

論文

陸生等脚類の分布と環境
—京都市域を中心に—

藤田夕希*・渡辺弘之*

Terrestrial isopods and their habitats
-A case study in Kyoto city-

Yuki FUJITA* and Hiroyuki WATANABE*

京都市域を中心とした都市部の緑地ならびにその周辺の森林に焦点をあて、陸生等脚類の群集組成変動パターンの解析を試みた。各調査地点で出現した陸生等脚類の個体数データを用いてDCA法とクラスター分析を行い、17調査地点を序列化したところ、都市域から森林に至る土地利用形態の移行との対応が見られた。このことから、陸生等脚類の群集組成は土地利用形態に対応して変動していることが示唆された。DCA法により群集傾度を表わす主要な2変動軸が抽出されたが、DCA1軸はの都市性から森林性に至る在来4種の組成の変動 (*M. nipponicus* → *L. Nishimurai* → *V. dorsalis* → *L. japonicum*) を、DCA2軸は都市性の種のうち在来種の *M. nipponicus* と外来種の *A. vulgare* のすみわけを、それぞれ反映していた。DCA1軸上での群集の多様度はプロットスコア2.5付近で最も高かったが、ここではAo層が豊かであり、複数種の陸生等脚類の生息を可能にするような多様な環境を有していると考えられた。DCA2軸上での群集の多様度は軸の両端で低かったが、ここではAo層の量・リターの種類が乏しく、森林性の種が生息できなかったと考えられた。

キーワード：陸生等脚類、種変動パターン、土地利用形態、DCA法、クラスター分析

The community patterns of terrestrial isopods in various environments, including both urban areas and the forests surrounding Kyoto city, were analyzed. As the 17 study plots were ordered by detrended correspondence analysis and cluster analysis based on the data of a number of species, this order correlated with the change of land use patterns. This means that the community pattern of terrestrial isopods is associated with the land use patterns of their habitat. Axis 1 reflected the shift of a combination of 4 endemic species from urban inhabitant to forest inhabitant (*M. nipponicus* → *L. Nishimurai* → *V. dorsalis* → *L. japonicum*), while Axis 2 reflected the habitat separation of 2 urban inhabitant species, endemic *M. nipponicus* and exotic *A. vulgare*. The diversity of terrestrial isopods on Axis 1 was highest around a plot score of 2.5, where the Ao layer was rich, providing an environment of rich species in the isopod community. The diversity of terrestrial isopods on Axis 2 was low on both ends of the axis, where the Ao layer is thin and the plant species in litter are few, perhaps limiting forest species inhabitation.

Key words: terrestrial isopods, community pattern, land use pattern, DCA, cluster analysis

はじめに

近年の著しい人間活動の拡大は、世界中の生物環境に急激な変化をもたらし、多くの生物の生息を困難にし、あるいは絶滅に追い込んでいる。一方、そうして作られた新しい環境に多種多様な生物が生息していることもまた事実であり、人為の影響の最も強い都市域にさえ多くの生物を見ることができる。

陸生等脚類(節足動物門・甲殻綱・等脚目)も、都市域で普通に見られる動物の一つであるが、その生息域は海岸部から森林部、市街地と大変幅広い(Edney, 1968)。移動能力の乏しさと種ごとの適応能力の違いから、その

分布は生息地環境に強く規定され、生息地ごとに様々な種構成を示すことが知られている。

従来から、都市部を中心に帰化種の陸生等脚類が分布を広げ、在来種から帰化種への置き換わりが進行しつつあることが指摘されてきた(渡辺, 1978)。帰化生物の増加は、環境が人間活動による大幅な改変を受け、本来そこに生息していた生物の生存・繁殖のための条件が失われ、攪乱依存的な帰化生物の生息にのみ適するようになったことを示している(鷲谷・森本, 1993)。都市に見られる陸生等脚類の種類の変化も、それを端的に表わす一例だといえよう。これまで都市的環境における陸生等脚類の分布についての研究例は少ないが、WATANABE

* 京都大学大学院農学研究科森林科学専攻 熱帯林環境学分野

* Laboratory of Tropical Forest Resources and Environments, Division of Forest and Biomaterials Science, Graduate School of Agriculture, Kyoto University

(1991) は滋賀県志賀町において、森林部から都市部にかけてのさまざまな環境において陸生等脚類群集を調査している。その中で、出現した各種の陸生等脚類の環境選好性について述べ、出現種の組み合わせを都市域タイプ・天然林タイプに分類している。しかし、都市域・森林部といった相対的に評価された生息環境の違いに基づく陸生等脚類の種類相の変化に焦点が当てられており、陸生等脚類の群集組成の変動についての客観的な検討はされていない。

そこで本研究は、森林から都市部にいたる広い範囲での陸生等脚類の分布様式解析をおこなうため、京都市都市部の緑地ならびにその周辺の森林に焦点を当て、さまざまな生息環境下における陸生等脚類群集組成の変動パターンを解析することとする。さらに、それらに影響を与える環境要因についても検討する。

調査地と方法

調査地点

調査地として、京都市左京区を中心とした都市部および隣接する森林部から、様々な環境を有する17地点を選んだ(表1)。それらを、①連続した森林、②孤立した森林、③森林以外の緑地、④都市部の植栽地、⑤その他、の5つのカテゴリーに分類した。それぞれの調査地点の概要について以下に述べる。

①連続した森林

A地点(シイ林)を含む京都市東部の大文字山は、その大部分に人為的影響を強く受けているが、A地点一帯は寺領林であるため伐採などを免れ、よく保存されている。調査地点は人の往来がほとんどない緩やかな西向き

斜面である。スダジイ(*Castanopsis cuspidata*)・ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)が混在して樹冠を形成しており、低木層にはサカキ(*Cleyera japonica*)・ヒサカキ(*Eurya japonica*)・アラカシ(*Quercus glauca*)・ヤブツバキ(*Camellia japonica*)・アオキ(*Aucuba japonica*)などが生育している。本数密度は少ないが樹種は豊富である。

B地点(竹林)は京都大学・上賀茂試験地内の小さな谷沿いにあるハチク(*Phyllostachys nigra* var. *henonis*)群落であり、隣に植林されたテーダマツ(*Pinus taeda*)が一部入り込んでいる。下層にはアラカシ、サカキ、シャシランボ(*Vaccinium bracteatum*)などが疎らに生育している。一方は開けていて車道が近くを通っているものの、三方向をマツ林に囲まれており、試験地内であることから人の侵入は少ない。

C地点(スギ人工林)はA地点と同様大文字山にあり、登山道に沿った細長い区画である。胸高直径30~40cmのスギ(*Cryptomeria japonica*)が生育する壮齢林であり、下層にはアラカシ、アオキがまばらに見られる。

②孤立した森林

D・E地点(コナラ二次林)を含む吉田山は、古くから薪炭林として利用されてきた里山であり、現在も入山者が多い。D・E地点は登山道をはさんで隣接した2地点で、登山口近くの緩やかな西向き斜面に位置する。コナラ(*Quercus serrata*)・アラカシが優占する高・中木層にはほとんど差異は見られないものの、斜面下部のD地点は林床をササで覆われており、アオキ、サカキ、ヒサカキ、ヤブツバキなどの低木も発達している。一方、斜面上部側のE地点は林床植物を欠き、低木層はサカキ、ヒサカキ、ソヨゴ(*Ilex pedunculosa*)等、樹種は豊富で

表1. 調査地リスト

The list of the study sites

	場所	主な植生	Ao層生重量(g/m ²)	含水率(%)	リター構成樹種数
①連続した森林					
A シイ林	大文字山・法然院裏	シイ、ヒノキ等	2289	41	7
B 竹林	京大上賀茂試験地内	ハチク、テーダマツ等	4608	67	5
C スギ人工林	大文字山・銀閣寺裏	スギ等	3552	50	3
②孤立した森林					
D コナラ二次林・ササ有り	吉田山	コナラ、アラカシ等	2810	49	6
E コナラ二次林・ササ無し	吉田山	コナラ、アラカシ等	3220	51	5
F 造成林	京都御苑・母と子の森	クロマツ、コナラ等	2562	57	6
G 社寺内林	下鴨神社・糺の森	ケヤキ、シイ等	4185	56	6
③森林以外の緑地					
H 果樹園	京大北部構内・カキ園	カキ	969	65	1
I 畑地	京大北部構内・農場	(作物収穫後)	314	37	3
J 草原	深泥池・ヨシ草原	ヨシ	0	0	0
④都市部の植栽地					
K 駐車場植え込み	京大北部構内	サクラ、アキニレ	3689	57	3
L 駐車場植え込み	テニスクラブ	エノキ、カナメモチ等	1723	21	3
M 道路植え込み	川端通り車道歩道間	ウバメガシ	1806	34	2
N 駐車場植え込み	京大病院	アキニレ	1537	43	1
O 道路植え込み	白川通り中央分離帯	ケヤキ、ウバメガシ	1038	39	2
⑤その他					
P 落ち葉溜め	京大農学部グラウンド	—	9405	61	—
Q 藁の下	京大馬場	—	—	—	—

あるものの本数密度が小さい。両者は土壤動物相が大きく異なっていたため、2地点として扱った。

F地点(造成林)は、京都市の中心部に位置する京都御所の敷地内に、環境庁が昭和61(1986)年から造成したレクリエーションのための落葉樹群落である。コナラ、クロマツ(*Pinus thunbergii*)が樹冠をなし、その他イロハモミジ(*Acer palmatum*)、ヤマザクラ(*Prunus jamasakura*)、クヌギ(*Quercus acutissima*)など様々な落葉樹が植栽され、2haほどの鬱蒼とした森を形成している。

G地点(社寺内林)は下鴨神社内の社寺林である。優占するケヤキ(*Zelkova serrata*)に加えて、スダジイの老木、イロハモミジ、アキニレ(*Ulmus parvifolia*)などが樹冠をなし、低木層にはアラカシ、アオキ等が点在している。参拝客の往来の激しい広い参道脇に細長く広がっている森だが、縄で区切られているため人の立ち入りは少ない。

③森林以外の緑地

H地点(果樹園)は京都大学北部農場のカキ園で、実験と遺伝資源保存を目的に管理されている。約0.5haの敷地に平核無、富有などの経済品種のカキ(*Diospyros kaki*)が栽培されており、病虫害駆除のため、年に数回の農薬散布と冬期に一度のマシン油散布が行われている。

I地点(畑地)は京都大学北部構内の試験農場内の一区画であり、120m²の耕地にスイカ・マクワウリ・カボチャが栽培されていたが、調査時は収穫後であった。栽培期間中に、化成配合肥料の施肥、害虫駆除のためのスミチオン散布が行われた。周囲に木本は一切なく、餌資源としては栽培種の収穫の残骸があったが、少量であった。

J地点(草原)を含む深泥池は天然記念物として保存されており、植物学的に特異な地域である。調査地点としては池の周囲のヨシ草原を選んだ。土壌は泥質で、ややぬかるんでいる。ヨシ(*Phragmites communis*)の他には少量のセリ(*Oenanthe javanica*)、イヌタデ(*Persicaria longisetata*)が混生していた程度で、落葉層はほぼ皆無であった。

④都市部の植栽地

K地点(駐車場植え込み)は京都大学北部構内の駐車場脇にある面積5m²ほどの植え込みである。上木にはソメイヨシノ(*Prunus × yedoensis*)、アキニレが、下木にはキリシマツツジ(*Rhododendron obtusum* var. *obtusum*)が植栽されている。構内の奥まった場所に位置するため、人や車の往来は少ない。

L地点(駐車場植え込み)は川端通り沿いのテニスクラブの駐車場内に孤立した植え込みであり、面積は30m²

ほどと比較的広い。上木にはエノキ(*Celtis sinensis*)の大木、オオカナメモチ(*Photinia serratifolia*)、ウバメガシ(*Quercus phillyraeoides*)が生育しているが、低木層を欠き、林床は乾燥している。

M地点(道路植え込み)は川端通りの車道と歩道を分離する樹高1mほどのウバメガシの生け垣である。地面近くまで密に枝葉が張り出しているため、土壌表層は常に被陰されている。2m側方には歩道と鴨川を隔てる植え込みがあり、そこに植栽されたアラカシの落葉も本地点に多く混入していた。

N地点(駐車場植え込み)は京大病院の駐車場の植え込みであるが、2m²ほどの枠内に一本のアキニレが植栽され、下層には草丈50cmほどのオカメザサ(*Shibataea kumasaca*)が密生している。枠は高さ20cmのコンクリート製で、枠の周囲は全てコンクリートで舗装された駐車スペースである。

O地点(道路植え込み)は、白川通りの中央分離帯の一区画5m²ほどの植え込みである。高さ20cmのコンクリートの枠に囲われており、上層にケヤキ、下層にトベラ(*Pittosporum tobira*)が植栽されている。紅葉期の落葉清掃作業、雑草刈り等が定期的に行われている。

⑤その他

P地点(落ち葉溜め)は京都大学農学部グラウンド脇の10m²ほどの区画で、清掃活動などの際に落ち葉が持ち込まれる。調査時前後は常に落葉落枝がうず高く積まれている。

Q地点(藁の下)は京都大学北部構内の馬術部馬場の一画である。使用後の敷き藁を積み上げた藁の山の下から採取した。このため、リター量は測定不能であった。

調査方法

各調査地点において、4個の一边50cmクオドラードをランダムに設置し、Ao層を採取した。ただし、50cmクオドラードの設置が不可能なI~Q地点では25cmクオドラードを採用した。採取したAo層は研究室に持ち帰り、ハンドソーティング法によって陸生等脚類を取り出した。陸生等脚類の各個体は、実体顕微鏡で種を同定し、生体重を測定した後、95%アルコール水溶液で固定・保存した。また、採取したAo層は、落葉及び周囲の植生から判断してリター構成樹種数を求め、さらに生重量・乾重量(105℃で24時間乾燥)を測定した。

解析方法

陸生等脚類の群集組成の変動パターンを解析するた

表2. 陸生等脚類の出現種

Terrestrial isopods recorded in the study sites

Family	Species (synonym)	Japanese name
Ligiidae	<i>Ligidium japonicum</i> VERHOEFF	ニホンヒメフナムシ
Armadillidae	<i>Venezillo dorsalis</i> IWAMOTO (<i>Sphaerillo dorsalis</i> IWAMOTO)	セグロコシビロダンゴムシ
Trachelipidae	<i>Lucasioides nishimurai</i> NUNOMURA (<i>Nagurus nishimurai</i> NUNOMURA)	サトヤマワラジムシ
	<i>Mongoloniscus nipponicus</i> ARCANGELI (<i>Protracheoniscus nipponicus</i> ARCANGELI)	ヤマトサトワラジムシ
Porcellionidae	<i>Porcellionides pruinosus</i> BRANDT	ホソワラジムシ
	<i>Porcellio laevis</i> LATREILLE	クマワラジムシ
Armadillidiidae	<i>Armadillidium vulgare</i> LATREILLE	オカダンゴムシ

種名は布村 (1999) による

め、Detrended correspondence analysis (DCA 法: Hill & Gauch, 1980) を用いて 17 調査地点の序列づけをおこなった。17 調査地点での陸生等脚類各種の個体数 (n) を $\log_2(n+1)$ に変換し、小数点以下を切り捨て優占度として解析した。

さらに、同様の優占度マトリクスを用いてクラスター分析をおこない、調査地点のグループ分けを試みた。調査地点間の距離にはユークリッド距離 (Euclidean distance) を、分類には群平均方式 (group average strategy) を採用した。

なお、これらの計算には、市販のソフトウェアパッケージ PC-ORD ver. 3.1.4 (MjM Software Design, USA) を使用した。

結果と考察

陸生等脚類の出現種

17 地点で出現した陸生等脚類を表2に示した。以下、種名を省き属名のみを用いて各種を表わすこととする。

出現した5科7属7種のうち、*Porcellionides*、*Porcellio*、*Armadillidium*の3種は外来種であり、日本以外でも広く分布が確認されている。

Watanabe (1991) の滋賀県志賀町における陸生等脚類の調査では、本調査で出現した7種の内*Porcellio*を除く6種が出現しており、同研究では、*Ligidium*、*Venezillo*

は森林性が強く、*Mongoloniscus*、*Porcellionides*、*Armadillidium* は都市適応性が強いとしている。

陸生等脚類の群集組成による調査地点の序列付け

DCA 法による解析結果から、17 調査地点を 1 軸 (固有値 0.809) と 2 軸 (固有値 0.316) 上に展開した (図1)。さらに、クラスター分析による調査地点のグルーピングの結果 (図2) から、ユークリッド距離 160 で分離される3つのクラスターを実線で、110で分離される5つのクラスターを破線で、図1上に囲った。

DCA 法とクラスター分析によって図1上に図示された各調査地点を土地利用形態と対応させると、DCA 1 軸上を右から左へ、さらに DCA1 軸左側では DCA2 軸上を上から下へむかって、①連続した森林→②孤立した森林→③森林以外の緑地→④都市部の植栽地といった大まかな移行がみられる。K 地点は④都市部の植栽地にも関

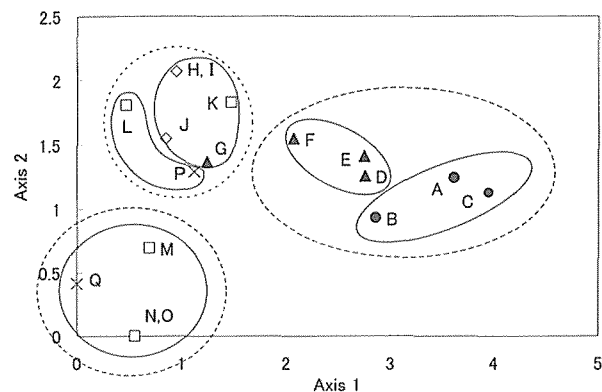


図1. 17 調査地点の DCA1 軸・2 軸での展開

Ordination of 17 plots on axis 1 and 2 derived by DCA

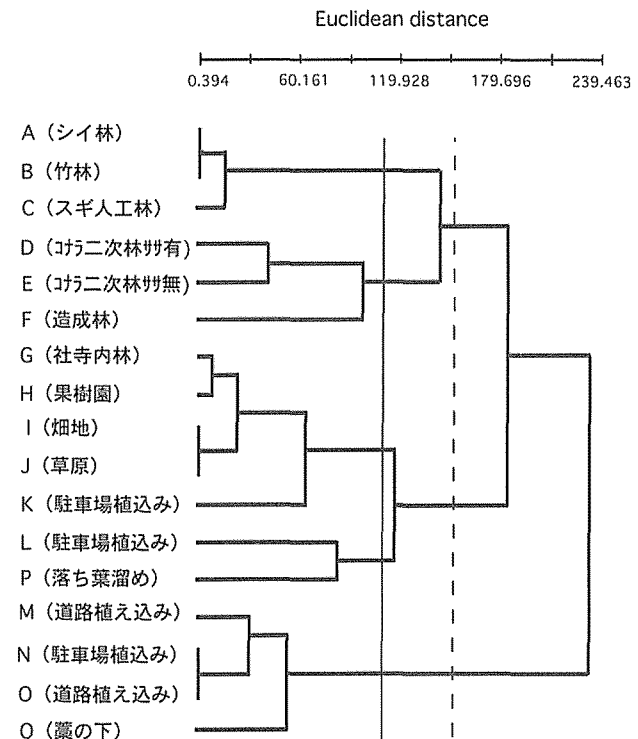


図2. 陸生等脚類の群集組成に基づくクラスター分析

Cluster analysis based on community structure of terrestrial isopods.

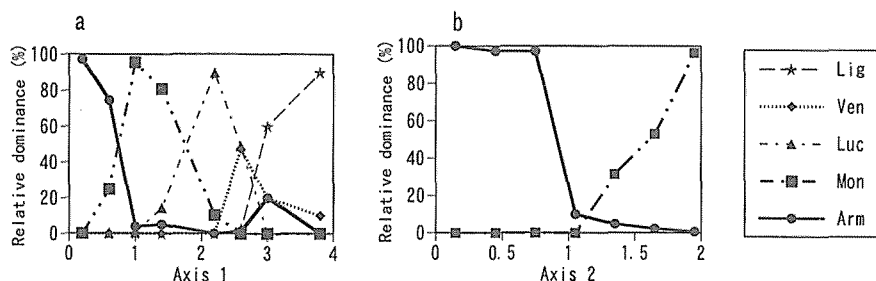


図3. DCA1軸・2軸と陸生等脚類の出現頻度

Relative dominance of each species of terrestrial isopods on axis 1 (a) and 2 (b) derived by DCA

わず1軸右寄りに配置されているが、今回調査した数箇所の植栽地の中でも、リター量が多く樹種も豊富であったことから、L地点は森林に類似した生息環境を有していたと考えられる。

群集傾度上での出現種変動パターン

DCA法で抽出された変動軸と陸生等脚類各種の出現パターンを比較するため、各変動軸上での各種の出現頻度に注目した。なお、DCA1軸でプロットスコア40毎に、DCA2軸では30毎に調査地点をグループ分けし、それぞれのグループ毎に出現個体数(n)をもとにした相対優占度の平均値を求め、プロットスコア中央値に対してプロットした。

まず、1調査地点のみに出現した *Porcellionides*、*Porcellio*を除く5種の陸生等脚類の出現頻度を、DCA1軸上に表わした(図3a)。5種のうち、*Armadillidium*以外の在来4種は、DCA1軸に沿ってほぼ正規分布をしており、各種の分布は重なりながらも少しずつモードをずらし、*Mongoloniscus*→*Lucasiodides*→*Venezillo*→*Ligidium*と移り替っていた。これに対して、外来種の *Armadillidium*は分布範囲が広く、大きなピークはDCA1軸左側に見られるものの、DCA1軸右寄りでも少なからず出現しているのがわかる。以上のことから、DCA1軸は在来種4種の群集傾度を主に反映しているといえる。

一方、DCA2軸上では、都市部によく出現する *Mongoloniscus*、*Armadillidium*の2種の入れ替わりが見られた(図3b)。DCA2軸の両端では *Mongoloniscus*、*Armadillidium*のいずれかが一種で優占し、他種との共存は見られない。すなわち、DCA2軸は都市部における在来種と外来種2種の優占度を反映しているといえる。

以上より、各調査地点は、在来4種の出現パターンに加え、都市部によく見られる種のうち在来種の *Mongoloniscus*、外来種の *Armadillidium*の出現パターンにより序列化されたことがわかる。

陸生等脚類の環境指標性

陸生等脚類の群集組成に基き、DCA法とクラスター分析を用いて調査地点を評価し配置すると、その序列は土地利用形態上での森林から都市域への移行によく対応していることがわかった。特にDCA1軸は、原点側から一次的に都市域→森林の勾配に対応しているとみなせるので、*Mongoloniscus*→*Lucasiodides*→*Venezillo*→*Ligidium*といった種の交替は、都市性から森林性にいたる環境選好性の違いを示していると読みかえることができる。この4種の環境選好性の勾配は、WATANABE(1991)に見られるものと一致している。また同様の視点から、*Armadillidium*は主に都市的な環境に出現するものの、森林にも出現していると読みかえることができる。在来4種はそれぞれの種特性から環境傾度に応じたすみわけをしているのに対して、*Armadillidium*は他種に比べて水分保持力が高く食物選択の幅も広いなど高い生存能力を持つことから、その分布はむしろ侵入機会に依存していると考えられる。このような特性から、*Armadillidium*は生物群集の貧弱な人為的影響の強い場所だけでなく森林にさえも侵入することができ、広く世界中に分布を広げることができたのであろう。

以上のことから、陸生等脚類は森林から都市域に至る広い範囲での環境の勾配に対応してさまざまな群集組成をなすことがわかり、陸生等脚類は環境指標動物としても有効であることが示唆された。

群集傾度上での陸生等脚類群集の種多様性の比較

ここまで述べたように、17調査地点の序列化は、2つの群集傾度に沿った陸生等脚類の種の変動パターンによって説明することができた。次に、陸生等脚類群集の多様性と抽出された群集傾度との関係を見てみる(図4)。なお、ここでの種多様度には、次式で表わされる Shannon-Wiener 関数 H' を用いた。

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

ただし、 $p_i = n_i / N$

(n_i : 種 i の個体数, N : 総個体数)

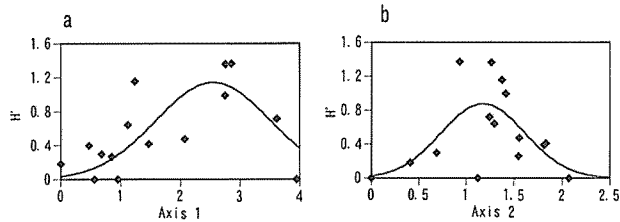


図4. DCA1軸・2軸と陸生等脚類の種多様度
Diversity of terrestrial isopods on axis 1 (a) and 2 (b) derived by DCA

DCA1軸上での陸生等脚類の H' 値は、プロットスコアの2.5付近にピークを、軸の両端で低い値を示しており(図4a)、 $R^2=0.590$ で正規分布曲線に回帰された。図3aからわかるように、DCA1軸右寄りには森林型の種が、左寄りには都市型の種が優占する傾向があるのに対して、プロットスコア2.5付近では、*Lucasioidea*のような移行帯に出現する種に加え、森林型・都市型双方の種も同時に出現していることから、陸生等脚類群集の種多様度が高くなっていると考えられる。

DCA2軸上での陸生等脚類の H' 値は、プロットスコアの1.2付近にピークを、軸の両端で低い値を示しており(図4b)、 $R^2=0.500$ で正規分布曲線に回帰された。これは、DCA2軸の両端に都市性の2種のみが優占している傾向(図3b)に対応している。

群集傾度と環境要因

以上述べてきたように、2つの群集傾度は、都市性から森林性へ移行する種の変動パターンと、都市域内部で

の在来種と外来種のすみわけによって、それぞれ説明された。陸生等脚類の群集組成の違いは外的な環境要因に大きく規定されているはずであるから、各群集傾度は陸生等脚類の何らかの生息環境の勾配に対応していると考えられる。陸生等脚類の食物である落葉落枝はAo層に存在すること、さらにAo層は陸生等脚類の生活空間であり、湿度を保ち外界からの刺激を和らげる役割を果たすことから、群集傾度を生じさせる要因としてAo層の量と質について検討する。

今回測定したAo層の乾重量、含水率、ならびにリター構成樹種数の3種のデータを用い、2つの群集傾度との比較を試みた。なお、P地点(落ち葉溜め)は極端にリター量の多い特殊な環境のため、Q地点(藁の下)はAo層の測定が不可能だったため、この解析からは除外した。DCA1軸とAo層の乾重量・含水率・リター構成樹種数との関係は、いずれも上に凸の曲線で表わされた(図5)。図中ではそれぞれ、 $R^2=0.325$, $R^2=0.328$, $R^2=0.593$ で正規分布曲線に回帰された。Ao層乾重量との正規分布曲線のピークはプロット外右側に現れているが、Ao層含水率・リター構成樹種数との正規分布曲線では、そのピークがプロットスコア2.5付近に現れている。すなわち、今回測定したAo層に関する3種のデータ全てを加味すると、DCA1軸上ではプロットスコア2.5付近でAo層が最も豊かであると判断できる。これは、図4aに見られるDCA1軸上での陸生等脚類群集の種多様度のピークと一致している。このことから、DCA1軸のプロットスコア2.5付近では、陸生等脚類の

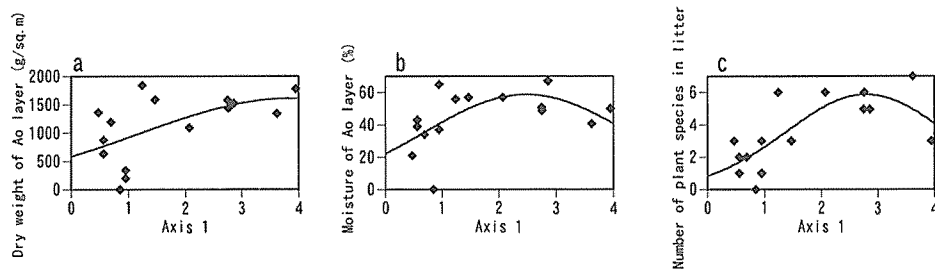


図5. DCA1軸とAo層乾重量・Ao層含水率・リター構成樹種数
Dry weight of Ao layer (a), moisture of Ao layer (b) and number of plant species in litter (c) on axis 1 derived by DCA

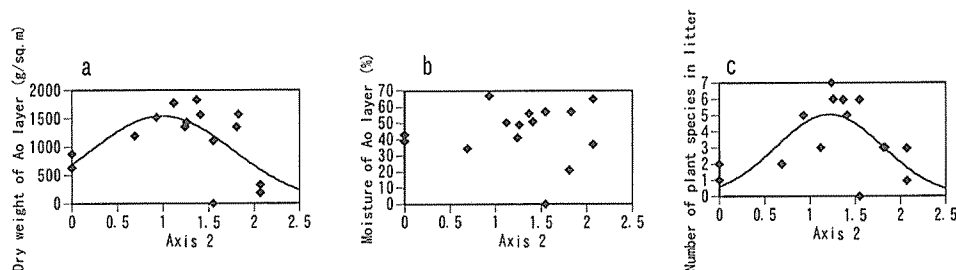


図6. DCA2軸とAo層乾重量・Ao層含水率・リター構成樹種数
Dry weight of Ao layer (a), moisture of Ao layer (b) and number of plant species in litter (c) on axis 2 derived by DCA

生息環境として重要なAo層が豊かであり、複数種の陸生等脚類の生息を可能にするような多様な環境を有していると考えられる。

次に、DCA2軸とAo層の乾重量・含水率・リター構成樹種数との関係を図6に示した。Ao層乾重量とリター構成樹種は、軸の両端で小さな値を示しており、プロットスコア1.2付近にピークが現れている。これは、図4bに見られるDCA2軸上での陸生等脚類群集の種多様度のピークと一致している。すなわち、DCA2軸の両端に現れる調査地点はAo層の量やリターの種類が少ない劣悪環境であり、森林性の陸生等脚類が生息できないことから種多様度が小さいと考えられる。しかし、今回測定したAo層の3種のデータからは、都市性の陸生等脚類2種がなぜ軸の両極に分離したかについては説明できない。筆者の観察から、DCA2軸の左寄りに現れる調査地点グループは、右寄りに現れる調査地点グループに比べ、定期的なAo層の除去といった攪乱が多かったり、A層が固くしまっているという違いがあると推測される。このことは、そこに生息する陸生等脚類が長期間にわたり乾燥や低温にさらされる可能性が高いことにつながると考えられる。すなわち、今回の一時点の測定からは表わされなかった長い時間軸での生息環境の不安定さが、乾燥に強い外来種の*Armadillidium*のみがDCA2軸左寄りに優占できた要因であると推測される。

以上述べたように、今回測定した環境要因中に2つの群集傾度に対応する要因は見当たらなかったが、群集の種多様度と環境要因との相関は認められた。今後、より厳密に陸生等脚類群集とその生息環境の関係を解

析するためには、環境の季節変動や年変動といった長い時間軸での環境の測定、さらには、捕食者・競合者など他の生物との相互作用など、幅広い要因についての調査が必要であると考えられる。

謝 辞

熱帯林環境学分野の神崎護助教授、金子隆之助手はじめ、熱帯林環境学分野の大学院生の皆様には、多くのご協力とご助言をいただきました。心から感謝いたします。

引用文献

- Edney, E. B. (1968) Transition from Water to Land in Isopods Crustaceans. *AM. Zoologist*. 8: 309-326.
- Hill M. O. & Gauch, H. G. (1980) Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58
- 布村昇 (1999) 日本産陸生等脚目甲殻類 (Isopoda) の分類学的位置の変更について. *Edaphologia*. 62: 81-91
- 鷲谷いづみ・森本信生 (1993) 日本の帰化生物. 191pp, 保育社, 東京.
- Warburg, M.R. (1993) *Evolutionary Biology of Land Isopods*. 159pp, Springer-Verlag, Budapest.
- WATANABE, H. (1991) Terrestrial isopods and their habitats -A case study in Shiga-cho, Shiga Prefecture, western Japan. Veeresh, G.K., D. Rajagopal & C. A. Viraktamath (eds.). *Advances in management and conservation of soil fauna*. Oxford & IBH Pub. (New Delhi), 865-870.
- 渡辺弘之 (1978) 土壌動物の世界. 170pp, 東海大学出版, 東京.