。トラップは水際から約 10 m 離れた位置から堤方向に向かって 10 個設置した。1992 年 2 月から 1993 年 1 月まで（第 1 年次）と 1993 年 2 月から 1994 年 1 月まで（第 2 年次）実施し、原則として 10 日間隔で回収した。

3. 食性と藏卵数の調査

調査地点2を含む広島市周辺の調査地点におけるPT法で得た標本の一部をアルコール浸液標本として保存し、後日解剖して中腸内容物を検鏡して食性を推定した。また、同様に卵巢の形態を調査し、藏卵数を計測した。

4. 群集構造の解析

ゴミムシ類の群集構造の解析には、Simpson (1949) の多様度指数、Pianka (1973) の類似度指数を使用した。

III. 調査結果と考察

1. 種構成

調査地点1で得られたゴミムシ類は第1表のとおり、2科20種301個体であった。マルガタゴミムシ *Amara chalcites* が最も多く捕獲され、総捕獲個体数の37%を占めた、次いでクロゴモクムシ

第1表 河川敷で捕獲されたゴミムシ類の個体数 (1994年2月～11月まで、山口)

種	個体数		計
	陸側	川側	
Carabidae オサムシ科			
1. <i>Nebria chinensis</i> Bates マルクビゴミムシ	6	1	7
2. <i>Scarites terricola pacificus</i> Bates ナガヒョウタンゴミムシ	0	1	1
3. <i>Pterostichus microcephalus</i> (Motschulsky) コガシラナガゴミムシ	0	1	1
4. <i>Dolichus halensis</i> (Schaller) セアカヒラタゴミムシ	9	1	10
5. <i>Synuchus dulcigradus</i> (Bates) ヒメツヤヒラタゴミムシ	0	1	1
6. <i>Amara chalcites</i> Dejean マルガタゴミムシ	42	69	111
7. <i>Anisodactylus punctatipennis</i> Morawitz ホシボシゴミムシ	1	3	4
8. <i>An. sadoensis</i> Schaeffer オオホシボシゴミムシ	5	4	9
9. <i>An. signatus</i> (Panzer) ゴミムシ	6	3	9
10. <i>Harpalus eous</i> Tschitscherine オオズケゴモクムシ	1	1	2
11. <i>Hr. jureceki</i> (Jedlicka) ヒメケゴモクムシ	19	1	20
12. <i>Hr. niigatanus</i> Schaeffer クロゴモクムシ	34	18	52
13. <i>Hr. sinicus</i> Hope ウスアカクロゴモクムシ	3	3	6
14. <i>Hr. tinctulus</i> Bates アカアシマルガタゴモクムシ	7	0	7
15. <i>Hr. tridens</i> Morawitz コゴモクムシ	25	3	28
16. <i>Chlaenius micans</i> (Fabricius) オオアトボシアオゴミムシ	2	0	2
17. <i>Ch. posticalis</i> Motschulsky キボシアオゴミムシ	0	3	3
18. <i>Ch. variicornis</i> Bates コガシラアオゴミムシ	0	3	3
19. <i>Aephnidius adeloides</i> (MacLeay) トゲアトキリゴミムシ	1	0	1
Brachinidae ホソクビゴミムシ科			
20. <i>Pheropsophus jessoensis</i> Morawitz ミイデラゴミムシ	13	11	24
計	174	127	301

第2表 河川敷で捕獲されたゴミムシ類の個体数（1992年2月～1994年1月まで、広島）

種	個体数		計
	1年目	2年目	
Carabidae オサムシ科			
1. <i>Carabus yaconinus yaconinus</i> Bates ヤコンオサムシ	3	12 (3)	15 (3)
2. <i>Leptocarabus kyushuensis</i> (Nakane) キュウシュウクロナガオサムシ	2(10)	6 (5)	8(15)
3. <i>Ncbria lewisi</i> Bates カワチマルクビゴミムシ	9 (6)	10	19 (6)
4. <i>Scarites terricola pacificus</i> Bates ナガヒヨウタンゴミムシ	7 (1)	6	13 (1)
5. <i>Craspedonotus tibialis</i> Schaum オサムシモドキ	3	0	3
6. <i>Asaphidion semilucidum</i> (Motschulsky) メダカチビカワゴミムシ	2	0	2
7. <i>Bembidion trajectum</i> Netolitzky キアシリリミズギワゴミムシ	1	0	1
8. <i>Tachyura fuscicauda</i> (Bates) ウスモンコミズギワゴミムシ	1	0	1
9. <i>Tc. laetifica</i> (Bates) ヨツモンコミズギワゴミムシ	1	0	1
10. <i>Archipatrobis flavipes</i> (Motschulsky) キアシヌレチゴミムシ	138 (1)	66	204 (1)
11. <i>Lesticus magnus</i> (Motschulsky) オオゴミムシ	10	0	10
12. <i>Pterostichus haptoderoides japanensis</i> Lutshnik トックリナガゴミムシ	10	8	18
13. <i>Pt. planicollis</i> (Motschulsky) キンナガゴミムシ	1	0	1
14. <i>Agonum leucopus</i> (Bates) タンゴヒラタゴミムシ	0	1	1
15. <i>Dolichus halensis</i> (Schaller) セアカヒラタゴミムシ	90	7	97
16. <i>Amara chalcites</i> Dejean マルガタゴミムシ	114 (2)	28	142 (2)
17. <i>Am. congrua</i> Morawitz ニセマルガタゴミムシ	33	2	35
18. <i>Am. macros</i> (Bates) イグチマルガタゴミムシ	515	229	744
19. <i>Am. simplicidens</i> Morawitz コマルガタゴミムシ	250	38	288
20. <i>Anisodactylus punctatipennis</i> Morawitz ホシボシゴミムシ	1	5	6
21. <i>An. sadoensis</i> Schauberger オオホシボシゴミムシ	2	6	8
22. <i>An. signatus</i> (Panzer) ゴミムシ	24 (1)	5	29 (1)
23. <i>An. tricuspidatus</i> Morawitz ヒメゴミムシ	0	1	1
24. <i>Harpalus capito</i> Morawitz オオゴモクムシ	324 (1)	100	424 (1)
25. <i>Hr. niigatanus</i> Schauberger クロゴモクムシ	20	5	25
26. <i>Hr. platynotus</i> Bates ヒラタゴモクムシ	58	22	80
27. <i>Hr. sinicus</i> Hope ウスアカクロゴモクムシ	0	2	2
28. <i>Hr. tinctulus</i> Bates アカアシマルガタゴモクムシ	0	2	2
29. <i>Hr. tridens</i> Morawitz コゴモクムシ	0	1	1
30. <i>Chlaenius inops</i> Chaudoir ヒメキベリアオゴミムシ	0	2	2
31. <i>Ch. micans</i> (Fabricius) オオアトボシアオゴミムシ	4	0	4
32. <i>Ch. naeviger</i> Morawitz アトボシアオゴミムシ	1	1	2
33. <i>Ch. pallipes</i> Gebler アオゴミムシ	221(30)	312 (7)	533(37)
34. <i>Ch. variicornis</i> Bates コガシラアオゴミムシ	220 (3)	15	235 (3)
35. <i>Epomis nigricans</i> (Wiedemann) オオキベリアオゴミムシ	2	0	2
36. <i>Haplochlaenius costiger</i> (Chaudoir) スジアオゴミムシ	2	1	3
Brachinidae ホソクビゴミムシ科			
37. <i>Pheropsophus jessoensis</i> Morawitz ミイデラゴミムシ	69	24	93
計	2,138(55)	917(15)	3,055(70)

1) 1年目：1992年2月～1993年1月、2年目：1993年2月～1994年1月。

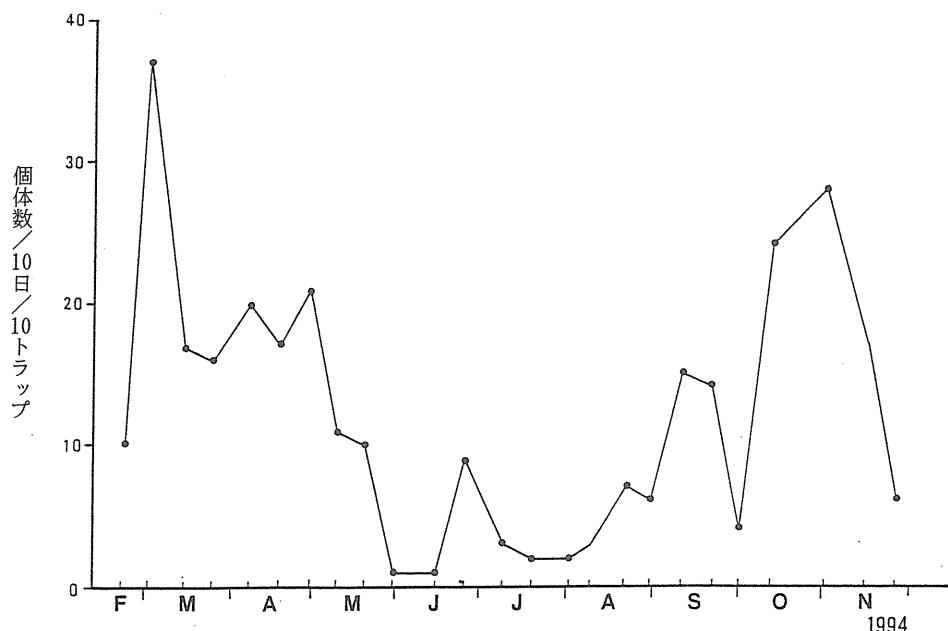
() 内は幼虫個体数。

Harpalus niigatanus、コゴモクムシ *H. tridens*、ミイデラゴミムシ *Pheropsophus jessoensis*、ヒメケゴモクムシ *Harpalus jureceki* が比較的多く捕獲され、これら 5 種が優占的で総捕獲個体数の 78 % を占めた。6 位以下の種は 10 個体以下の捕獲数で、本河川敷では少数種であった。河川敷の川際の方が種数は多いが個体数は陸側の方が多く捕獲された。コゴモクムシとヒメケゴモクムシが陸側で顕著に多く捕獲された。陸側は樹木と堤の法面に雑草が繁茂していて、川際が除草されるとマメツゲだけになるのに比較して、植物相が豊富であることが関係している可能性がある。川側だけで捕獲された種が 5 種あるが、いずれも個体数は極めて少ない。

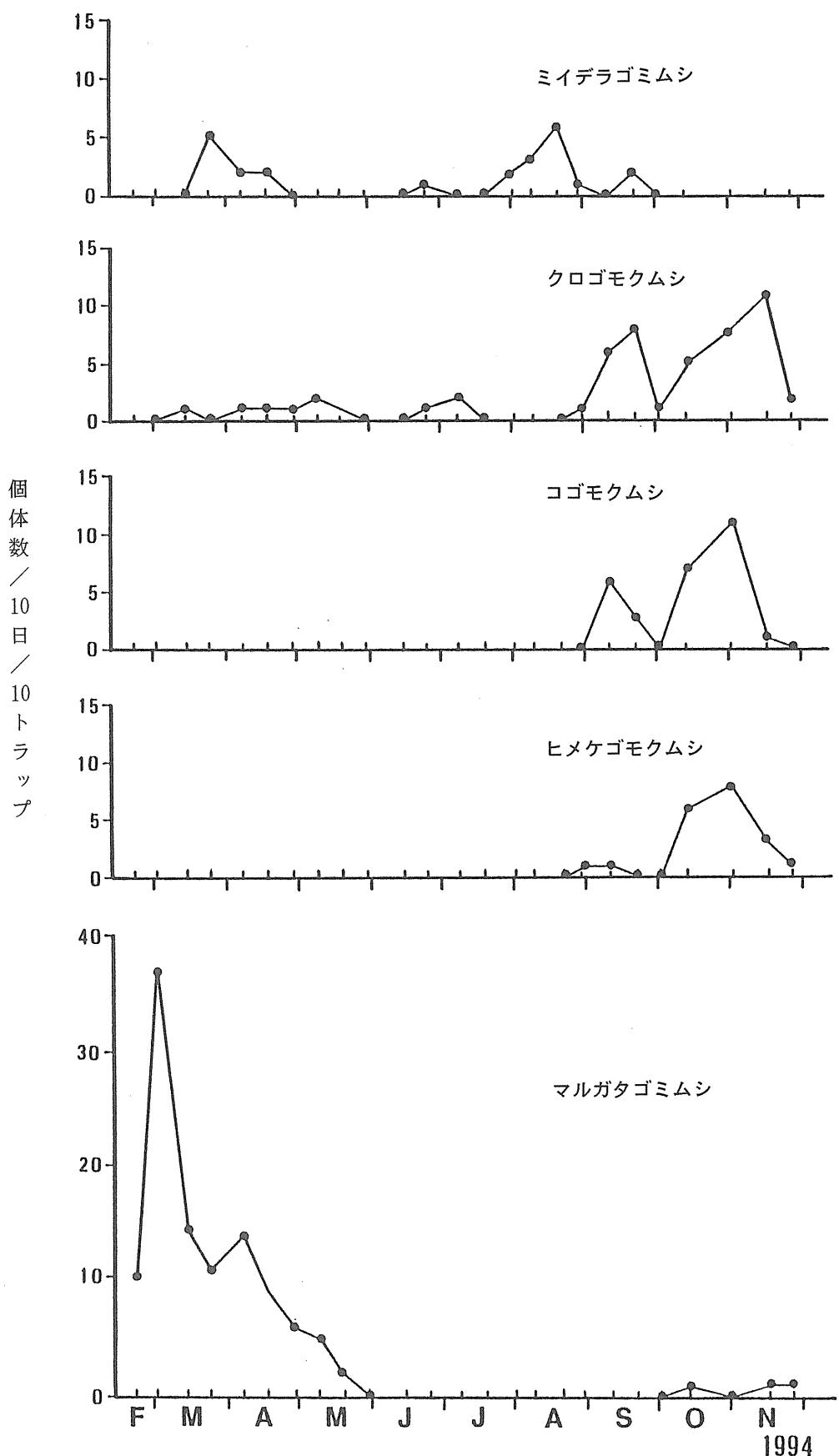
調査地点 2 で得られたゴミムシ類は第 2 表のとおり、2 科 37 種 3,055 個体（2 年間）であった。イグチマルガタゴミムシ *Amara macros* が最も多く捕獲され、次いでアオゴミムシ *Chlaenius pallipes*、オオゴモクムシ *Harpalus capito*、コマルガタゴミムシ *Am. simplicidens*、コガシラアオゴミムシ *Ch. variicornis*、キアシヌレチゴミムシ *Archipatrobis flavipes* が多く捕獲され、これら上位 6 種で総獲得個体数の 79.5% を占めた。

2. 季節消長

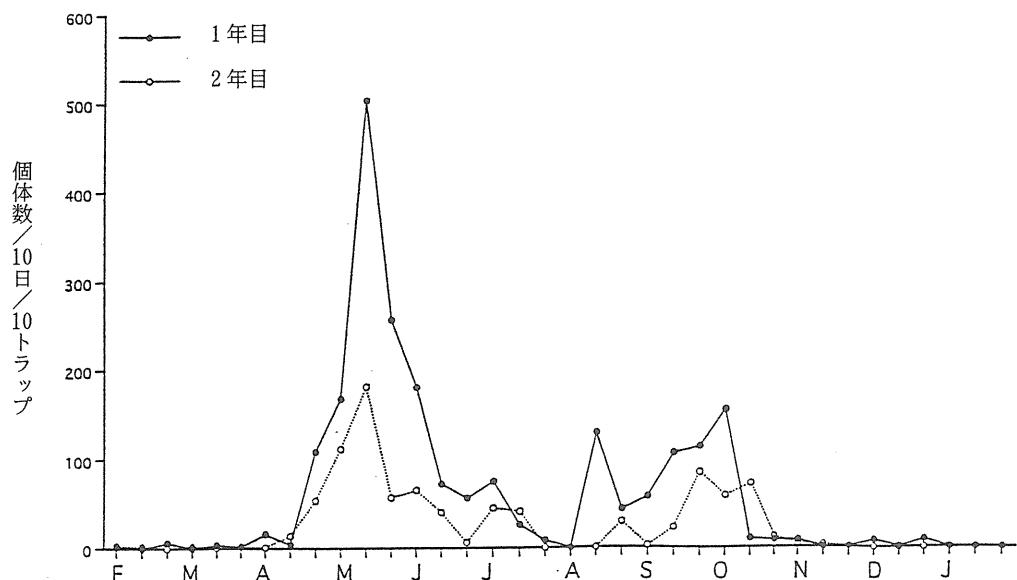
調査地点 1 における全種の季節消長を第 1 図に示した。成虫の捕獲はほぼ年中認められ、5 月に大きなピーク、10-11 月に小さなピークがある 2 山型の消長を示した。前者のピークは主としてマルガタゴミムシによるものである。主要 5 種の季節消長は第 2 図に示したとおりであるが、マルガタゴミムシ以外は夏以降に主たる発生のピークを示している。調査地点 2 における全種の消長は第 3 図のとおりである。5-6 月に大きなピークがあり、8-10 月に小さなピークを示した。前者はイグチマルガタゴミムシ、アオゴミムシ、オオゴモクムシ、キアシヌレチゴミムシの優占 4 種によるものである。



第 1 図 調査地点 1 の河川敷におけるゴミムシ類の季節消長
(山口市、楢野川、ピットホールトラップ)



第2図 調査地点1の河川敷におけるゴミムシ類の主要5種の季節消長
(山口市、椹野川、ピットホールトラップ)



第3図 調査地点2の河川敷におけるゴミムシ類の季節消長
(広島市、古川、ピットフォールトラップ)

3. 食 性

調査地点2を含む広島市周辺の調査地点で捕獲された種のうち30種の中腸内容物を検鏡した結果、捕食性種が25種、食植性種が2種、雑食性種が3種認められ、捕食性種が83%を占めた。食植性種が見られたのはマルガタゴミムシ亜科とゴモクムシ亜科であった。従来、ゴミムシ類は捕食性が多いと言われてきたが、本結果はある地域内のゴミムシ類群集の食性割合を明らかにした点で意義がある。今後、さらに特定の生態系内における食性別割合を調査することにより、ゴミムシ類の生態的位置がより明確になるであろう。

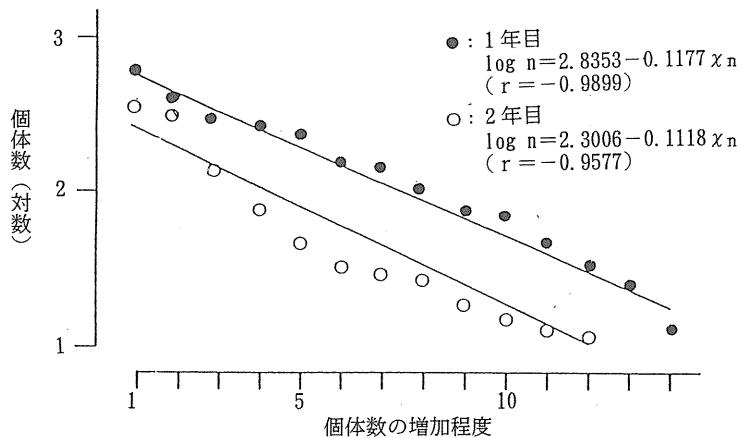
4. 蔵卵数

調査地点2を含む広島市周辺の調査で捕獲された種のうち、38種の卵巣形態を調査した。卵巣小管数(片側)は3本から12本の範囲で、亜科あるいは属内でほぼ同数の卵巣小管を持つ傾向が認められた。卵成熟の同調発育型は15種(39.5%)、逐次発育型が22種(57.9%)、不明が1種(2.6%)であった。異なる時期に藏卵状態を調査した結果と幼虫捕獲期も考慮して、主要種が越冬する発育段階を推定した。

5. 群集構造

A) 等比級数則

調査地点2における2年間のPT法による調査結果を元村(1932)の等比級数則で検証した(第4図)。この結果、PT法で捕獲されたゴミムシ類は、これによく符号し、相関係数の高い回帰直線が得られた。したがってPT法はゴミムシ類母集団の中から各種を構成個体数比率で捕獲できる方法であると判断される。



第4図 河川敷におけるPT法によるゴミムシ類捕獲個体数(対数)と増加程度との関係

B) 種多様度と類似度

調査地点1における種多様度(Simpsonの種多様度)は5.2592であったが、川側では3.0530、陸側では7.0116を示した。調査地点2の種多様度を周辺環境における種多様度とともに示したのが第3表(1年目)と第4表(2年目)である。1年目は河川敷が最も大で、以下、果樹園、住宅地、野菜畠、山林、住宅地内の野菜畠の順で低下した。2年目は果樹園が最も大で、次いで野菜畠が続き、河川敷は3番目となった。これは、2年目に調査河川敷では増水による浸水が数回あり、攪乱されたためと思われる。両河川敷を比較すると、調査地点1(山口)の数値は、調査地点2(広島)の1年目と2年目の数値の間に位置している。したがって、前記したとおり、これら両地点は種構成で大きな差がみられたが、多様度指数は類似した。

第3表 ゴミムシ類群集の種多様度指数(広島、ピットフォールトラップ、1992-1993)

調査地点 ¹⁾	A	B	C	D	E	F	G
種 数	14	12	31	32	27	10	10
個 体 数	422	58	2,138	1,499	1,628	548	42
種多様度指数 ²⁾	3.9274	3.5711	7.8721	6.7489	4.8022	2.5716	5.7647

1) A: 山林1、B: 山林2、C: 河川敷、D: 果樹園、E: 野菜畠、F: 住宅地内の野菜畠、G: 住宅地

2) S I D: Simpson の多様度指数

第4表 ゴミムシ類群集の種多様度指数(広島、ピットフォールトラップ、1993-1994)

調査地点 ¹⁾	A	B	C	D	E	F	G	H
種 数	15	9	28	25	23	9	11	2
個 体 数	294	63	917	1,516	1,572	432	86	4
種多様度指数 ²⁾	4.1992	4.5456	5.0019	6.8950	6.0166	2.3721	4.3455	2.0000

1) A: 山林1、B: 山林2、C: 河川敷、D: 果樹園、E: 野菜畠、F: 住宅地内の野菜畠、G: 住宅地、H: 市街地

2) S I D: Simpson の多様度指数

また、広島市における結果をみると、人為による攪乱程度が少ないとと思われる山林環境で種多様度が低く、攪乱からの経過時間が長い農地とか住宅地でむしろ高くなっていた。

調査地点 2 を含む広島市周辺の諸環境におけるゴミムシ類群集の類似度を比較し、マトリックスで示したのが第 5 表、デンドrogram で示したのが第 5 図である。山林 2 地点は類似度が非常に大で、他の平地的環境と異なる独自のクラスターを形成している。平地的環境 5 地点のうち、河川敷は他の 4 地点を包含する形をとっていて、河川敷生息性ゴミムシ類は平地的環境内でいわば母集団のような位置を占め、そこから他の農地、住宅地、市街地に侵入、分布を拡大したことを見ると解釈できる。

第 5 表 ゴミムシ類群集の環境間における類似度を示すマトリックス
(Pianka の α 指数、広島)

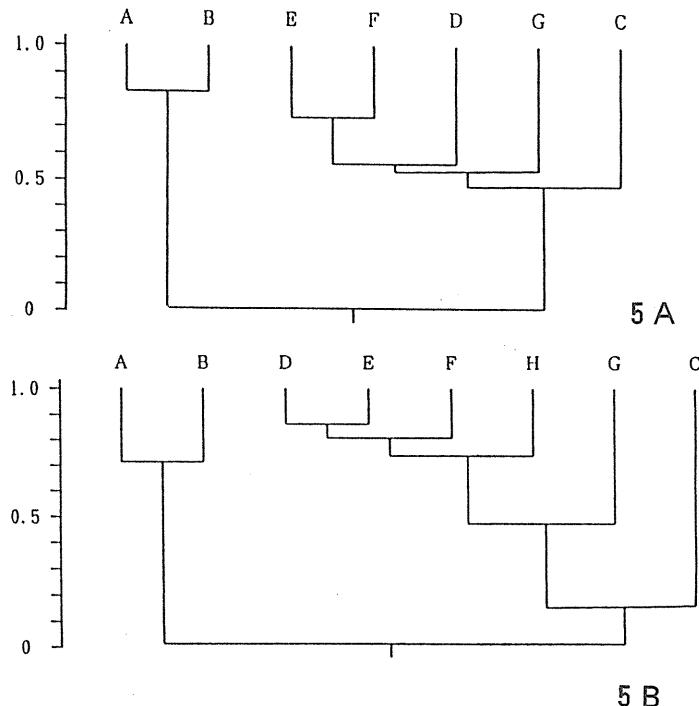
	A	B	C	D	E	F	G
G	0	0	0.2812	0.5018	0.4402	0.3764	
F	0	0	0.1877	0.4835	0.7492		
E	0.0002	0.0017	0.2435	0.5552			
D	0.0001	0	0.4453				
C	0.0005	0.0003					
B	0.836						
A							5 A

	A	B	C	D	E	F	G	H
H	0	0	0.0517	0.2376	0.5119	0.7512	0.1028	
G	0	0.0082	0.0471	0.4938	0.4468	0.1799		
F	0	0.0034	0.0797	0.5215	0.7909			
E	0.0032	0.0194	0.1542	0.8521				
D	0.0015	0.0268	0.1525					
C	0.0012	0.0002						
B	0.7025							
A								5 B

5 A : 1992-1993、5 B : 1993-1994

A : 山林 1、B : 山林 2、C : 河川敷、D : 果樹園、E : 野菜畠、

F : 住宅地内の野菜畠、G : 住宅地、H : 市街地



第5図 異なる環境のゴミムシ類群集の類似度指数（Piankaの α ）によるクラスター分析の
デンドログラム（広島、ピットフォールトラップ）

5 A : 1992-1993, 5 B : 1993-1994

A : 山林、B : 河川敷、C : 水田、D : 果樹園、E : 飼料作物畠
F : 野菜畠、G : 住宅地、H : 市街地

6. 異なる河川敷間の比較

今回調査した調査地点1、2のゴミムシ類群集を比較検討した。まず、調査地点2は2年間の結果ではあるが、捕獲種数が非常に多く、かつ、トラップサイズが小型にもかかわらず、個体数も多い。これは調査地点1は公園で、中央部が芝生になっているのに対し、地点2は自然の河川敷であるためであろう。

次に、両地点の優占種（地点1の5種、地点2の6種）は、いずれも両地点に分布し、捕獲されているが、優占種としては重複していない。つまり、両地点の種構成は顕著に異なっている。生態系が多様な地点2でゴミムシ相が多様であり、単純な地点1では貧弱になって少種の寡占状態になったと思われるが、優占種が全く異なることは、河川敷ゴミムシ相が一定ではなく、植生ないし環境に応じて変わることを示している。河川敷をとりまく地域（この場合は広島県と山口県）のゴミムシ相がほぼ同じと考えられる場合、河川敷による異なるゴミムシ相をもつことは、普遍的な河川敷指標種の選定を困難にするものである。

河川敷をとりまくゴミムシ類母集団が同一にもかかわらず、種構成が異なるのは植生はじめ生物的要因のほかに、地形、日照、温度など物理的要因が大きく関与しているのは間違いない。

7. 環境指標値と環境評価法

ゴミムシ類各種はそれぞれ固有の生息分布域をもっていることが河川敷を含めた諸環境を調査した結果判明した。それを数値化して各種のニッチの幅とした。

ニッチの幅 ($1/I_i$) は次式により算出する。

$$1/I_i = 1 / \sum_i \left[\frac{N_{ij}}{N_i} \right]^2$$

ただし、 N_i : i 番目の種の総個体数、

N_{ij} : i 番目の種の j 番目の環境における総個体数

このニッチの幅を今回の調査種（広島市周辺の河川敷を含む諸環境）で算出したのが第 6 表である。最高値はセアカヒラタゴミムシ *Dolichus halensis* の 3.85 で、最低値はエゾカタビロオサムシ *Campalita chinense* 他 27 種の 1.00 であった。この数値が大である種は、攪乱後に速やかにその環境に進出して分布域を広げる能力をもつ「攪乱後侵入型の種群」と判断される。一方、低い数値の種は、その環境を代表する特徴種で、分布域が狭く、「攪乱回避型の種群」と位置づけられる。各環境のゴミムシ類群集は、この両種群から形成されるが、攪乱によりこの両者の均衡はくずれ、やがて攪乱に対する適応力が大である前者が中心になり、同群集の多様度は回復するものと考えられる。そこで、これら種群を指標密度 (= 個体数 × 環境指標値) として算出できれば、全体の捕獲数に対する割合から指数化が可能である。

今回提案するゴミムシ類を指標生物とした環境評価指数は、攪乱度指数 (*ID*-index : Index of disturbance) と名づけた。この指数が高いのは環境が攪乱の影響を強く受けていることを示し、低いのはその影響が少ないか、あるいは、攪乱から長時間経過していることを示す。

ID-index の算出は次の 2 つの手順で行う。

(1) 環境指標値 (I_i)

前記した各種のニッチの幅 ($1/I_i$) の逆数 I_i を各種の環境指標値とし、第 7 表に示した。

(2) 攪乱度指数 (*ID*-index)

ID-index は環境指標値 I_i を使用して次式により算出する。

$$ID = \frac{\sum N_j \cdot I_i}{\sum N_j}$$

ただし、 $\sum N_j$: j 番目の環境における総個体数、

N_{ij} : i 番目の種の j 番目の環境における総個体数

この指数を今回の広島における調査結果で算出したのが第 8 表である。山林から市街地に向い、人為攪乱の増大に応じて指数値が上昇している。河川敷は山林 2 個所の次に位置し、他の平地的環境より人為攪乱の程度が少ないことを示している。しかし、2 年目には数値が若干上昇し、浸水により河川敷が攪乱されたことを的確に表示している。この数値の上昇は「攪乱後侵入型の種群」の個体数割合の増加を意味し、これら両種群の動態によりこの指数値は変動する。

第6表 ゴミムシ類のニッチの幅
(指数 1/Ii、広島、1992-1994)

種	1 / Ii	種	1 / Ii
<i>Dolichus halensis</i>	3.85	<i>Agonum chalcomus</i>	1.39
<i>Amara chalcites</i>	3.03	<i>Sy. nitidus</i>	1.37
<i>Chlaenius micans</i>	2.94	<i>Scarites terricola pacificus</i>	1.28
<i>Harpalus tinctulus</i>	2.86	<i>An. tricuspidatus</i>	1.20
<i>Epomis nigricans</i>	2.63	<i>Ch. naeviger</i>	1.15
<i>Pterostichus haptoderoides japanensis</i>	2.56	<i>Am. simplicidens</i>	1.14
<i>Hr. niigattanus</i>	2.50	<i>Cr. japonicus chugokuensis</i>	1.04
<i>Asaphidion semilucidum</i>	2.44	<i>Ch. variicornis</i>	1.02
<i>Lesticus magnus</i>	2.33	<i>Am. macros</i>	1.01
<i>Carabus yaconinus yaconinus</i>	2.22	<i>Campalita chinense</i>	1.00
<i>Hr. capito</i>	2.22	<i>Cr. dehaanii dehaanii</i>	1.00
<i>Pheropsophus jessoensis</i>	2.22	<i>Damaster blaptoides blaptoides</i>	1.00
<i>Hr. tridens</i>	2.17	<i>Leptocarabus kyushuensis</i>	1.00
<i>Anisodactylus signatus</i>	2.08	<i>Nebria lewisi</i>	1.00
<i>An. punctatipennis</i>	2.04	<i>Craspedonatus tibialis</i>	1.00
<i>Tachyura laetifica</i>	2.00	<i>Bembidion trajectum</i>	1.00
<i>Pt. longinquus</i>	2.00	<i>Paratachys fasciatus uenoi</i>	1.00
<i>Pt. rotundangulus</i>	2.00	<i>Pt. planicollis</i>	1.00
<i>Diplocheila zeelandica</i>	2.00	<i>Pt. polygenus</i>	1.00
<i>Ch. inops</i>	2.00	<i>Ag. leucopus</i>	1.00
<i>Ch. virgulifer</i>	2.00	<i>Sy. arcuaticollis</i>	1.00
<i>Ch. pallipes</i>	1.92	<i>Sy. congruus</i>	1.00
<i>Haplochlaenius costiger</i>	1.92	<i>Am. gigantea</i>	1.00
<i>Trigonognatha cuprescens</i>	1.89	<i>Hr. chalcentus</i>	1.00
<i>Am. macronota ovalipennis</i>	1.89	<i>Hr. eous</i>	1.00
<i>Archipatrobis flavipes</i>	1.82	<i>Hr. platynotus</i>	1.00
<i>Hr. sinicus</i>	1.79	<i>Oxycentrus argutoroides</i>	1.00
<i>An. sadoensis</i>	1.75	<i>Stenolophus fulvicornis</i>	1.00
<i>Am. congrua</i>	1.69	<i>St. iridicolor</i>	1.00
<i>Pt. microcephalus</i>	1.64	<i>St. propinquus</i>	1.00
<i>Synuchus dulcigradus</i>	1.61	<i>Panagaeus japonicus</i>	1.00
<i>Acupalpus inornatus</i>	1.59	<i>Ch. abstersus</i>	1.00
<i>Sy. cycloderus</i>	1.56	<i>Perigona sinuata</i>	1.00
<i>Tc. fuscicauda</i>	1.47	<i>Aephnidius adelioides</i>	1.00
<i>Hr. griseus</i>	1.47	<i>Planetes puncticeps</i>	1.00
<i>Anoplogenius cyanescens</i>	1.47	<i>Brachinus scotomedes</i>	1.00

第7表 ゴミムシ類の環境指標値 (Ii)

種	Ii	種	Ii
<i>Compalita chinense</i>	1.00	<i>Tachyura fuscicauda</i>	0.68
<i>Carabus dehaanii dehaanii</i>	1.00	<i>Hr. griseus</i>	0.68
<i>Damaster blaptoides blaptoides</i>	1.00	<i>Anoplogenius cyanescens</i>	0.68
<i>Leptocarabus kyushuensis</i>	1.00	<i>Sy. cyclodenus</i>	0.64
<i>Nebria lewisi</i>	1.00	<i>Acupalpus inornatus</i>	0.63
<i>Craspedonatus tibialis</i>	1.00	<i>Sy. dulcigradus</i>	0.62
<i>Bembidion trajectum</i>	1.00	<i>Pt. microcephalus</i>	0.61
<i>Paratachys fasciatus uenoi</i>	1.00	<i>Am. congrua</i>	0.59
<i>Plerostichus planicollis</i>	1.00	<i>An. sadoensis</i>	0.57
<i>Pt. polygenus</i>	1.00	<i>Hr. sinicus</i>	0.56
<i>Agonum leucopus</i>	1.00	<i>Archipatrobis flavipes</i>	0.55
<i>Synuchus arcuaticollis</i>	1.00	<i>Trigonognatha cuprescens</i>	0.53
<i>Sy. congruus</i>	1.00	<i>Am. macronota ovalipennis</i>	0.53
<i>Amara gigantea</i>	1.00	<i>Ch. pallipes</i>	0.52
<i>Harpalus chalcentus</i>	1.00	<i>Haplochlaenius costiger</i>	0.52
<i>Hr. eous</i>	1.00	<i>Tc. laetifica</i>	0.50
<i>Hr. platynotus</i>	1.00	<i>Pt. longinquus</i>	0.50
<i>Oxycentrus argutoroides</i>	1.00	<i>Pt. rotundangulus</i>	0.50
<i>Stenolophus fulvicornis</i>	1.00	<i>Diplocheila zealandica</i>	0.50
<i>St. iridicolor</i>	1.00	<i>Ch. inops</i>	0.50
<i>St. propinquus</i>	1.00	<i>Ch. virgulifer</i>	0.50
<i>Panagaeus japonicus</i>	1.00	<i>An. punctatipennis</i>	0.49
<i>Chlaenius abstersus</i>	1.00	<i>An. signatus</i>	0.48
<i>Perigona sinuata</i>	1.00	<i>Hr. tridens</i>	0.46
<i>Aephnidius adelioides</i>	1.00	<i>Cr. yaconinus yaconinus</i>	0.45
<i>Planetes puncticeps</i>	1.00	<i>Hr. capito</i>	0.45
<i>Brachinus scotomedes</i>	1.00	<i>Pheropsophus jessoensis</i>	0.45
<i>Am. macros</i>	0.99	<i>Lesticus magnus</i>	0.43
<i>Ch. variicornis</i>	0.98	<i>Asaphidion semilucidum</i>	0.41
<i>Cr. japonicus chugokuensis</i>	0.96	<i>Hr. niigatanus</i>	0.40
<i>Am. simplicidens</i>	0.88	<i>Pt. haptoderoides japanensis</i>	0.39
<i>Ch. naeviger</i>	0.87	<i>Epomis nigricans</i>	0.38
<i>Anisodactylus tricuspidatus</i>	0.83	<i>Hr. tinctulus</i>	0.35
<i>Scarites terricola pacificus</i>	0.78	<i>Ch. micans</i>	0.34
<i>Sy. nitidus</i>	0.73	<i>Am. chalcites</i>	0.33
<i>Ag. chalcomus</i>	0.72	<i>Dolichus halensis</i>	0.26

第8表 異なる環境におけるゴミムシ類群集の擾乱度指数（広島）

調査地点 ¹⁾	A	B	C	D	E	F	G	H
1年目	1.25	1.37	1.41	2.22	2.33	2.63	2.44	—
2年目	1.23	1.32	1.52	2.27	2.38	2.63	2.78	2.94

1) A : 山林1、B : 山林2、C : 河川敷、D : 果樹園、E : 野菜畠、F : 住宅地内の野菜畠、G : 住宅地、H : 市街地

本指数は環境の攪乱程度を示すもので、種々の環境に分布するゴミムシ類群集を調査することにより、当該環境の人为攪乱を基準にした生態学的位置づけが可能となった。

本環境評価法は今までに提案されている環境評価法と比較すると、(a) 種多様度を使用する方法は、複数の環境を調査する必要があるが、本法は単独の調査で可能である、(b) チョウ類で使用されているER法は、各種の生態的知見があらかじめ必要であることと、調査に個人差が生じるが、本法は予備知見の必要がなく、かつ、ピットフォールトラップを使用するので個人差が生じない、という長所をもつ。

次に、広島市周辺の調査結果を基礎に提案した本法を、山口市周辺の諸環境で実施したゴミムシ類の調査データを使用して検証してみた結果が第9表である。この結果、広島と山口の類似環境間でほぼ同様の指数値が得られ、本法の汎用性が実証された。

第9表 異なる環境におけるゴミムシ類群集の攪乱度指数（山口）

調査地点 ¹⁾	1	2	3	4	5	6	7
錯乱度指数	1.30	1.59	2.00	2.22	1.77	1.83	2.00

- 1) 1 : 農環境に接した山林 (Yahiro et al., 1990)
2 : 河川敷 (山口市宮島町、仁保川)
3 : 河川敷 (山口市惣太夫町、榎野川)
4 : ブドウ園 (Yano et al., 1989)
5 : 飼料作物畑 (Ishitani et al., 1994)
6、7 : 水田 (Yahiro et al., 1992)

IV. 総合考察

河川敷生息性ゴミムシ類の種構成と生態を調査した結果、同一母集団の範囲内にもかかわらず同昆虫群は個々の河川敷により異なる種構成をもつことが明らかになった。このことはゴミムシ類昆虫を普遍的な河川生態系指標昆虫としては利用しにくいことを意味する。しかし、今後、さらに調査河川敷の数を増やせば属レベルでは選定が可能かも知れない。この場合も、マクロにみて同一の母集団（府県単位あるいは同等程度の地域）と考えられる地理的範囲内に限る必要がある。

一方、本研究で提案したゴミムシ類を利用した攪乱度指数による環境評価法は、上記の問題に抵触せずに実施できる長所をもち、個別河川敷の人为攪乱度を提示できる。河川環境の指標生物としてゴミムシ類を使用しようとした当初の方向は、さらに今後の検討を必要とすることが判明したが、指標昆虫を選定する目的が環境評価にあるとすれば、攪乱度が明らかになる本法はその要請に充分にこたえ得るものであり、河川敷環境にとどまらず、広く諸環境に適用し得る一般則である。