

呉羽丘陵の登坂道における出現動物と環境要因

飯塚優実¹⁾・岸本玲子¹⁾・近藤聡実¹⁾・岩岡優真¹⁾・渡辺拓実¹⁾・山崎裕治¹⁾

¹⁾富山大学理学部 〒930-8555 富山県富山市五福3190

Occurrence Patterns of Animals Around the Road of Kureha Hills, Toyama City, Japan

Yumi Iitsuka¹⁾, Ryoko Kishimoto¹⁾, Satomi Kondo¹⁾, Yuma Iwaoka¹⁾, Takumi Watanabe¹⁾ and Yuji Yamazaki¹⁾

¹⁾Faculty of Science, University of Toyama, 3190 Gofuku, Toyama City, Toyama 930-8555, Japan

Abstract: The occurrence patterns of animals was investigated in order to conserve biodiversity in suburban area of Kureha hills, Toyama City, Japan. A total of 62 species were identified, of which 44 belonged to the class insecta. One endangered bird, the brown hawk-owl *Ninox scutulata* was inhabited on the hills. The occurrence patterns of many species may be affected by seasonal changes of environments. For some species, environmental factors affecting their occurrence were detected, e.g., crows should have a preference for lower altitude.

はじめに

現在、日本列島各地において、様々な生物種が、その生息地や個体数を減少させている（鷺谷，1999）。富山県もその例外ではなく、多くの生物が、希少種や絶滅危惧種に指定されている。例えば、富山県において絶滅のおそれのある野生生物をまとめたレッドデータブックによると、2002年度には651種が、それから10年後の2012年度には248種増加し、899種が、絶滅のおそれのある生物種として、それぞれ掲載されている（富山県生活環境文化部自然保護課，2002，2012）。このような生物種の減少は、県内各地で引き起こされており、市街地周辺も例外ではない。そして、これらの絶滅危惧種を保全するためには、絶滅危惧種に指定されている生物だけではなく、同じ生態系を利用する様々な生物について、それらの利用環境を明らかにする必要がある。

呉羽丘陵は、富山県の中央部を南北に連なり、富山県における生物相の東西の境界となっていると同時に、豊かな生物の多様性を保持してきた（貝沼ほか，2000；富山市ファミリーパーク，1998，2005）。その一方で、呉羽丘陵の周辺には市街地が広がっているため、呉羽丘陵に生息する生物に対

する市街地の影響が懸念される。しかし、丘陵地における生物調査はこれまでも行われてきたが、丘陵地と市街地の境界域における生物の生息状況に関する知見は乏しいのが現状である。

そこで本研究では、呉羽丘陵において、丘陵地と市街地の境界域に位置する登坂道において、生物の生息状況と利用環境を明らかにすることを目的として調査を行った。

調査方法

調査では、富山県富山市寺町にある呉羽丘陵の登坂道を調査地とした。調査を行った登坂道は、アスファルト舗装された1車線の道路であり、車の通行や人の往来が適度にみられる場所である。調査は、2019年5月から7月の間のうち4日間（5月21日、6月4日、6月18日、7月2日）、晴天あるいは曇天の午後に行われ、調査者5名が登坂道を歩き、動物およびその痕跡を対象とした目視観察を行った。対象生物を発見した際には、生物種名、個体数および発見場所を記録した。調査後、カシミール3D（杉本，2002）を用いて、地形図上に緯度経度ともに1秒単位で区切ったメッシュ図を作成し、生物の発見場所を記録した

(図1)。各メッシュ(東西約25m、南北約30m)について、中心部の標高、中心部と一番近い道路までの距離、土地利用、勾配、そして標高のばらつきを求めた。このうち土地利用については、地形図の情報から、道路、畑、針葉樹林、広葉樹林の順で点数付けを行った。勾配は、メッシュの両対角線の標高差を求め、その平均を対角線の距離で割った値とした。そして標高のばらつきは、メッシュの両対角線の標高差として求めた。以上に加

えて、調査を通して3回以上出現した種類(多出生物:付表1で*印をつけた24種類)の数をメッシュごとに算出した。そして、各メッシュの特徴を総合的に評価するために、上記で得られた値を変量とした主成分分析を、Rコマンダー(Rcmdr: Fox, 2019)を用いて実施した。また以下の一部の解析においては、すべてのメッシュを標高50mを境界に2つの標高区分に分けて扱った。

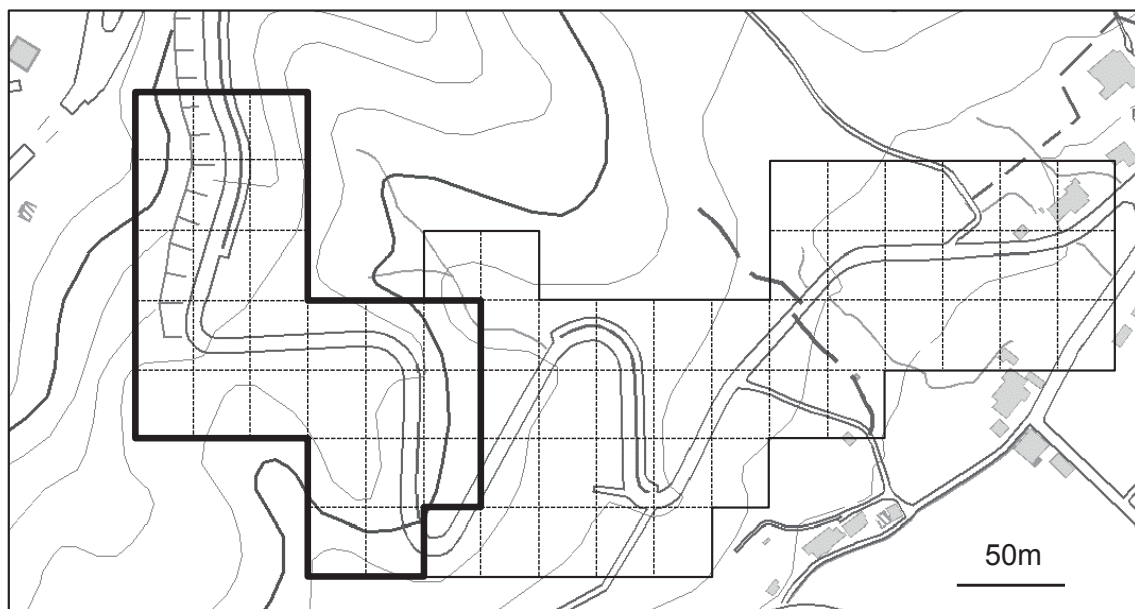


図1 調査地に設定したメッシュ区分。太枠内が標高50m以上の地点(背景の地図は国土地理院地図(電子国土web)を加工して作成)

各調査日および標高区分について、種多様度を森下の群集の多様度指数(β)式により求めた(伊藤ほか, 1992)。

$$\beta = N(N-1) / (\sum n_i(n_i-1))$$

ここで、 n_i は種*i*の個体数、 N は全個体数をそれぞれ示す。

調査日間および同一調査日における標高区分間の出現生物の類似性を、Piankaの類似度指数(a)を用いて算出した。

$$a = \sum (p_{Ai} \times p_{Bi}) / \sqrt{(\sum p_{Ai}^2 \times \sum p_{Bi}^2)}$$

$$p_{Ai} = n_{Ai} / N_A \quad p_{Bi} = n_{Bi} / N_B$$

ここで、 n_{Ai} と n_{Bi} および N_A と N_B は比較する2グループ(AとB)における種*i*の個体数および全個体数をそれぞれ示す。

また、6回以上出現した8種を対象に、森下の I_δ 指数を用いて、分布様式を推定した。

$$I_\delta = q \sum x_j(x_j-1) / (N(N-1))$$

$I_{\delta} > 1$ のとき分布様式は集中分布
 $I_{\delta} = 1$ のとき分布様式はランダム分布
 $I_{\delta} < 1$ のとき分布様式は一様分布

ここで、 q は出現メッシュ数、 x_j はj番目の出現メッシュ内の個体数、 N は調査地全体における全個体数をそれぞれ示す。

さらに、10回以上出現した6種について、その出現場所の特徴を明らかにするために、当該種の出現・非出現を目的変数としたステップワイズ・ロジスティック回帰分析をRコマンドを用いて実施した。説明変数として、上記の主成分分析と同じ情報を用いた。

結果

調査は、登坂道とその周辺に設定された合計68のメッシュにおいて行われた。これらのうち、26メッシュが標高50m以上に、42メッシュが標高50m未満に、それぞれ位置した。主成分分析により、各メッシュの特徴を評価した結果、標高50m以上のメッシュが右上に、標高50m以下のメッシュが左下に、それぞれ偏って配置される傾向が示されたことから、標高50m以上に位置するメッシュは、勾配が大きく、標高のばらつきが大きいことで特徴づけられた(図2)。一方の標高50m未満のメッシュは、道路までの距離、土地利用、そして多出生物の数において、標高50m以上のメッシュと異なる傾向が示された。

調査の結果、合計62種類の出現が確認された(表1および付表1)。このうち、節足動物門昆虫綱が44種類と最も多数を占めた。その中でも鞘翅目(14種類)、膜翅目(12種類)、そして鱗翅目

(8種類)が多く出現した。また、脊索動物門鳥綱においても11種類が確認された。同門哺乳綱の生物に由来すると考えられる糞が認められ、その形状から、イタチおよびキツネのものであると推察された。なお本研究においては、目視による正確な種判別が困難であったものも記録した。本調査において絶滅のおそれのある種類として、レッドデータブックとやま2012で絶滅危惧Ⅱ類に指定されているアオバズクが確認された。なお、本種およびその生息地保護のため、詳細な場所の提示は行わない。

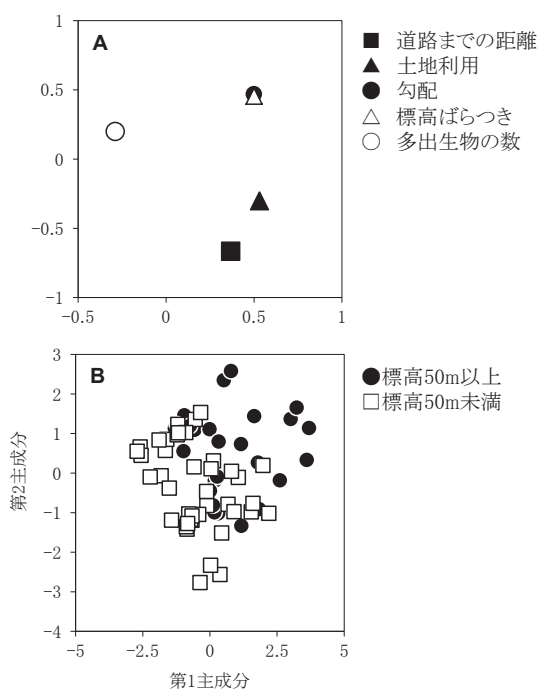


図2 調査メッシュの特徴を示した主成分分析
A: 環境要因の主成分負荷量
B: 各メッシュの主成分得点

表1 各調査日の出現種数、個体数および種多様度(標高50mを境に確認場所を区分)

	5月21日		6月4日		6月18日		7月2日	
	< 50m	50m ≤	< 50m	50m ≤	< 50m	50m ≤	< 50m	50m ≤
総出現種数	13	7	20	11	14	14	21	16
総出現個体数	37	14	56	43	72	39	70	33
種多様度	11.68	8.27	17.11	3.75	2.97	7.48	9.90	12.28
調査日毎の種多様度	16.78		14.27		6.04		15.87	

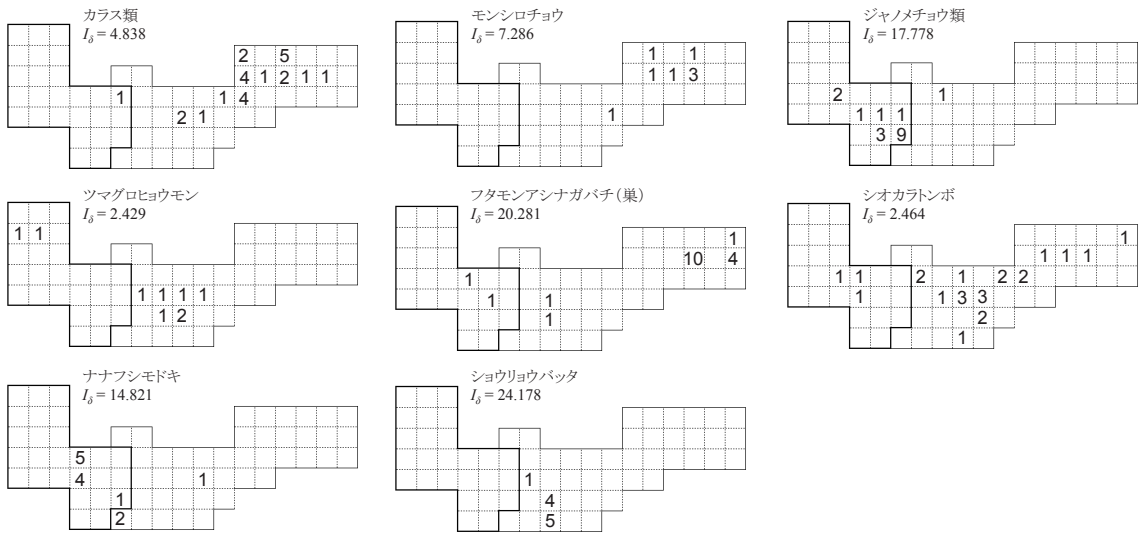


図3 主要な出現生物の I_s 指数と分布状況（メッシュ内の数値は出現個体数）

調査日ごとの出現種類数としては、5月21日の調査において最も少ない種類数が確認された。特に、標高50m以上において出現した種類数は7種類であり、個体数としても合計14個体と最も少なかった。一方、最も多くの種類数が確認された調査日は7月2日であり、標高50m未満に限っても21種類、合計70個体の出現が確認された。これに対して、種の多様度は、5月21日の調査日において最も高い値（16.78）が示された。また調査期間を通じた種多様度は、標高50m以上で9.97、標高50m未満で12.53、そして調査地全体で20.99の値が示された。

調査日間および同一調査日の標高区分間における出現生物の類似度指数を表2に示す。調査日間において、最も高い類似度が6月18日と7月2日との間（0.395）において、最も低い類似度は、5月21日と7月2日との間（0.111）において、それぞれ示された。また、同一調査日における標高区分間の類似度指数（0.020–0.199）は、調査日間の値（0.111–0.395）と比べて、低い傾向が示された。

多出生物の中でも6回以上出現した8種類の生物について、それらの分布様式を推定した結果、いずれの種においても I_s 指数が1以上の値を示したことから、それぞれ集中分布を呈していると判

断された（図3）。このうち、カラス類、ツマグロヒヨウモン、シオカラトンボ、そしてショウリョウバッタは、主に標高が50m未満のメッシュに出現し、ジャノメチョウ類およびナナフシモドキは、主に標高50m以上のメッシュにおいて出現が確認された。

また、10回以上の出現回数を示した6種類の生物を対象として、その出現に関するステップワイズ・ロジスティック回帰分析を行った結果、いずれの生物についても、出現を予測する有意なロジスティック回帰モデルが得られた（カラス類 $\chi^2 = 27.609$, $P < 0.00001$; ジャノメチョウ類 $\chi^2 = 18.758$, $P = 0.00031$; モンシロチョウ $\chi^2 = 18.090$, $P = 0.00012$; フタモンアシナガバチの巣 $\chi^2 = 12.078$, $P = 0.00238$; シオカラトンボ $\chi^2 = 20.544$, $P < 0.00001$; ナナフシモドキ $\chi^2 = 9.422$, $P = 0.00900$ ）。それらの種類においては、1つから3つ

表2 出現生物の類似度指数
（同一調査日間の値は標高区分間の類似度を示す）

	5月21日	6月4日	6月18日	7月2日
5月21日	0.068			
6月4日	0.349	0.020		
6月18日	0.149	0.283	0.023	
7月2日	0.111	0.325	0.395	0.199

の変量が、それぞれ採用され、いずれの種類においても、多出生物の数が正の係数値を示した（表3）。このうち、標高50m未満のメッシュにおいて多く出現したカラス類においては、標高およびそのばらつきが負の係数値を示した。また、標高50m以上のメッシュにおいて多く出現したジャノメチョウ類およびナナフシモドキについては、標高が正の係数値を示した。

表3 主要な生物の出現に関するロジスティック回帰モデル

種類名 採用変量	係数値 ± 標準誤差 (P 値)	オッズ比 (95%信頼区間)
カラス類		
定数	-0.819 ± 1.261 (0.516)	0.441 (0.037-5.220)
標高ばらつき	-0.324 ± 0.225 (0.149)	0.723 (0.466-1.123)
標高	-0.063 ± 0.038 (0.099)	0.939 (0.871-1.012)
多出生物数	0.832 ± 0.259 (0.001)	2.297 (1.382-3.817)
ジャノメチョウ類		
定数	-10.162 ± 3.415 (0.003)	0.000 (0.000-0.003)
標高	5.601 ± 1.983 (0.005)	270.60 (5.55-13192.18)
多出生物数	0.602 ± 0.310 (0.052)	1.826 (0.099-0.335)
勾配	-20.232 ± 12.749 (0.113)	0.000 (0.000-0.002)
モンシロチョウ		
定数	-0.978 ± 1.165 (0.401)	0.376 (0.038-3.689)
多出生物数	0.564 ± 0.232 (0.015)	1.757 (0.112-2.767)
勾配	-36.462 ± 16.127 (0.024)	0.000 (0.000-0.008)
フタモンアシナガバチ (巢)		
定数	-2.584 ± 1.034 (0.012)	0.075 (0.010-0.572)
標高ばらつき	-0.355 ± 0.228 (0.119)	0.701 (0.449-1.096)
多出生物数	0.556 ± 0.218 (0.011)	1.744 (1.138-2.673)
シオカラトンボ		
定数	-2.954 ± 0.638 (0.000)	0.052 (0.015-0.182)
多出生物数	0.730 ± 0.193 (0.000)	2.074 (1.422-3.027)
ナナフシモドキ		
定数	-8.475 ± 3.289 (0.010)	0.000 (0.000-0.132)
標高	0.068 ± 0.039 (0.078)	1.071 (0.099-1.155)
多出生物数	0.937 ± 0.410 (0.022)	2.552 (0.114-5.705)

考 察

調査日ごとの出現種数として、最も少ない種数が確認された調査日は5月21日であったのに対して、種多様度はこの日の値が最も高かった。出現種数と種多様度との不一致の原因として、出現した種の個体数が影響していると考えられる。本研究において用いた森下の群集の多様度指数は、特定の種において、多数個体が確認された場合、当該調査日の種多様度は低く見積もられる。例えば、本調査において、6月18日の種多様度が最も小さな値を示した。当該日において、総出現種数および総出現個体数は、いずれも他の調査日と明確な差異は認められなかった。しかし、この日に出現した合計111個体のうち40個体がシャクガ類であり、この特定種における個体数の偏りが、種多様度を小さくした原因と考えられる。

標高区分ごとの種多様度において、6月4日の調査日において、標高区分間において大きな値の差が示された。当該調査日において、標高50m未満における主要な多出生物であるシオカラトンボは、56個体中9個体であったのに対して、標高50m以上ではオトシブミ（ゆりかご）が44個体中20個体であった。これらの主要な生物種における個体数の差異が、種多様度の違いに反映されていると考えられる。また、5月21日と6月4日では標高50m未満において、6月18日と7月2日では標高50m以上において、それぞれ高い種多様度が示された。これらの違いは、季節の移り変わりに伴う変化に起因する可能性も考えられるが、その違いに与える原因の詳細の解明のためには、今後のさらなる研究が必要である。

調査日間の出現生物の類似度については、調査日が離れるほど、低い類似度を示す傾向が認められたことから、季節の移り変わりに伴う出現生物の変化が影響していると考えられる。また、同一調査日における標高区分間の類似度は、ほとんどの調査日において、調査日間の類似度と比べて低い値が示された。このことは、標高の違いが、そこを利用する生物種類の違いをもたらしていることを示唆している。標高の違いにおける利用生物種類の違いは、ロジスティック回帰分析において

も示されている。例えば、カラス類やシオカラトンボは、主に低標高を利用していた。これら生物の飛翔能力としては、本調査を行った標高帯における飛行は可能であると考えられる。しかし、出現場所が低標高に集中したことは、その場所に対する選好性の関与が示唆される。以上のことから、標高数十mの違いなど、決して大きくはない環境の違いが、利用する生物に影響を与えている可能性が考えられる。

本研究において、呉羽丘陵と周辺市街地との境界部にあたる登坂道に出現する生物を調査した結果、絶滅のおそれのあるアオバズクをはじめ、多数の生物種が確認された。また、一部の種については、出現に影響を与える環境要因を検出することができた。しかし、各種の出現環境の評価のためには、より詳細な情報が必要である。また、本研究においては、調査時期や時間帯が限定されていた。また、気象要因が生物の出現に影響を与える可能性も考えられる。以上のことから、呉羽丘陵およびその周辺における正確な生物相の理解と保全のために、今後も詳細かつ継続的な現地調査を行うことが必要である。

引用文献

- 伊藤嘉昭・山村則男・嶋田正和. 1992. 動物生態学. 蒼樹書房, 東京. 507pp.
- 貝沼康祐・横畑泰志・加藤輝隆・河野昭一・桂木健次. 2000. 富山市呉羽丘陵の保全に関する市民の意識調査. *Wildlife Conservation Japan*, 5: 21-45.
- 杉本智彦. 2002. カシミール3D入門, 実業之日本社, 東京. 191pp.
- 富山県生活環境部自然保護課. 2002. 富山県の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブックとやま—. 富山県, 富山. 352pp.
- 富山県生活環境部自然保護課. 2012. 富山県の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブックとやま2012—. 富山県, 富山. 451pp.
- 富山市ファミリーパーク. 1998. ファミリーパーク地内自然環境総合調査報告. 富山市ファミリーパーク, 富山. 207pp.
- 富山市ファミリーパーク. 2005. ファミリーパーク地内自然環境総合調査報告. 富山市ファミリーパーク, 富山. 172pp.
- 鷲谷いづみ. 1999. 生物保全の生態学. 共立出版, 東京. 181pp.

付表1 呉羽丘陵登坂道において出現した種類（標高50mを境に確認場所を区分）

動物門	綱目	科	属	種名・グループ名	5月21日		6月4日		6月18日		7月2日	
					<50m	50m≤	<50m	50m≤	<50m	50m≤	<50m	50m≤
脊索動物門												
哺乳綱				糞（哺乳類）			1	1	1		1	
鳥綱												
	フクロウ目	フクロウ科	アオバズク属	アオバズク*				1		2		2
	スズメ目	ウグイス科	ウグイス属	ウグイス*						3		
		カラス科		カラス類*	6		6		12	1		
		シジュウカラ科	シジュウカラ属	シジュウカラ*		3	4					1
		ツバメ科	ツバメ属	ツバメ*			3		1		3	
		ヒヨドリ科	ヒヨドリ属	ヒヨドリ*	5							2
		ムクドリ科	ムクドリ属	ムクドリ				1				
		モズ科	モズ属	モズ				4				
	ハト目	ハト科	カワラバト属	カワラバト*	4		1					
	カモ目	カモ科	マガモ属	カルガモ	2							
	キジ目	キジ科	キジ属	キジ*	2				1			
爬虫綱												
有鱗目		ナミヘビ科	ナメラ属	アオダイショウ				1				
		ナミヘビ科	ヤマカガシ属	ヤマカガシ	1							
		カナヘビ科	カナヘビ属	ニホンカナヘビ			1					
両生綱												
無尾目	アマガエル科	アマガエル科	アマガエル属	ニホンアマガエル*	1							2
節足動物門												
昆虫綱												
鱗翅目		アゲハチョウ科	アゲハチョウ属	カラスアゲハ*		4	3					
		アゲハチョウ科	アゲハチョウ属	モンキアゲハ			2	2	1			
		シロチョウ科	モンシロチョウ属	モンシロチョウ*	6							
		タテハチョウ科		ジャノメチョウ類*				10	1			7
		タテハチョウ科		ツマグロヒョウモン*	4		3	2				
		シジミチョウ科	ベニシジミ属	ベニシジミ								1
		シジミチョウ科		シジミチョウ					2			
		ヤガ科		アケビコノハ ^a								1
		ドクガ科		マイマイガ ^a	1	2		1				1
膜翅目		スズメガ科		スズメガ ^a								2
		シャクガ科		シャクガ類*				40				10
		シャクガ科		シャクトリムシ								1
		スズメバチ科		アシナガバチ*	1							2
		スズメバチ科	スズメバチ属	キイロスズメバチ	1					1		
		スズメバチ科		フタモンアシナガバチ ^b			4	1	1		12	1
				寄生バチ類			4					
				カリバチ類						1		
		アナバチ科	ジガバチ属	ジガバチ								1
		ミツバチ科	ミツバチ属	ミツバチ						3		
		ミツバチ科	クマバチ属	クマバチ				1				
				アブ類				1				
双翅目												
鞘翅目		ゾウムシ科	<i>Mesalcidodes</i>	オジロアシナガゾウムシ						1		
		ゾウムシ科	<i>Episomus</i>	シロコブゾウムシ*						2	1	2
		テントウムシ科	<i>Kiuro</i>	キイロテントウ								1
		テントウムシ科	<i>Harmonia</i>	ナミテントウ ^c						10		
		ゴミムシダマシ科	キマワリ属	キマワリ						1		1
		オサムシ科		ゴミムシ類						2		3
		ゴミムシダマシ科	<i>Gonocephalum</i>	ヒメスナゴミムシダマシ						1		
		シデムシ科		シデムシ				2				
		オサムシ科	<i>Cylindera</i>	ヒメハンミョウ								1
		コガネムシ科		コガネムシ			1					
		オトシブミ科		オトシブミ ^d		1		20		10		
		タマムシ科		ヒシモンナガタマムシ						1		4
		カミキリムシ科		トラカミキリ類						1		
		ハムシ科	ウリハムシ属	クロウリハムシ								1
半翅目		セミ科	ニイニイゼミ属	ニイニイゼミ								1
				カメムシ類								1
蜻蛉目		ヤンマ科	ギンヤンマ属	ギンヤンマ				2				
		トンボ科	シオカラトンボ属	シオカラトンボ*	3	1	9		3	1	6	1
シリアゲムシ目				シリアゲムシ類					1			
ナナフシ目		ナナフシモドキ科	<i>Ramulus</i>	ナナフシモドキ*				4		2	3	4
直翅目		バッタ科	ショウリョウバッタ属	ショウリョウバッタ*			3		5		2	
		キリギリス科	ヒメギス属	ヒメギス*							15	1
カマキリ目		カマキリ科	<i>Tenodera</i>	カマキリ								2
クモ綱												
クモ目		ジョロウグモ科	ジョロウグモ属	ジョロウグモ				1				
軟体動物門												
腹足綱												
有肺目				カタツムリ類*						1		2

*:3回以上の出現が確認された生物、a:幼虫、b:巣、c:さなぎ、d:ゆりかご