

鳥取平野残存林における大型土壌節足動物の 多様性とその保全

鶴 崎 展 巨*

Soil arthropod diversity on fragmented woodlands in the Tottori Plains, Honshu, Japan, and its conservation

Nobuo Tsurusaki*

キーワード：土壌動物，鳥取平野，残存林，種数面積関係，種多様性
Keywords: Soil arthropods, Tottori Plains, fragmented woodlands,
species-area relationship, species diversity

1. はじめに

ゴルフ場を含むリゾート関連施設や宅地の開発の増加にともなって，地方都市近郊の平野部丘陵や里山の自然環境とそこにすむ生物種の保全は，近年，重要な課題となってきている。これらの自然環境の保全には，まず，該当する地域の生物相の集団レベルから群集レベルにわたる十分な調査と，その結果に基づく種（および遺伝的）多様度を最大限に保てるような保護区の設計が不可欠である（Meffe and Carroll, 1997; Spellerberg and Sawyer, 1999）。しかしながら，このような調査研究は地方の低山地の森林についてはまだほとんどなされていない。

そこで今後のこの方面の調査計画の基礎を与える目的で，鳥取市内の平野部残存林とその周辺の低山地の森林の大型土壌節足動物を対象として，生物相の予備的調査と種数と林地面積の関係などについて検討をおこなった。

2. 調査地域の概要と調査方法

今回，調査をおこなった地点は15カ所で表1と図1にまとめてある。青島は湖山池に浮かぶ小島（人口橋により対岸と接続）であり，また，樗谷と久松山，浜坂神社をのぞく残りの地点も，鳥取

*鳥取大学教育地域科学部保全生物学研究室（〒680-8551 鳥取市湖山町南4-101）
Laboratory of Conservation Biology, Faculty of Education and Regional Sciences, Tottori University,
Tottori, 680-8551 Japan. E-mail: ntsuru @ fed. tottori-u.ac.jp
J. Fac. Educ. & Region. Sci., Tottori Univ.
(Regional Research), 1(1): 57-68 (1999)

表1 土壌リター資料採取地点リスト, いずれも鳥取市内で1991年採取.

No.	地点名	植生	面積 (ha)	標高 (m)	土壌採取日
1	青島 (湖山池)	アカマツ・ヒサカキ林	8.7	30	6 Dec.
2	賀露砂丘林	クロマツ林	41.3	10	26 Nov.
3	濃山 (のやま) (鳥取大学構内)	常緑広葉林	1.9	20	26 Nov.
4	初覧山 (うらやま)	常緑広葉林	2.8	30	30 Nov.
5	天神山	常緑広葉林	1.5	5	16 Dec.
6	山王山日吉神社 (布勢)	常緑広葉林	3.0	20	19 Nov.
7	足山 (たりやま)	常緑広葉林	2.6	20	30 Nov.
8	石破山 (いしばやま)	常緑広葉林	1.2	15	3 Dec.
9	吉山 (よしやま)	常緑広葉林	0.3	10	3 Dec.
10	里仁 (さとに) 旧果樹園	常緑広葉林	0.2	5	16 Dec.
11	徳尾 (とくのお) の森	常緑広葉林	1.0	20	19 Nov.
12	倉田八幡宮 (馬場)	常緑広葉林	0.4	12	22 Nov.
13	樗谷	アカマツ・モミ林	1225	30-40	22 Nov.
14	久松山	常緑広葉林	1225	40	20 Dec.
15	浜坂神社 (浜坂)	タケ林	52.5	30-40	20 Dec.

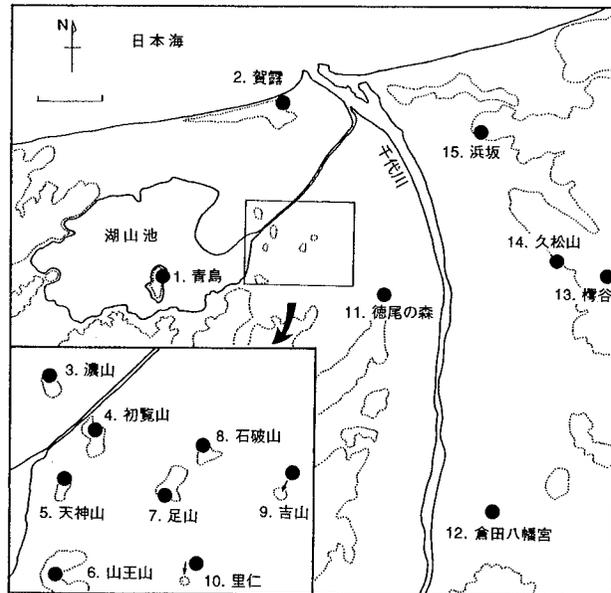


図1. 調査地点. 破線で囲った部分は鳥取平野周辺の低山地帯および平野部残存丘陵. スケールは1 km.

平野中に農耕地や宅地の間に島状に孤立して残存する樹林地である。多くの地点が常緑広葉樹を主体とする林床の比較的暗い植生をともなっている。これらの地点の樹林の変遷については明らかではないが、多くの地点は小高い丘陵であり、縄文海進の時代（6,500-5,000年前）にも海没せず海湾内に孤立した島であったと考えられる。したがって、これらの地点に現在生息している土壌動物

はヤスデやザトウムシなど飛翔による分散能力を有しない動物については、縄文時代以後の周囲の低地の陸化によって南方の低山地帯から侵入・定着したのか、縄文海進以前の第四紀ウルム氷期からの遺存集団であるかのいずれかであると考えられる。湖山周辺の低地がもし陸化のち湿地から森林を経ないで直接農耕地に変化したのならば、後者であろう。

土壌動物は1991年11月から12月にかけて採取した林地の落葉リターを採取当日にツルグレン装置(4mmメッシュふるい。40W白熱球で2日間照射)にかけて80%エタノール液中に抽出した。落葉リターは現地にて1cmメッシュのふるい(直径25cm)を用いて白いバット(25cm×33cm)に予め選別したものを48cm×67cmのビニール袋に1/2量程度集めたものをツルグレン装置抽出の資料とした。また、地表に倒木や大きな石がある場所ではそれらをひっくり返してハンドソーティングによる直接採集もおこなった。

3. 結果および考察

3-1. 種の構成

抽出された土壌動物中、クモ、ザトウムシ、カニムシ(以上クモ形綱)とヤスデ綱について種まで同定し、解析に用いた(表2, 3)。

(1) クモ目(表2): クモについては幼体で種の同定が不能なものは解析からのぞいた(ただし、幼体しか得られていなくても類似した種がないために同定が確実と考えられる種—イタチグモなど—は加えた)。このため、表2は成体越冬の種が多いヤチグモ類、ナミハグモ類、サラグモ科などが主体となっている。確認されたのは合計37種である。このうち、ヤチグモ(*Coelotes*)属とナミハグモ(*Cybaeus*)属については中国地方でも形質の地理的分化、あるいは地理的種分化が顕著なグループであるが、今回の調査範囲では集団間にとくに目立った差異は検出されなかった。

(2) ザトウムシ類(表3): この調査で出現したのは表3中、ニホンアカザトウムシ *Pseudobiantes japonicus* からフタコブザトウムシ *Parambogrella pumilio* までの4種(いずれも小型・短脚の土壌リター性種)のみであるが、表3には既知の分布データも加えて表示し、これを解析に加えた(合計8種)。フタコブザトウムシはこれまで、福井県以東の東日本にしか生息の知られていなかった種で、この調査での賀露砂丘林での記録が本種の分布西南限になる(なお、鳥取大学構内濃山からもすでに本種と思われる幼体が見られていたが、成体が発見されていなかったため同定を保留していた、この調査で、比較的近い賀露砂丘林から成体が確認されたので、濃山の幼体も本種として扱っておく)(cf. 鶴崎, 1993)。長脚・大型の種の生息が知られるのは樗谷のみであるが、これらは樗谷と連続した森林で連なる久松山にもおそらく生息するものと思われる(久松山は未調査)。これらの長脚・大型種のうちアカサビザトウムシ *Gagrellula ferruginea* とヒコナミザトウムシ *Nelima nigricoxa* に関しては千代川の東側と西側とでは、歩脚基部の色斑に顕著な地理的分化が生じている(鶴崎, 1993)。

(3) カニムシ目(表3): 合計6種が出現したが、地点あたりでは最大3種までしか生息が確認されなかった。

(4) ヤスデ綱(表3): 合計11種が出現した。ツムギヤスデ目のホラケヤスデ属は今回15地点中7地点から採集されたが、千代川を挟んで種の交替がみられた。すなわち、湖山池青島から石破山までの千代川より西側の集団では片側の眼域あたりの単眼数が4-5個となるコヤマホラケヤスデ *Speophilosoma koyama*, 千代川より東側の樗谷と久松山ではこれが10個内外となるトットリホラケ

表2. 真正クモ類分布表.

+: 生息.

種名	Species	青島	賀露	濃山	初山	天山	山王	足山	石破	吉山	里山	徳仁	倉尾	樽田	久谷	浜山	松坂
マシラグモ sp.	<i>Leptoneta</i> sp.	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+
ユウレイグモ	<i>Pholcus crypticolens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
ツリガネヒメグモ	<i>Achaeareana angulithorax</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヨツコブヒメグモ	<i>Chrosiothes sudabides</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヨロイヒメグモ	<i>Comaroma maculosa</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
カニミジグモ	<i>Dipoena mustelina</i>	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
カレハヒメグモ	<i>Enoplognatha transversifoveata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
スネグロオチバヒメグモ	<i>Stemmops nipponicus</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
コホラヒメグモ	<i>Nesticus brevipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
ザラアカムネグモ	<i>Asperthorax communis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
マルサラグモ	<i>Centromerus sylvaticus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
コデーニッツサラグモ	<i>Doenitzius pruvus</i>	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ノコバヤセサラグモ	<i>Leptyphantes serratus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
ケシグモ sp. A	<i>Meioneta</i> sp. A	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
ホソテゴマグモ	<i>Micrargus acutegelatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
イマダテテングスカグモ	<i>Oia imadatei</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
アリマネグモ	<i>Solenysa mellottei</i>	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+
コテングスカグモ	<i>Walckenaeria vulgaris</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
コサラグモ亜科 sp. A	MICROPHANTINAE sp. A	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
コサラグモ亜科 sp. B	MICROPHANTINAE sp. B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
コサラグモ亜科 sp. C	MICROPHANTINAE sp. C	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
コクサグモ	<i>Agelela opulenta</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
コタナグモ	<i>Cicurina japonica</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤマヤチグモ	<i>Coelotes corasides</i>	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
ヒメシモフリヤチグモ	<i>Coelotes interunus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
カミガタヤチグモ(中国型)	<i>Coelotes yaginumai</i>	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-
ナミハグモ sp.(大山型)	<i>Cybaeus</i> sp. A (Daisen form)	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
イナバナミハグモ	<i>Cybaeus tottoricensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
ヤマハダケグモ	<i>Neontistea quepartens</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クロサワフクログモ	<i>Clubiona kurosawai</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イタチグモ	<i>Itatsina praticola</i>	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
オトヒメグモ	<i>Orthobula crucifera</i>	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+
シボグモ	<i>Anahita fauna</i>	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
コアシダカグモ	<i>Heteropoda forcipata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
マツモトオチバカニグモ	<i>Oxyptila matsumotoi</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
ニッポンオチバカニグモ	<i>Oxyptila nipponica</i>	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+
ハエトリグモ sp.	SALTICIDAE sp.	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+
Number of species		7	8	5	13	11	5	4	13	5	4	8	4	14	10	18	

ヤスデ *Speophilosoma tottoricense* だった (Shear et al., 1994)。この分布域の交替が地理的分化によるものか、種間の相互作用に基づくによるものかは今のところわからない。

3-2. 種数と林地の面積の関係

地点間の種数と林地の面積の関係を回帰直線, $S = CA^Z$ (S , A はそれぞれ種数と生息地の面積, C は定数, Z は対数変換データに対する回帰直線の傾きをあらわす) とともに図2に示した。ザトウムシをのぞき、今回の資料のみに基づいたもので、各地点の実際の調査面積に大きな差はないにもかかわらず、クモおよび全動物群の合計については面積との間に正の相関が認められた。しかし

表 3. ザトウムシ類・カニムシ類・ヤスデ類の分布.

+: 生息. 太字の+は既知のデータによる.

種名	Species	青島	賀露	濃山	初山	天山	山王	足山	石破	吉里	徳仁	倉尾	樗田	久松	浜坂
■ザトウムシ類 OPILIONES															
ニホンアカザトウムシ	<i>Pseudobiantes japonicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
コアカザトウムシ	<i>Proscotolemon sauteri</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
ケアシザトウムシ	<i>Crosbycus dasyneumus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
フタコブザトウムシ	<i>Paraumbogrella pumilio</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ゴホンヤリザトウムシ	<i>Systemocentrus japonicus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
アカサビザトウムシ	<i>Gagrellula ferruginea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
モエギザトウムシ	<i>Leiobunum japonicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
オオヒラタザトウムシ	<i>Leiobunum japonense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Number of species		0	1	3	1	0	0	0	0	0	1	1	6	1	1
■カニムシ類 PSEUDOSCORPIONES															
オウギソチカニムシ	<i>Allochthonius opticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
ツチカニムシ sp. A	<i>Chthoniidae sp. A</i>	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-
ツチカニムシ sp. B	<i>Chthoniidae sp. B</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
ムネトグツチカニムシ	<i>Tyrannochthonius japonicus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
オウコケカニムシ	<i>Parobisium magnum</i>	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
アカツノカニムシ	<i>Pararoncus japonicus</i>	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+
Number of species		2	1	0	1	1	2	3	2	1	2	1	3	3	2
■ヤスデ類 DIPLOPODA															
ウスアカフサヤスデ	<i>Eudigraphis takakuwai</i>	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+
フジヤスデ sp.	<i>Anaulaciulus sp.</i>	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
リュウガヤスデ sp.	<i>Skleroprotopus sp.</i>	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
フトケヤスデ sp. A	<i>Diplomaragna sp. A</i>	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-
フトケヤスデ sp. B	<i>Diplomaragna sp. B</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
コヤマホラケヤスデ	<i>Speophilosoma koyama</i>	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
トトリホラケヤスデ	<i>Speophilosoma tottoriense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
ハガヤスデ	<i>Ampelodesmus granulatus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
キリシマヤケヤスデ	<i>Oxidus nordenskioldi</i>	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-
クチバシオビヤスデ	<i>Epanerchodus rostralis</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
オビヤスデ sp. A	<i>Epanerchodus sp. A</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-
オビヤスデ sp. B	<i>Epanerchodus sp. B</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Number of species		3	1	5	6	7	4	2	5	4	2	3	3	7	5

両者の Z 係数はそれぞれ 0.11, 0.09 で, ともに哺乳類や鳥類で一般に知られる 0.15~0.40 (Wilcox, 1980; 伊藤, 1982; Brown and Gibson, 1983; Williamson, 1988) よりもかなり小さい。これは, 調査回数を増やして各地点の生息種数の正確な見積もりが得られればもっと大きくなる可能性が大きい。しかし, この値は移動・分敵が高い生物群 (たとえば鳥類) では, 地点間の移住, その他の理由でやはり低くなることが知られており (Brown and Gibson, 1983), バルーニングによる分敵をおこなう種の多いクモでもこれがあまり大きい値にはならないことが期待される。一方, ザトウムシ, カニムシ, ヤスデについては明瞭な相関は認められなかった ($P > 0.05$)。もともとの種数の少ない動物群であるカニムシやヤスデでは, 久松山や樗谷など, 他の調査地点よりはるかに広い

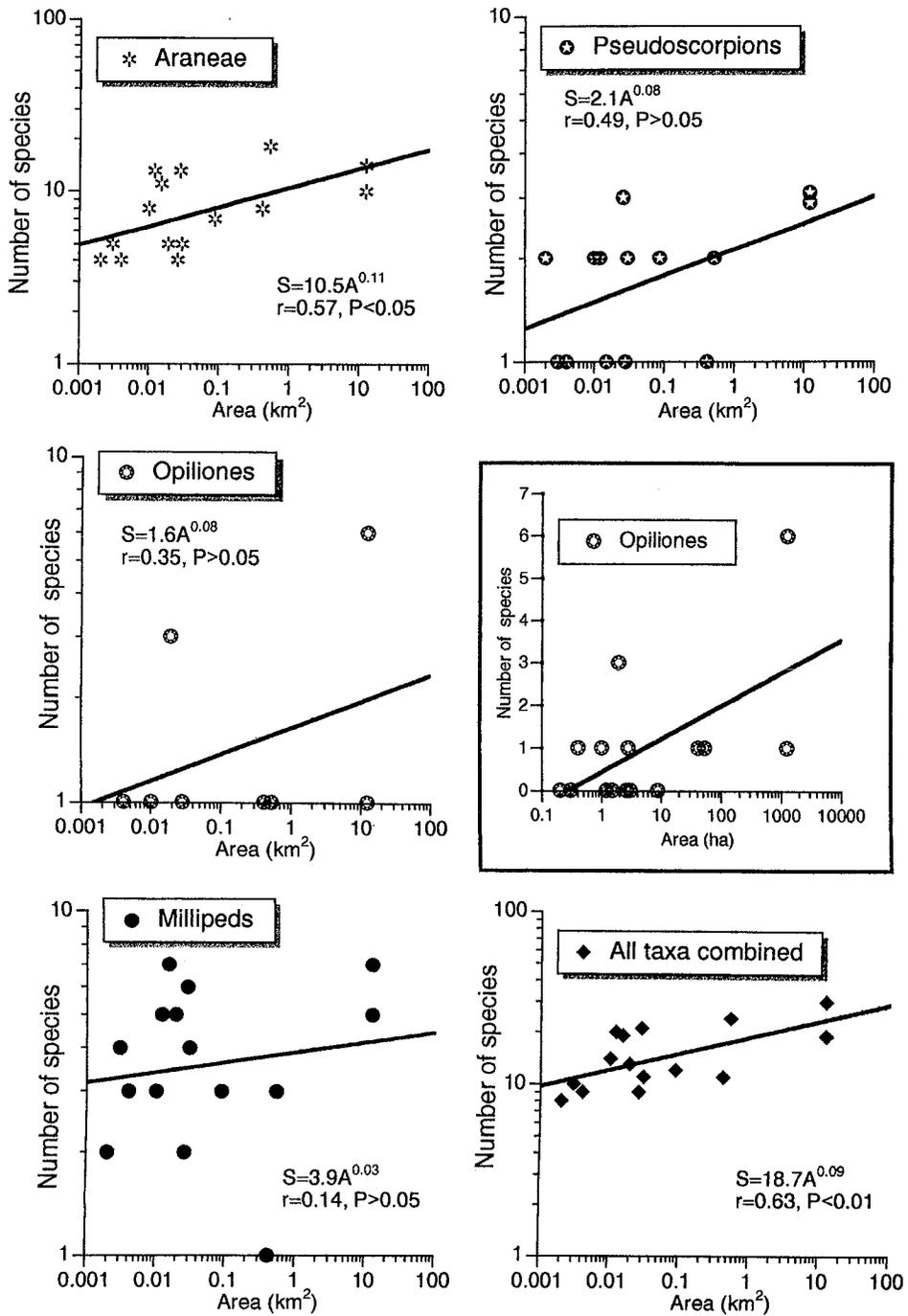


図2. クモ (Araneae), カニムシ (Pseudoscorpiones), ザトウムシ (Opiliones), ヤスデ (Millipeds), およびそれらすべての合計 (All taxa combined) における種数と林地面積の関係。両軸とも対数目盛りであることに注意。ただしザトウムシには0種の地点がかなり多く含まれていたため種数の軸を対数変換していないグラフを加えた (四角枠で囲った図)。

林地を後背にひかえる地点でも、今後の調査で種数が倍増するような可能性は乏しい。したがって、これら2群はかなり小さな残存林でも、意外に多くの種数が保たれていることが示唆される。これは、これら2群の動物がかなり小型（カニムシは体長5mm以下、ヤスデもフサヤスデやホラケヤスデなどは同様のサイズ）であるか、体が細長いために、土壌リターや岩石の隙間などに深く侵入することが可能で、森林の乾燥などによる集団の絶滅を回避できることに帰せられるように思われる。これに対してザトウムシも、土壌性の短脚・小型種については同様の傾向が伺われた。しかし、長脚・大型の種は樺谷では4種を認めることができ、また今回、調査しなかった鳥取平野周辺の低山地帯にも、ほぼ同数の種の生息が確認されているが、平野内に孤立した残存林内には生息が認められない。これらの大型種の生息には適度の湿度が常時保たれる、ある程度の規模の森林が必要なものと推察される。

3-3. 地点間の群集の類似度

Sørensenの類似係数 (coefficient of commmity, C), $C=2S_{XY}/(S_X+S_Y)$ (S_X と S_Y はそれぞれX, Y両地域それぞれの生息種数, S_{XY} は両地域に共通して生息する種の数) (Pielou, 1979, p.228; 木元, 1976, p.133) を用いて、調査地点間のすべての動物群を合計した群集の類似度を算出した。表4にはこれを $1-C$ の非類似度に変換したものを示した。次にこの非類似度 ($1-C$) を用いてクラスター分析をおこない最近隣連結法による樹状図を作成した (図3上)。地点間の距離についても比較のため同様の表示をおこなった (図3下)。また、表5には群集の類似度の別の尺度のひとつであるJaccard係数をまとめた。Jaccard係数は $c/(a+b-c)$ で与えられる (a, b はA, B両地域の生息種数, c は両地域に共通して生息する種数) (木元, 1976, p.131; 木元・武田, 1989, p.138)。

Sørensenの類似度 (C) は最小0 (賀露一足山間) から最大0.64 (石破山一浜坂神社間) までの値をとった。近接する残存林間でも互いの類似度は概してかなり低かった。クラスター分析の結果が

表4. 地点間の群集の非類似度 ($1-C$) (左下側) と地点間の直線距離 (km) (右上側).

	青島	賀露	濃山	初覧山	天神山	山玉山	足山	石破山	吉山	里仁	徳尾	倉田	樺谷	久松山	浜坂
青島	0.00	4.00	2.25	2.40	2.00	1.90	2.70	3.00	3.45	2.75	4.25	7.50	8.25	7.45	6.67
賀露	0.17	0.00	1.85	2.35	2.70	3.33	2.93	2.65	3.13	3.38	4.20	8.50	7.25	5.88	4.00
濃山	0.24	0.25	0.00	0.45	0.70	1.30	1.10	1.20	1.75	1.65	2.95	7.25	6.88	5.75	4.45
初覧山	0.30	0.13	0.24	0.00	0.38	1.00	0.65	0.78	1.33	1.15	2.50	6.75	6.50	5.38	4.25
天神山	0.52	0.20	0.25	0.45	0.00	0.58	0.68	1.00	1.50	1.03	2.58	6.55	6.63	5.58	4.63
山玉山	0.35	0.09	0.04	0.38	0.33	0.00	0.83	1.33	1.60	0.85	2.38	6.13	6.58	5.63	5.00
足山	0.19	0.00	0.27	0.33	0.29	0.40	0.00	0.45	0.73	0.58	1.83	6.08	6.00	4.80	4.08
石破山	0.56	0.19	0.24	0.63	0.56	0.39	0.34	0.00	0.60	0.90	1.83	6.15	5.75	4.65	3.70
吉山	0.45	0.10	0.17	0.45	0.34	0.38	0.21	0.47	0.00	0.90	1.25	5.50	5.25	4.18	3.45
里仁	0.50	0.32	0.29	0.27	0.30	0.20	0.12	0.36	0.33	0.00	1.55	5.55	5.75	4.80	4.26
徳尾	0.38	0.08	0.22	0.29	0.30	0.56	0.43	0.41	0.33	0.18	0.00	4.50	4.25	3.30	3.58
倉田	0.38	0.40	0.27	0.33	0.36	0.30	0.22	0.34	0.21	0.47	0.26	0.00	4.50	4.95	7.10
樺谷	0.19	0.20	0.28	0.31	0.33	0.44	0.41	0.40	0.15	0.21	0.41	0.31	0.00	1.50	4.13
久松山	0.39	0.27	0.31	0.40	0.32	0.60	0.29	0.46	0.34	0.22	0.42	0.36	0.49	0.00	2.75
浜坂	0.44	0.17	0.22	0.40	0.42	0.51	0.24	0.64	0.35	0.19	0.37	0.24	0.44	0.56	0.00

表 5. 地点間の群集の類似度 (Jaccard 係数)

	青島	賀露	濃山	初覧山	天神山	山王山	足山	石破山	吉山	里仁	徳尾	倉田	梶谷	久松山	浜坂
青島	1.00														
賀露	0.10	1.00													
濃山	0.16	0.17	1.00												
初覧山	0.29	0.07	0.16	1.00											
天神山	0.36	0.12	0.17	0.32	1.00										
山王山	0.24	0.05	0.06	0.27	0.23	1.00									
足山	0.13	0.06	0.14	0.25	0.14	0.36	1.00								
石破山	0.43	0.16	0.17	0.54	0.50	0.42	0.26	1.00							
吉山	0.31	0.05	0.12	0.33	0.23	0.29	0.15	0.35	1.00						
里仁	0.38	0.21	0.23	0.19	0.20	0.15	0.09	0.20	0.25	1.00					
徳尾	0.28	0.05	0.17	0.20	0.21	0.54	0.42	0.32	0.25	0.13	1.00				
倉田	0.27	0.29	0.21	0.24	0.25	0.23	0.18	0.25	0.14	0.44	0.20	1.00			
梶谷	0.22	0.10	0.24	0.29	0.34	0.43	0.42	0.30	0.11	0.17	0.39	0.27	1.00		
久松山	0.35	0.18	0.25	0.36	0.32	0.60	0.24	0.38	0.33	0.17	0.44	0.29	0.50	1.00	
浜坂	0.38	0.19	0.15	0.29	0.30	0.43	0.17	0.63	0.25	0.23	0.28	0.17	0.35	0.50	1.00

らは、賀露砂丘林と湖山池青島、それに鳥取大学構内の濃山の3地点がそれぞれ他地点との類似度が低く、独立的であるのに対し、残りの地点は距離の大小に無関係に1つのまとまったクラスターを形成した(図3上)。賀露砂丘林はほぼ純粋なクロマツ林で、他の地点とは地表のリター構成が大きく異なっていた。また、湖山池の青島のアカマツ林は現在ヒサカキなどの常緑低木がかなり成長しているが、かつては低木層の貧弱なアカマツ林であったことがうかがえる場所で、これらの森林環境の違いが賀露、青島の2地点の土壤動物群集が他に比べて特異的なものになっている理由として推測される。しかし、鳥取大学構内の濃山の調査地点はクマノミズキなどの落葉広葉樹を交えるタブノキなどの常緑広葉樹林で湖山地区の他の残存林と植生の点で大きく異なっているようにはみえない場所であり、今回抽出された土壤動物相が他の地点のそれらとかなり異なっていたことの原因はよくわからない。

3-4. 平野部残存林の種の保全

動物群集の保護区を設定するにあたって、種多様度を最大化するうえで、少数の大面積の保護区を設定するほうがよいのか、小面積でも多数の保護区を設けるのがよいのかについては論争がある(Diamond, 1975; Higgs and Usher, 1980; Gilpin and Diamond, 1980; Wilcove et al., 1986; Schoener, 1988; Meffe and Carroll, 1997)。

種数・面積曲線からは前述のとおりカニムシやヤスデなどではかなり小規模の樹林でも予想外に多くの種の生息が保たれることが示唆された。ザトウムシでも小型の種については同様のことがいえそうである。したがって、これらの土壤動物の種の多様度を最大限に保全するには小面積でもあちこちに多数の保護区(保存林地)を確保するほうがよいように思われる(図4)。これらの移動性の小さい動物群では隔離された集団どうしは遺伝的にも異なっている可能性が高いので遺伝的多様性を保つうえでも多数の生息地を保全することが重要である。しかしながら、樹林内の湿度などの微気候の攪乱に対して感受性の高い長脚・大型のザトウムシは今回調査した平野部の孤立した残存林(約50ha以下)では生息が認められなかった。したがって、ある程度の規模の森林の確保もまた

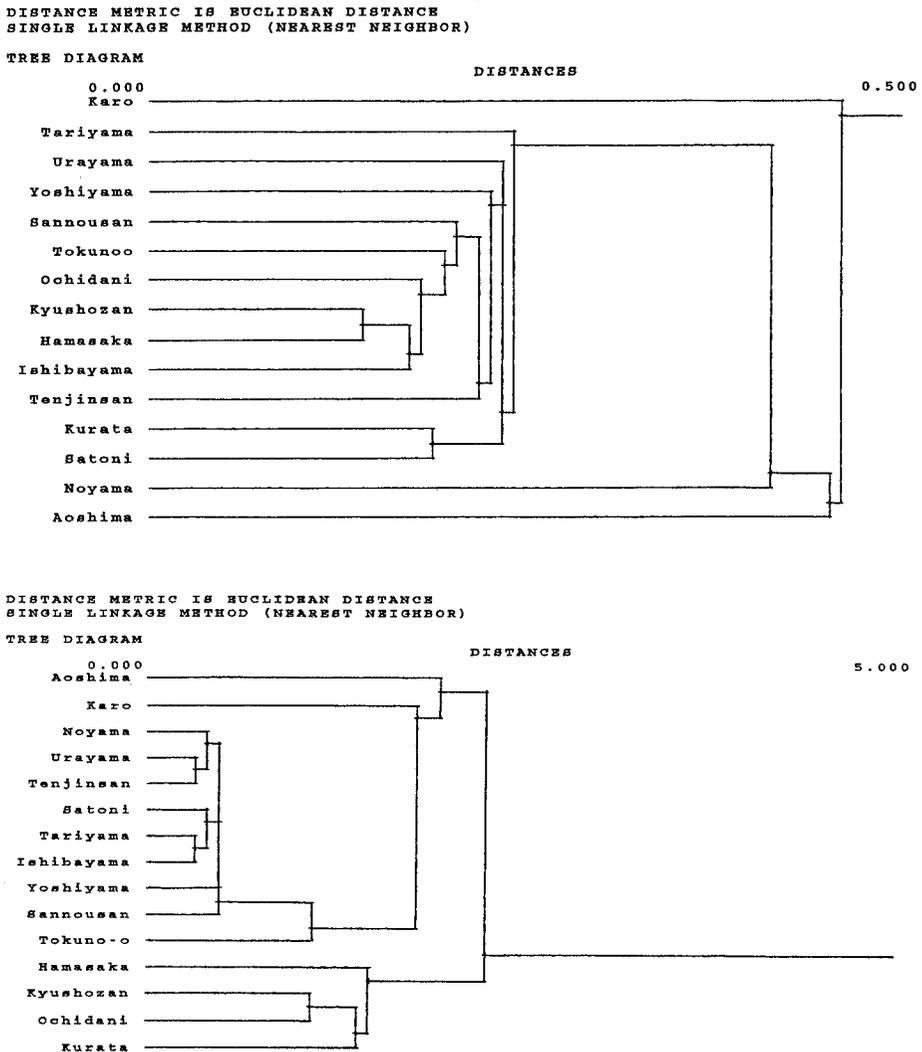


図3. 表4に示した地点間の土壌動物群集の非類似度によるクラスター分析に基づく樹形図(上)と地点間の地理的距離に関する同様の樹形図(下).

大事であろう。また、この場合にも種内の遺伝的多様性を最大に保全するためには地理変異をも考慮に入れる必要がある。一部の長脚のザトウムシでは千代川を挟む両地域間でかなり顕著な形態的差異が生じている(鶴崎, 1993)。また、この調査でホラケヤスデでは本河川を挟んで東西で、生息種の交替がみられることがわかった(同様の種の交替はオサムシなどでもみられる: 永幡, 1995)。したがって、これらの種については千代川を挟む両生息地は互いに一方の生息地保全上の代替地としては使えない。たとえば、久松山~樗谷の山域(鶴崎, 1999)を保護区として保全するから、鳥取市西南部の松上~安蔵地区の低山地帯を保護樹林を全く残さずに開発しつくしてよいということにはならない。

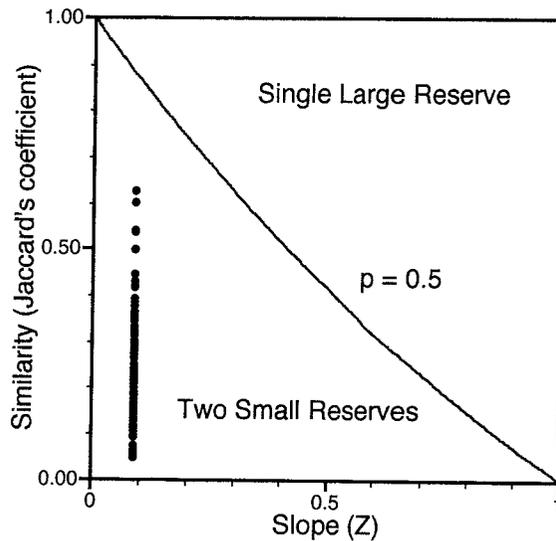


図4. 単一の大きな保護区と2つの小さな保護区のどちらが好ましいかについての、HiggsとUsher (1980) による判定法。横軸は種数-面積曲線の傾き (Z係数)、縦軸は群集間の類似度 (Jaccard係数)。図中に斜めに引かれた曲線は $Pv (= \text{Jaccard 係数}) = pz + (1-p)z^{-1}$ で与えられる。ただし p はAの面積の地域を pA と $(1-p)A$ に分割するときの比 ($0 < p < 1$)。2つの小保護区の面積が等しい場合 ($p = 0.5$)、種数を最大化するには、この曲線より上では単一の大保護区が、下では2つの小保護区を設けるのがよい。図中には今回調査した全動物群に関する地点間のJaccard係数 (表5) とZ係数 (0.09) をプロットした。このようにZ係数が低く、かつ地点間の類似度が低い場合には2つの小保護区を設定するやりかたが好ましい。なお、 p の値が大きければ曲線は下に膨らむが、その位置にはあまり大きな影響は与えない (Higgs and Usher, 1980)。

今回、検討したのは土壌性のいくつかの動物群だけであって、別の動物群では保護区的设计は異なったものになることが予想される。今後の低山地開発などの計画推進にあたっては、生活様式の異なる複数の動物群について、今回試行したのと同様の種数-面積関係などに基づく保護区の面積や配置の検討が事前になされ、適切な保護区の確保がなされることが望まれる。

また、地点間の群集の類似度に基づくクラスター分析は、地域の自然環境の多様度を最大化するうえで、どこを保護区として選べばよいかについて指針を与える点で、有用と考えられる。つまり、この目的にはなるべく多くの異なるクラスターから保護区を選ぶというやり方がまず考えられる。ただし、今回の調査地点の中では、賀露、青島、濃山の3地点を除いて、ひとつのまとまったクラスターを形成した12地点においてさえ、互いの類似度は決して高くはないことに留意する必要がある。

謝 辞

クモを同定していただいた井原庸氏 (広島県環境保健協会) にお礼申し上げる。本研究は平成3年度特定研究 (生活環境に関する基礎的研究, 研究代表者: 熊埜御堂洋) の一環として行なわれた調査に基づく。また、一部、文部省科学研究費補助金 (奨励研究A, Nos.02854100, 03740393) の補助を受けた。

文 献

- Brown, J. H. and A. C. Gibson (1983) *Biogeography*. 643pp. The C. V. Mosby Company, St. Louis.
- Diamond, J. M. (1975) The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biol. Conserv.*, 7: 129-146.
- Gilpin, M. E and J. M. Diamond (1980) Subdivision of nature reserves and the maintenance of species diversity. *Nature*, 285: 567-568.
- Higgs, A. J. and M. B. Usher (1980) Should nature reserves be large or small? *Nature*, 285: 568-569.
- 伊藤秀三 (1982) 生物種数—地域面積関係。—植生学の立場から—。生物科学, 34:1-6.
- 木元新作 (1976) 動物群集研究法 I —多様性と種類組成—。192pp. 共立出版 (東京)。
- 木元新作・武田博清 (1989) 群集生態学入門。198pp. 共立出版 (東京)。
- Meffe, G. K., Carroll, C. R. (1997) *Principles of Conservation Biology*. 2nd ed. 729pp. Sinauer Associates, Inc. Publ., Sunderland, Massachusetts.
- 永幡嘉之 (1995) 鳥取平野周辺のオサムシの分布資料。すかしば, Nos. 41/42, pp. 1-9.
- Pielou, E. C. (1979) *Biogeography*. 351pp. John Wiley & Sons.
- Schoener, A. (1988) Experimental island biogeography. pp. 483-512. In: Myers, A. A. and P. S. Giller (eds.), *Analytical Biogeography*. 578pp. Chapman and Hall, London.
- Shear, W. A., Tsurusaki, N. and T. Tanabe (1994) Japanese chordeumatid millipeds. I. On the genus *Speophilosoma* Takakuwa (Diplopoda, Chordeumatida, Speophilosomatidae). *Myriapodologica*, 3: 25-36.
- Spellerberg, I. F. and J. W. D. Sawyer (1999) *An Introduction to Applied Biogeography*. 243pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- 鶴崎展巨 (1993) ダイセンニセタテツメザトウムシ〜フタコブザトウムシ。pp. 206-223. In: 江原昭三・鶴崎展巨 (編) 鳥取県のすぐれた自然 動物編, 327pp. 鳥取県衛生環境部自然保護課 (鳥取市)。
- 鶴崎展巨 (1999) 久松山山系。pp. 78-79. In: 巢瀬 司・広渡俊哉・大原昌宏 (編) 昆虫類の多様性保護のための重要地域 第 1 集。106pp. 日本昆虫学会自然保護委員会。
- Wilcove, D. S., McLellan, C. H. and A. P. Dobson (1986) Habitat fragmentation in the temperate zone. pp. 237-256. In: Soulé, M. E. (ed.) *Conservation Biology*, 584pp. Sinauer Associates Inc. Publ., Sunderland, Massachusetts.
- Wilcox, B. A. (1980) Insular ecology and conservation. pp. 95-117. In: Soulé, M. E. and B. A. Wilcox (eds.), *Conservation Biology - An Evolutionary - Ecological Perspective*. 395pp. Sinauer Associates Inc. Publ., Sunderland, Massachusetts.
- Williamson, M. (1988) Relationship of species number to area, distance and other variables. pp. 91-115. In: Myers, A. A. and P. S. Giller (eds.), *Analytical Biogeography*. 578pp. Chapman and Hall, London.

(1999年 6 月 10 日受理)

Summary

Soil arthropod diversity was investigated on 15 fragmented woodlands in the Tottori Plains, Tottori Prefecture, Honshu, Japan. The species-area relationships were compared between different groups of arthropods (three orders of Arachnida - Araneae, Opiliones, Pseudoscorpiones, and Diplopoda). The z-values obtained for all the arthropods analyzed and spiders alone were 0.09 and 0.11, respectively. These values are rather smaller than those usually reported for mammals or birds (0.15-0.40). It was found that even a rather small woodland fragment can hold a considerable number of species for pseudoscorpiones and millipeds. To maintain the maximum species diversity of these animals, conservation reserves may be best designed as several small reserves than a single large one, especially when a geographic differentiation between populations or a checkerboard pattern of distribution between two closely related species due to interspecific competition is encountered.