

環動昆

特集：昆虫を指標とした環境アセスメントの最前線

解 説

石谷正宇：地表性甲虫類を指標とした環境影響評価の現状	73
中村寛志：チョウ類を指標種とした環境評価手法と環境アセスメント	85

原 著

江田慧子・中村寛志：長野県安曇野における野焼きがメアカタマゴバチによるオオルリシジミ卵への寄生に及ぼす影響について	93
松本和馬：森林総合研究所多摩森林科学園のチョウ類群集5年間の変動	99
北原正彦・柿崎愛子・中野隆志・丸田恵美子・安田泰輔： 富士山北西地域のチョウ類の多様性および希少種保全における 半自然草原の重要性	115
久松正樹：茨城県筑波山腹における野生ハナバチの種の多様度性と 構成（英文）	127

書 評	135
新刊紹介	136
会 報	139
投稿規定	143

Vol. 21

2

2010

日本環境動物昆虫学会



JSEEZ

日本環境動物昆虫学会

地表性甲虫類を指標とした環境影響評価の現状¹⁾

石谷正宇²⁾

大阪産業大学 人間環境学部³⁾

1. はじめに

地表性甲虫類とは、一般的には文字通り地表を徘徊する甲虫類の総称で、地表徘徊性のオサムシ類、ゴミムシ類、ハネカクシ類、シデムシ類、食糞性コガネムシ類などを含む種群の総称である。英名では「ground beetles」であるが、ここでは「地表性甲虫類」とは、日本産オサムシ亜目中6科のうち、主にオサムシ科 Carabidae やホソクビゴミムシ科 Brachinidae の分類群に対して適用している。この分類群は、全世界から40,000種以上が知られており (Turin, 1981)、地表徘徊性の種が多いが、一部には樹上に生息する種や飛翔活動を活発に行う種も含まれている。地表を徘徊するのは、これら多くの種で後翅が退化あるいは弱体化しているためであり、したがって移動範囲が狭く、地理的隔離を引き起こしやすく、古くから生物地理学的な関心が払われてきた。

地表性甲虫類は、ヨーロッパから約2,800種、北アメリカ (新北区) から約3,800種、日本からは1,300種余りが記録されている。日本での種数は、英国の約350種 (Turin, 1981) と比較するとかなり多いが、わが国では石灰岩地帯の洞窟や地下浅層などに分布するチビゴミムシ亜科がかなり大きなウエイトを占めることも一つ理由と考えられる。

これまで種々の環境影響評価における地表性甲虫類を指標昆虫として用いる試みは、主に種多様度指数 (シンプソンの多様度指数やシャノン・ウィーナー指数等) の相互比較により行われてきた。これに対して、地表性甲虫類は他の指標性昆虫類 (例えば、チョウ類) などに比べ、種数が多く、また分類学的問題点も多く残しており、個々の種の生活史が不明な種が大半であることなどから、安易に指標昆虫として使用すべきではないとの批判の声もある。

しかしながら、地表性甲虫類はこれらの欠点を補ってあまりある特徴が多い分類群であると言える。その特徴を列記してみよう。

第一は、地球上のすべての地表面の内、氷で閉ざされている極地帯を除いて (極地帯ではこれまで調査がされていないのであるが) ありとあらゆる地域 (海岸、砂丘、

砂漠、洞穴、山岳、高地、湿地、河川敷、農耕地等々) のほとんどすべてに亘って、島嶼部、草原、森林、都市部、里山等々の生息環境を問わず広く分布している。おそらく地表性甲虫類が生息していない地表といえば、温泉、塩田、油田など特殊な環境においてしかないと考えられる。また、水平的な広がりのみでなく、熱帯林の高木の上層や樹冠 (キャノピー) に生息する種群が知られており、これらの水平方向、垂直方向のあらゆる地表に地表性甲虫類は生息すると言っても過言ではなく、これらの広い生息分布は、種によって生息場所が特定されているものであると考えられる。そうすると、この生息場所特異性のある地表性甲虫類は指標昆虫として取り扱うことが出来るであろう。

第二に、地表性甲虫類は主に夜行性種が多く、見つけ採り法による採集は調査者による採集の技量がまちまちなあるが、ピットフォールトラップ法 (落とし穴法、Pit fall Trappings Methods、以下「PT法」と略記する) という調査者の採集能力によることなく、採集できる調査方法が普及し、地表性甲虫類を定量的に (実際の証明は困難であるが) 採集することができるようになった。このPT法の普及と相まって、先に述べた種多様度指数による生息場所間、あるいは時系列間の違いの相互比較により、地表性甲虫類は環境評価に利用される種群となっている。Luff (1987) によれば、本法を毎年実施すれば、同一種については生息密度に比例した結果が得られるとしているが、種間の差には注意を要すると述べている。Turner & Gist (1965) による知見では、標識再捕獲法として使用される場合のみ本法は有効であるとしている。このように本法の評価は研究者により必ずしも一致しているものではない。

この方法により得られたデータは実際に採集者によって現場で直接カウントされて得られたデータではないため、データ自体が持つ調査精度の検証なしに、論議に及ぶことは避けねばならないだろう (石谷, 未発表)。但し、本法は長期間に及ぶ調査期間に亘って調査を行う場合、現在採用し得る最も実用的な調査方法であることは変わりない。

地表性甲虫類の生態・分類研究者数は国内では限られ

1) Evaluating ground beetles as indicator species to assess the environments.

2) Masahiro Ishitani (e-mail: carabid@nifty.com)

3) Faculty of Human environment, Osaka Sangyo University

ており、この分野の研究者層が充実している欧米と比較してしかりである。我々はここ十数年来、地表性甲虫談話会（英名：Study Group for Ground Beetles）を組織し、地表性甲虫類の研究の底上げ、普及に努めてきた。しかしながら、我が国でのこの分野の裾野はいくらか広かったものの、研究者層は、特に欧州地表性甲虫学会（European Carabidologist Meetings）を組織する欧州と比較すると相変わらず薄い。

2. 河川水辺の国勢調査での草地性地表性甲虫類の特徴

地表性甲虫類は、生息場所により森林性種と草地性種に分けられる（Niemela *et al.* 1992）。河川敷環境に生息する地表性甲虫類は、ほとんどが草地性種を代表するものであると考えられる。

河川敷環境は、国内外で草地性の地表性甲虫類調査が比較的多く実施されてきたにも関わらず、継続した通年調査事例は少ない。また、環境別の種構成が固定されているわけではなく、巨視的にみれば、その環境を含む周辺環境の母集団の内容によって大いに変化すると考えられる（Ishii *et al.*, 1996；李・石井, 2010）。また、同じ母集団でも河川敷環境は、植生や地形、日照環境などが多様で、それに対応して生物的環境も変動するので、地表性甲虫相も他環境と比較して環境特異性の幅が大きいと考えられる（Ishitani *et al.*, 1997）。

河川敷の環境が著しく異なる場合、たとえ同一流域であっても、人為の関わり程度（人為攪乱の程度と言い換えてもよいかも知れない）、河川敷管理手法が地表性甲虫類群集に影響を与えていると思われる。一般的に言えば、河川敷は絶えず攪乱にさらされている若しくはさらされる可能性が高い環境である場合、攪乱の頻度や規模などをさらに明確に把握するとともに、調査事例を追加、検証していく必要があるだろう。

1990年以來、国土交通省によって行われてきた全国109の1級河川における「河川水辺の国勢調査」の調査結果が、国土交通省水情報国土データ管理センターによりデータベース化され、2000年を中心として順次公開されてきている（http://www3.river.go.jp/index_seibutu.htm）。河川水辺国勢調査は、「平成9年度版河川水辺の国勢調査マニュアル河川版（生物調査編）」及び「河川水辺の国勢調査のための生物リスト平成11年度河川版」に準拠して行われているが、基本的に全国109の1級河川を5分割し、それぞれの同一年度において、基本的に春季、夏季、秋季の3回調査が行われている。調査当初は調査対象者により、調査精度等の格差があることが指摘されているものの、この調査も既に4巡目を迎えており、同一河川で年次調査の回数を積み重ねるごとに調査精度が増していると考えられる。さらに最近ではその利活用に関する検討も始まっている。なお、この河

川水辺の国勢調査は2005年度より調査マニュアルが改定され、陸上昆虫類については調査が5年に1度から10年に1度に変更されている。

我が国では、これまで森林性種、草地性種に関わらず、全国的な規模での相調査は行われておらず、相調査に基づいた地表性甲虫類全体を概観した研究はない。

そこで、草地性種を主体とする河川敷生息性の地表性甲虫類に着目して、我が国でどのような生物地理学的な傾向が見られるかを検討するため、上記の公開された河川水辺の国勢調査の64河川データ（2000年から2002年の3年間調査結果）で得られている地表性甲虫類のリストを整理した。巻末にこの3年間の地表性甲虫類のリスト表を掲げたが、記録された地表性甲虫類は405種に及び、これは我が国における既知種の30%強に及ぶことが判明した。また、この表により、在/不在によるクラスター解析を行ったのが図1である。これにより、地表性甲虫相は3つの大きなクラスター分岐が認められた。それを全国河川図に凡例分けして示したのが図2である。この3つのクラスター分岐の最も大きな分岐は北海道と本州の間に存在していた。しかし、本州～四国～九州内での分岐は明確な区分を呈するには至らなかった。このことより、我が国での草地性種を主体とする地表性甲虫相の成立には、特に北海道と本州間に大きな地理的隔離が存在したと考えられる。

これは、一般的には「ブラキストン線」と呼ばれる生物地理学的な境界と一致し、このラインを境に、北のシベリア亜区と南の満州亜区に分かれる。ブラキストン線は、ニホンザル・ツキノワグマ・ニホンカモシカ・モグラ科などの北限とヒグマ・クロテン・ナキウサギ・シマリスなどの南限となっている。昆虫類でも、北海道にしか分布しないエゾシロチョウ、本州以南にしか分布しないクロアゲハなど、ブラキストン線を分布境界とするものが多くあるが、一般的に地表性甲虫類としては、北海道特産種としてオオルリオサムシ、キンオサムシが有名である。しかし、今回のように草地性種を主体とした河川敷生息性の地表性甲虫類の生息分布においてブラキストン線を意識した議論がされたことはない。

草地性種の特徴として、脊梁山脈を越えて太平洋側と日本海側の地表性甲虫類が交流しているとは考えられない。特に草地性の地表性甲虫類は、高低差の少ない平地を移動するか、他の生物への付着、飛翔（時として、あるいは周期的移動など）、出水等の事象によってのみの移動であると考えられる。

少なくとも、北海道と本州間での比較を行う場合は、特に留意すべきであろう。

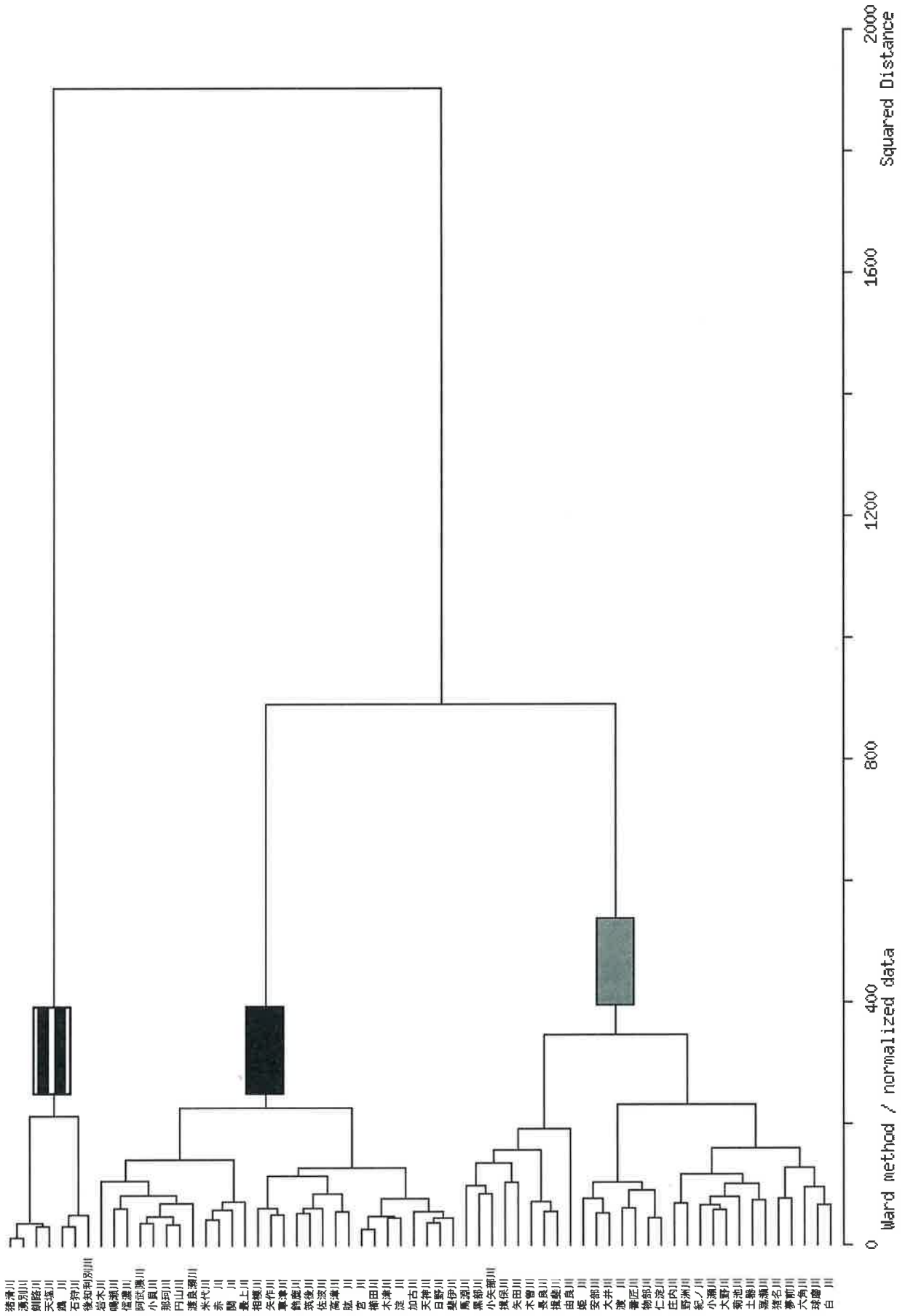


図1 地表性甲虫類の在／不在によるクラスタ分岐図 (2000年～2002年に河川水辺の国勢調査での確認種による)

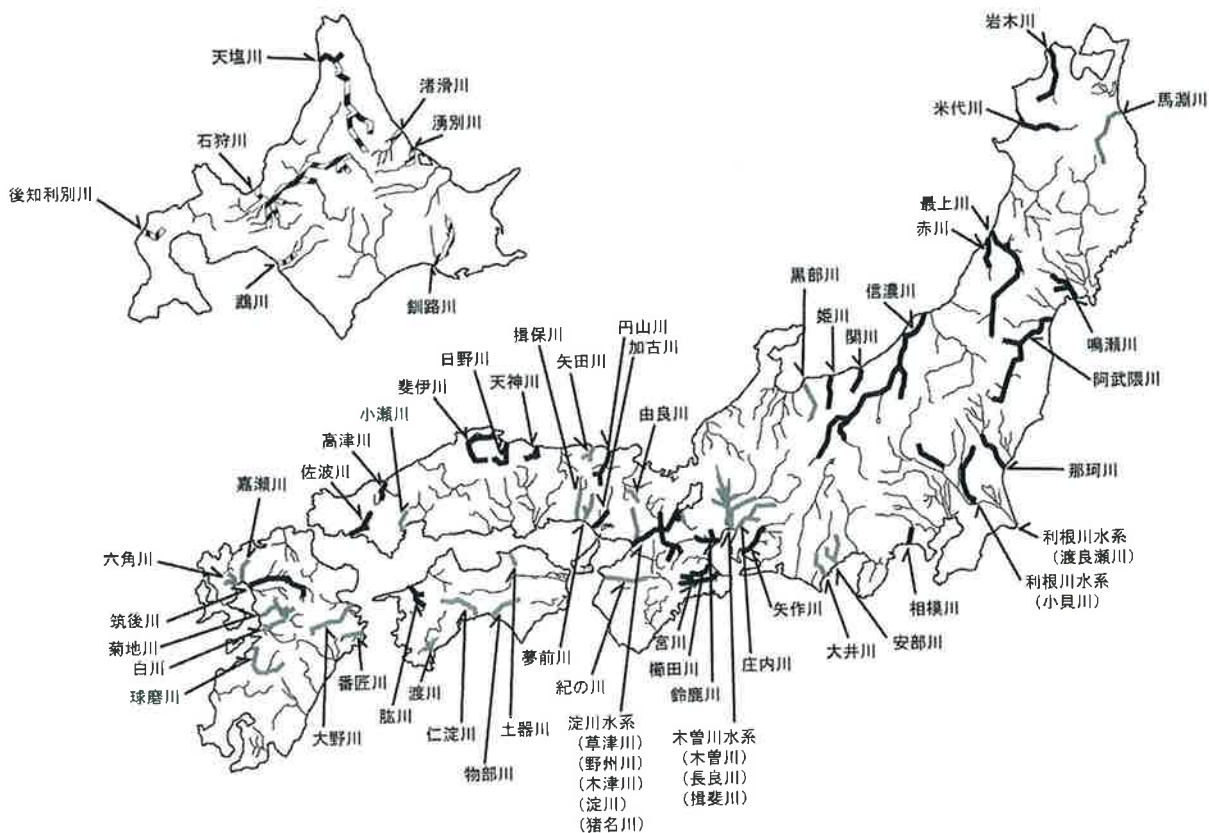


図2 地表性甲虫類による河川分岐図 (在/不在クラスターを各河川ごとに表示、凡例は図1に対応している)

3. 地表性甲虫類を利用した環境影響評価の将来

生物の存/不在による環境影響評価で、生物群集の種多様度指数や類似度指数を基準にして環境評価する手法は、種構成が指数値に直接影響しないため、明らかに異なる環境間において抽出されたサンプルであっても、その中の種群ごとの個体数割合が似かよっていると、指数値は同じような値をとることになる。

地表性甲虫類は、一般に種特異的な環境指標ではないと考える見解もあるが (Muller-Motzfled, 1989; Dufrene *et al.*, 1990)、各環境における地表性甲虫類群集を単なる個体群の集まりとしてだけでなく、地表性甲虫類群集が持つ多様性や機能性を総合的に判断し、生物環境評価としてとらえていくことが必要であろう。これまでの研究から地表性甲虫類群集は環境にきめ細かく適応し、また攪乱の程度によく反応しており、有力な環境指標として利用できると考えられている (石谷, 1996)。

環境影響評価法においては、自然環境評価項目に新たに「生態系」項目が追加されているが、生態系の予測・評価がいかに難解であるかは、著者の言を待つまでもないであろう。この生態系項目における予測・評価の手法

をオーソライズさせていくことは極めて重要である。その切り口として、今回述べてきた地表性甲虫類による群集生態学的手法を生物環境評価に利用することは十分可能である。また、ニッチの異なる生物同士を組み合わせた生物環境評価を行うことにより、群集間での相互比較も可能となるであろう。

今日まで、環境影響評価の題材として、多くの研究論文に登場し、クローズアップされているものも相当数にのぼる。その例として、ルートセンサス法 (トランセクト法) によるチョウ類による環境調査 (石井ら, 1991; 中村, 2000)、ツルグレン装置による土壌性ササラダニ類による土壌の健全度調査 (青木, 1981)、竹筒トラップによる膜翅目昆虫等調査などがある。これらの調査研究手法に、今回述べたピットフォールトラップ法による地表性甲虫類を加えて、陸域生態系での環境影響評価の生態系の調査・予測・評価に利用できるのではないかと考えられる。

今後の課題として、地表性甲虫類群集が生物的要因の一つである土地利用の多様性とどのように関連し、またどのような生物指標としていくかを議論することが重要である。環境指標 (あるいは生物指標) とは生物を用いて環境の移り変わりを推測する手法で、生物の営みや生

活形からその個々の環境が持つさまざまな性質を表そうとすること、つまり生物の活動全般を用いて、生物の目で環境を評価する試みとして位置付けられているが、今後、地表性甲虫類を利用した環境影響評価における生物学的な試みが益々進展することを期待したい。

引用文献

- 青木淳一 (1981) 土壌ダニによる環境診断. 科学, 51 : 132-141.
- Dufrene, M., M. Baguette, K. Desender & J. Maelfait (1990) Evaluation of carabids as bioindicators : a case study in Belgium. poster 12. In: Stork, N. E. (ed.), *The Role of Ground Beetles in Ecological and Environmental Studies*. pp. 377-381. Intercept. Andover, Hampshire.
- 石井 実・山田 恵・広渡俊哉・保田淑郎 (1991) 大阪府内の都市公園におけるチョウ類群集の多様性. 環動昆, 3 (4) : 183-195.
- Ishii, M., T. Hirowatari, T. Yasuda and H. Miyake (1996) Species diversity of ground beetles in the riverbed of the Yamato River. *Jpn. J. Environ. Entomol. Zool.* 8 (1) : 1-12.
- 石谷正宇 (1996) 環境指標としてのゴミムシ類 (甲虫目: オサムシ科, ホソクビゴミムシ科) に関する生態学的研究. 比和科学博物館研究報告, 34 : 1-110.
- Ishitani, M., T. Tsukamoto, K. Ikeda, K. Yamakawa and K. Yano (1994) Faunal and biological studies of ground beetles (Coleoptera; Carabidae and Brachinidae) Species compositions on the banks of the same river system. *Jpn. J. Ent.*, 65 (4) : 704-720.
- 李 哲敏・石井 実 (2010) 大和川の河川敷における地表性甲虫類群集の種多様性. 環動昆, 21 (1) : 15-28.
- Luff, M. L. (1987) Biology of polyphagous ground beetles in agriculture. *Agric. Zool. Rev.*, 2 : 237-278.
- Muller-Motzfeld, G. (1989) Laufkafer (Coleoptera : Carabidae) als pedobiologische Indikatoren. *Pedobiol.*, 33 : 145-153.
- 中村寛志 (2000) チョウ類群集の構造解析による環境評価に関する研究. 環動昆, 11 (3) : 109-123.
- Niemela, J., J. R. Spence & D. H. Spence (1992) Habitat association and seasonal activity of ground-beetles (Coleoptera, Carabidae) in central Alberta. *Canad. Ent.*, 124 : 521-540.
- & J. Kotze (2000) <http://www.Helsinki.fi/science/globenet>.
- Turner, F. B. & C. S. Gist (1965) Influences of a thermonuclear cratering device on close-in populations of lizard. *Ecology*, 46 : 645-652.
- Turin, H. (1981) Provisional checklist of the European ground-beetles (Coleoptera : Cicindelidae & Carabidae). *Mon. Ned. Ent. Ver.*, (9). 249pp.

科名	種名	和名	分布	大分県
Tachyura	<i>Tachyura thalassina</i>	シロハラノボリ	...	...
	<i>Tachyura lutea</i>	シロハラノボリ	...	...
	<i>Tachyura leucostriata</i>	シロハラノボリ	...	...
	<i>Tachyura thalassina</i>	シロハラノボリ	...	...
	<i>Tachyura lutea</i>	シロハラノボリ	...	...
	<i>Tachyura leucostriata</i>	シロハラノボリ	...	...
	<i>Tachyura thalassina</i>	シロハラノボリ	...	...
	<i>Tachyura lutea</i>	シロハラノボリ	...	...
	<i>Tachyura leucostriata</i>	シロハラノボリ	...	...
	<i>Tachyura thalassina</i>	シロハラノボリ	...	...
Pterostichus	<i>Pterostichus asymmetricus</i>	...	...	...
	<i>Pterostichus barotaro</i>	...	...	...
	<i>Pterostichus oligens</i>	...	...	...
	<i>Pterostichus albicollis</i>	...	...	...
	<i>Pterostichus fortis</i>	...	...	...
	<i>Pterostichus fuliginosus</i>	...	...	...
	<i>Pterostichus filipii</i>	...	...	...
	<i>Pterostichus japonicoides</i>	...	...	...
	<i>Pterostichus jamaicensis</i>	...	...	...
	<i>Pterostichus opaci</i>	...	...	...
Aegonum	<i>Aegonum cilicorne</i>	...	...	...
	<i>Aegonum cilip</i>	...	...	...
	<i>Aegonum affinis</i>	...	...	...
	<i>Aegonum gracile</i>	...	...	...
	<i>Aegonum immsorum</i>	...	...	...
	<i>Aegonum jamaicense</i>	...	...	...
	<i>Aegonum leucopus</i>	...	...	...
	<i>Aegonum opacum</i>	...	...	...
	<i>Aegonum sculptipes</i>	...	...	...
	<i>Aegonum subvirescens</i>	...	...	...
Colopoda	<i>Colopoda eburata</i>	...	...	...
	<i>Colopoda hokkaidoensis</i>	...	...	...
	<i>Colopoda japonica</i>	...	...	...
	<i>Colopoda japonicoides</i>	...	...	...
	<i>Colopoda modesta</i>	...	...	...
	<i>Colopoda radialis</i>	...	...	...
	<i>Colopoda ruficornis</i>	...	...	...
	<i>Colopoda sordidula</i>	...	...	...
	<i>Colopoda subvirescens</i>	...	...	...
	<i>Colopoda yoshihiko</i>	...	...	...

