

栃木県奥日光における林床環境の違いが オサムシ科甲虫の群集構造に与える影響

岡田 拓也* 須田 知樹**

キーワード：オサムシ科、防鹿柵、奥日光

1. はじめに

甲虫類のオサムシ科は種数が多く網羅的な研究が困難なため、生態学的な知見は身近に生息している種や特徴的な種に限られる。その他の種については森林性、草地性、平地性、河川敷性などの大まかな生息環境の類型化が行われてきた(石谷1996)。さらにNiemiら(1992)はカナダの森林や牧草地などが隣接した場所で、オサムシ科を森林内ならどこにでも生息する森林ジェネラリスト、森林内の限られた場所に生息する森林スペシャリストなどに細分化している。

奥日光ではニホンジカ(*Cervus nippon* 以下「シカ」という)が高密度に生息していることによって林床環境が改変されている。森林内において林床環境が改変されることは、ほとんどの種が地上性であるオサムシ科の生息環境を攪乱することになり、その群集構造にも影響を及ぼすものと考えられる。

本研究では林床環境の改変によってオサムシ相が変化するのか、それとも増減する種がいるのかを明らかにし、林床環境の違いによるオサムシ科の生息場所の類型化を試みた。

2. 調査地

本研究の調査は、栃木県北西部、奥日光地域のミズナラ(*Quercus crispula*)を主とする落葉樹林内で行った。栃木県奥日光は1980年代からシカの高密度化によって林床環境が改変されている(小金澤・佐竹1996, 長谷川2008)。そのため防鹿柵が環境省によって設置され、防鹿柵内外で異なる林床環境が大規模に作り出されている。その結果、防鹿柵の内側ではシカの排除により林床植生が回復してきたが、防鹿柵の外側ではシカの採食圧によってミヤコザサ(*Sasa nipponica*)がほぼ消滅し、シカの不

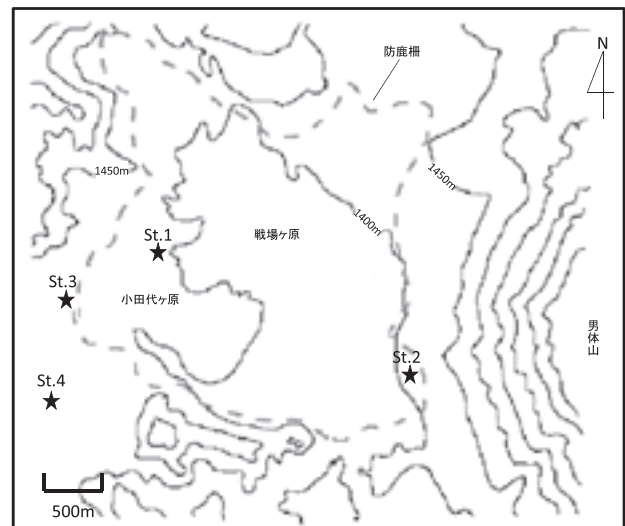


図1 調査地の位置(破線は防鹿柵を表し、★は調査地を表す)

嗜好性植物のシロヨメナ(*Aster ageratoides*)が繁茂し、また一部では林床が裸地化している(長谷川2008)。

この地域で防鹿柵内2箇所、柵外2箇所に調査地を設定した(図1)。St.1、St.2は柵内、St.3、St.4は柵外である。St.1は小田代ヶ原の北東に位置し電気防鹿柵の内側である。St.2は菖蒲林道に沿った防鹿柵内に位置している。St.3は小田代ヶ原西部の防鹿柵の外側に位置し、林床植生はシカの不嗜好性植物シロヨメナが優占している。St.4は防鹿柵の外側に位置し、林床植生はほとんどないが、一部ヒメスゲ(*Carex oxyandra*)が疎に生育している。

3. 方法

林床環境の測定

2009年8月30日～9月2日の間に各調査地で林床環境を調べた。土壌硬度の測定は山中式土壌硬度計を用いて測定し、平均土壌硬度を算出した(n=25)。各調査地で1m×1mの方形区を設定し植被率と群落高を測定し、

* 立正大学大学院地球環境科学研究科

** 立正大学地球環境科学部

平均植被率と平均群落高を算出した（ $n=25$ ）。群落高は1調査区で上位4本の植物高を計測し平均したものをその調査区の群落高とした。落葉落枝量は20cm×20cmの方形区を設定し、方形区のリター層を全て回収した。回収したリターは80℃の送風乾燥器で48時間乾燥させて重量を測定し、平均落葉落枝量を算出した（ $n=25$ ）。

オサムシ科甲虫の捕獲

2009年5月31日から11月1日まで各調査地にピットフォールトラップ（直径約6cm、深さ15cm）6個を10m×5mの方形区に5m間隔で配置し、トラップ上端が地表面と同じ高さになるように設置した。またピットフォールトラップの中に保存、殺虫液として70%エタノール溶液を入れた。回収は9日から11日間隔で行い、同じ日に全てのトラップの中身を回収した（930 trap-nights）。捕獲したオサムシ科甲虫は99.9%のエタノールで脱水処理をしたあと屋内で風乾させ、上野ら（1985）に従って同定をした。調査地間の種組成の類似度をユークリッド距離で算出し、ウォード法を用いてクラスター分析を行った。また捕獲数が多い種についてフリードマン検定によって捕獲個体数の比較を行い、有意差があった場合シェッフェの対比較を用い調査地間の比較を行った。統計解析では危険率5%未満を有意とした。

4. 結果

林床環境（表1）のうち、土壌硬度は防鹿柵の外側のSt.3、St.4、内側のSt.2、St.1の順で柵外の調査地の方が土壌硬度が硬い傾向があった。また検定によって有意に3段階に分けられSt.3、St.4>St.2>St.1となった。植被率はSt.4が他の調査地に比べて半分以下の30%だった。また有意に2段階に分けられSt.1、St.2、St.3>St.4となった。群落高はSt.4が他の調査地に比べ約30~50cm低かった。また有意に3段階に分けられSt.1>St.2、St.3>St.4となった。リター量はSt.1がその他の調査地よりも2倍以上多かった。また有意に2段階に分けられSt.1>St.2、

St.3、St.4となった（Kruskal-Wallis検定、Steel-Dwassの多重比較（ $p<0.05$ ））。

捕獲されたオサムシ科は全体で30種2155個体であった。調査地別ではSt.1で10種379個体、St.2で15種815個体、St.3で20種519個体、St.4で17種442個体だった（表2）。全体で最も多く捕獲されたのはコクロツヤヒラタゴミムシ（*Synuchus melantho*）の753個体、2番目に多かったのはマルガタナガゴミムシ（*Pterostichus subovatus*）の589個体、3番目に多かったのはクロナガオサムシ（*Leptocarabus procerulus*）の398個体だった。この優占3種の捕獲数の季節的变化をグラフに示した（図2a-c）。コクロツヤヒラタゴミムシとクロナガオサムシは最大捕獲数が9月上旬にあり、マルガタナガゴミムシは7月に多く捕獲された。また、総捕獲数が30個体以上のオサムシ科甲虫はこれら3種を含め9種おり、捕獲数順にコクロツヤヒラタゴミムシ（*Synuchus cycloderus*）の102個体、アカガネオオゴミムシ（*Trigonognatha longitarsis*）の87個体、ホソアカガネオサムシ（*Carabus vanvolxemi*）の59個体、ニッコウミズギワゴミムシ（*Bembidion misellum*）の40個体、ホソクロナガオサムシ（*Leptocarabus arboreus tenniform*）の36個体、ニッコウヒメナガゴミムシ（*Pterostichus polygenus*）の34個体だった。このうちホソアカガネオサムシとホソクロナガオサムシはSt.4では捕獲されなかった。またニッコウミズギワゴミムシはSt.1とSt.2では捕獲されなかった。調査地別の種別捕獲数割合ではSt.1はコクロツヤヒラタゴミムシ34.6%、マルガタナガゴミムシ18.7%、クロナガオサムシ16.1%でこの上位3種で69.4%であった。St.2はコクロツヤヒラタゴミムシ42.3%、クロナガオサムシ23.9%、マルガタナガゴミムシ19.5%でこの上位3種で85.7%になった。St.3はマルガタナガゴミムシ39.1%、クロナガオサムシ21.2%、コクロツヤヒラタゴミムシ17.5%でこの上位3種で77.8%になった。St.4はコクロツヤヒラタゴミムシ42.1%、マルガタナガゴミムシ35.3%、クロナガオサムシ7.2%でこの上位3種で84.6%になった。4地点の合計でもコクロツヤヒラタゴミムシ34.9%、マルガタナガゴミムシ27.3%、クロナガオサムシ

表1 各調査地の林床環境

	柵内		柵外		Kruskal-Wallis test	Steel-Dwass test
	St.1	St.2	St.3	St.4		
土壌硬度 (kg/cm ²)	0.58 ± 0.51	1.38 ± 0.93	2.77 ± 1.50	2.11 ± 0.86	$P<0.05$	St.1<St.2<St.3,St.4 ($P<0.05$)
植被率 (%)	72.2 ± 13.5	74.8 ± 15.5	66.4 ± 20.4	30.2 ± 15.2	$P<0.05$	St.1,St.2,St.3<St.4 ($P<0.05$)
群落高 (cm)	66.1 ± 14.2	50.7 ± 6.6	40.1 ± 20.0	12.5 ± 8.7	$P<0.05$	St.1<St.2,St.3<St.4 ($P<0.05$)
乾燥落葉落枝量 (g/400cm ²)	24.35 ± 8.45	9.19 ± 3.93	11.19 ± 7.58	10.27 ± 5.38	$P<0.05$	St.1<St.2,St.3,St.4 ($P<0.05$)
林床植生タイプ	ミヤコザサ	ミヤコザサ	シロヨメナ	ヒメスゲ		

表2 2009年6月から10月まで奥日光で捕獲されたオサムシ科甲虫の捕獲数

種名	体長 (mm)*	St.1	St.2	St.3	St.4	合計
コクロツヤヒラタゴミムシ <i>Synuchus melantho</i>	9.5-13	131	345	91	186	753
マルガタナガゴミムシ <i>Pterostichus subovatus</i>	11-14.5	71	159	203	156	589
クロナガオサムシ <i>Carabus procerulus</i>	25-34	61	195	110	32	398
クロツヤヒラタゴミムシ <i>Synuchus cycloderus</i>	10.5-14	37	27	28	10	102
オオマルナガゴミムシ <i>Trigonognatha cuprescens</i>	18-20	26	22	25	14	87
ニッコウヒメナガゴミムシ <i>Pterostichus polygenus</i>	8-10	4	18	5	7	34
ホソアカガネオサムシ <i>Carabus vanvolxemi</i>	19-26	37	14	8		59
ホソクロナガオサムシ <i>Carabus arboreus tenniformis</i>	21-26	10	25	1		36
タカオヒメナガゴミムシ <i>Pterostichus takaosanus</i>	6.5-8	1		2	2	5
ニッコウミズギワゴミムシ <i>Bembidion misellum</i>	4			20	20	40
クビアカツヤゴモクムシ <i>Trichotichnus longitarsis</i>	8.5-10.5		1	7		8
ホソヒラタゴミムシ <i>Pristosia aeneola</i>	11.5-16	1		5		6
ホソツヤヒラタゴミムシ <i>Synuchus atricolor</i>	11-15				6	6
ニセマルガタゴミムシ <i>Amara congrua</i>	7.5-10		1	4		5
ニッコウナガゴミムシ <i>Pterostichus defossus</i>	8-10		4	1		5
カタボシホシナシゴミムシ <i>Perigona acupalpoides</i>	3.5-4		3			3
ヒメゴミムシ <i>Anisodactylus tricuspoidatus</i>	10-13.5			2	1	3
マルガタツヤヒラタゴミムシ <i>Synuchus arcuaticollis</i>	8-10.5		1	1		2
キアシツヤヒラタゴミムシ <i>Synuchus callitheres</i>	11.5-14.5				2	2
オオヒラタゴミムシ <i>Platynus magnus</i>	11.5-16	1			1	2
ヨリトモナガゴミムシ <i>Pterostichus yoritomus</i>	12-14.5				1	1
フタトゲナガゴミムシ <i>Pterostichus mirificus</i>	13.5-15			1		1
ニッコウクロナガゴミムシ <i>Pterostichus creper</i>	14-16		1			1
サドモリヒラタゴミムシ <i>Colpodes limodromoides</i>	13.5-17		1			1
ウスグロモリヒラタゴミムシ <i>Colpodes aequatus</i>	9-11				1	1
ヤマトクロヒラタゴミムシ <i>Platynus subovatus</i>	11-13.5				1	1
コヒラタゴミムシ <i>Platynus protensus</i>	11.5-16				1	1
ゴミムシ <i>Anisodactylus</i>	11-13.5		1			1
オオクロツヤヒラタゴミムシ <i>Synuchus nitidus</i>	12.5-17		1			1
ヒメツヤゴモクムシ <i>Trichotichnus congruus</i>	6-9				1	1
合計		379	815	519	442	2155
種数		10	15	20	17	30

* 上野ら (1985) を参照

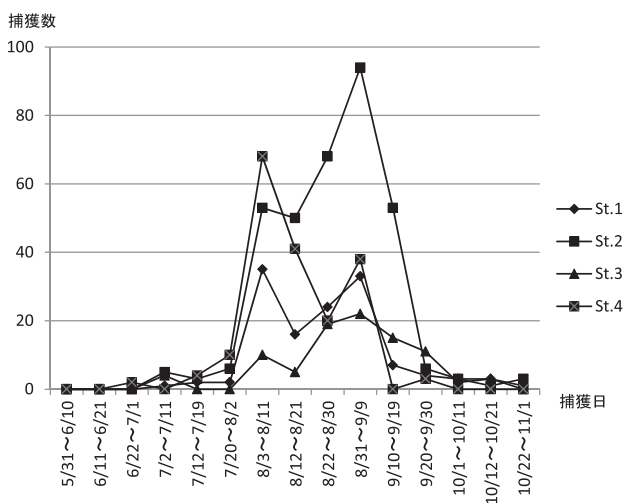


図2-a コクロツヤヒラタゴミムシの捕獲数の季節的变化

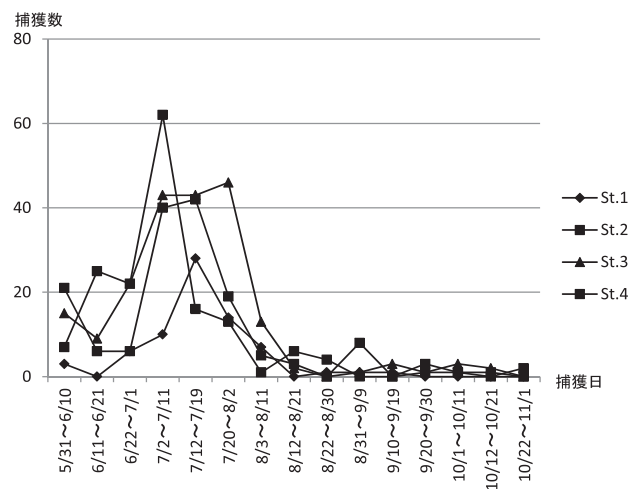


図2-b マルガタナガゴミムシの捕獲数の季節的变化

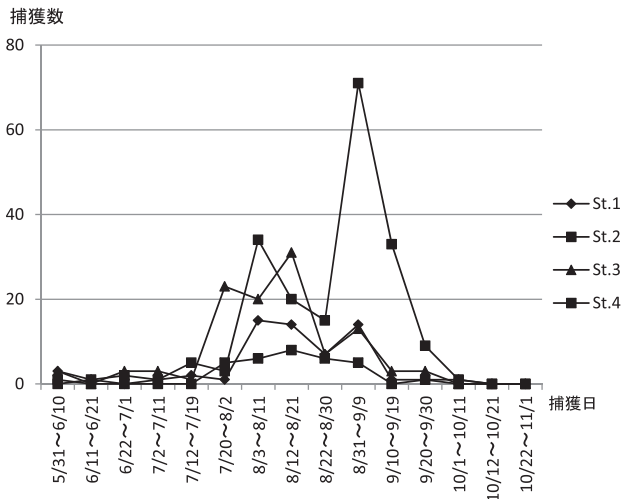


図 2-c クロナガオサムシの捕獲数の季節的变化

18.5%でこの3種で80.7%になった。また全ての調査地で順位の入れ換わりはあるものの優占する3種は共通であった。

各調査地の種組成の類似度によるクラスター分析では St.1と St.2が0.089で最初のクラスターを形成し、次に St.4が0.244で最初のクラスターに連結し、最後に St.4が0.492で連結した（図3）。

全調査期間で30個体以上捕獲された9種についてフリー

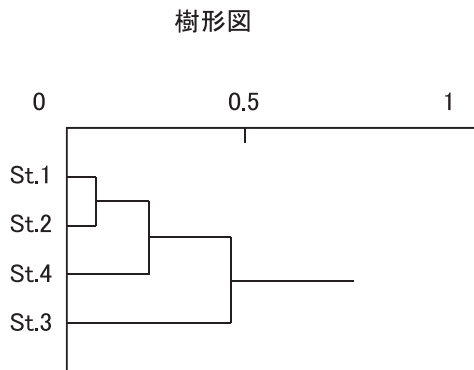


図 3 各調査地のオサムシ群集の類似度をユークリッド距離で算出し、ワード法でクラスター分析を行った結果の樹形図

表 3 各調査地における捕獲数上位9種とオサムシ科全体の捕獲数のフリードマン検定、シェッフェテストの結果

種名	St.1	St.2	St.3	St.4	フリードマン検定	シェッフェテスト
コクロツヤヒラタゴミムシ	131	345	91	186	P>0.05	-
マルガタナガゴミムシ	71	159	203	156	P<0.05	St.1<st.3 (P<0.05)
クロナガオサムシ	61	195	110	32	P<0.01	St.2,St.3>St.4 (P<0.05)
クロツヤヒラタゴミムシ	37	27	28	10	P>0.05	-
アカガネオオゴミムシ	26	22	25	14	P>0.05	-
ニッコウヒメナガゴミムシ	4	18	5	7	P>0.05	-
ホソアカガネオサムシ	37	14	8		P>0.05	-
ホソクロナガオサムシ	10	25	1		P<0.01	St.2>St.3,St.4 (P<0.05)
ニッコウミズギワゴミムシ			20	20	P<0.05	St.1,St.2<St.4 (P<0.05)
全体	379	815	519	442	P>0.05	

ドマン検定を行なったところマルガタナガゴミムシ、クロナガオサムシ、ホソクロナガオサムシ、ニッコウミズギワゴミムシの4種に地点間の捕獲数に有意差があった (P<0.05) (表3)。またこの4種について調査地間ごとの有意差をシェッフェの対比較を用いて計算したところマルガタナガゴミムシは St.3>St.1で有意差があり、クロナガオサムシは St.4<St.2, St.3で有意差があり、ホソクロナガオサムシは St.4<St.2, St.3で有意差があり、ニッコウミズギワゴミムシは St.1<St.3, St.4で有意差があった (P<0.05) (表3)。

5. 考察

林床環境へのシカの影響

St.1は最も落葉落枝量が多く、そのため土壌硬度も柔らかくなったと考えられる。また群落高が高かったのはこの場所が防鹿柵で囲まれシカの採食圧がかからない場所に戻ったため、ミヤコザサ型林床が回復したとことによると考えられる。また同じミヤコザサ型林床ではある St.2よりも有意に落葉落枝量が多かったので St.1はリターの多いミヤコザサ型林床であるといえる。St.2と St.3は林床植生タイプと土壌硬度以外の林床の植生率、群落高、落葉落枝量に差がない。St.2はリターの少ないミヤコザサ型林床であるが、St.3は土壌が硬いシロヨメナ型林床である。シカの採食圧のためシカの不嗜好性植物であるシロヨメナが繁茂し、土壌硬度もシカの踏圧によって硬化したものと考えられる（長谷川2008, 柳ら2008）。St.4はヒメスゲが疎に生育している群落高や林床植生率などが低い裸地型林床であり、シカの高密度化の影響を最も受けている場所であるといえる。

林床環境の違いによるオサムシ科群集構造の比較

クラスター分析の結果、オサムシ科群集のクラスターのまとまりとしてミヤコザサ型林床、シロヨメナ型林床、裸地型林床の3つに分けられた(図3)。しかし種構成が調査地間で大きく異なるとは言えず、このクラスターの分岐位置の違いは優占種のマルガタナガゴミムシやクロナガオサムシの個体数が有意に異なるためと考えられる。マルガタナガゴミムシは全ての調査地で多く捕獲されたがシロヨメナ型林床ではリターの多いミヤコザサ型林床に比べ多かった(表3)。シロヨメナ型林床で捕獲数が増加する理由は不明だが、土壤硬度が高く林床植被率が低いような環境を好む種なのかもしれない。クロナガオサムシ属のクロナガオサムシとホソクロナガオサムシの2種は共通して裸地型林床で捕獲数が少なかった(表3)。裸地型林床は他の場所と比べ植被率や群落高が低い林床環境であるため、クロナガオサムシ属は林床の植被が少ない場所を好まない可能性がある。上田ら(2009)においても下層植生の現存量が減少すると同属のオオクロナガオサムシの捕獲数も減少するとされ、クロナガオサムシ属は下層植生の現存量が少ない場所、もしくは林床の植被率が低い場所を好まないと考えられる。

ニッコウミズギワゴミムシはクロナガオサムシ属とは対照的に裸地型林床で多かった。ニッコウミズギワゴミムシを含むミズギワゴミムシ亜科は荒地や河川敷などを好む種群であることが知られており(堀2008)、シカによる林床環境の改変による裸地化がこの種の好む環境を作り出したと考えられる。

防鹿柵の設置によってミヤコザサ型林床はシカが増加する以前のオサムシ科群集に回復しているものと考えられるが、防鹿柵外ではシカによって林床環境が改変され続けている。防鹿柵外では裸地型林床のようになるとクロナガオサムシのような大型種が少なくなり、ニッコウミズギワゴミムシのような小型種が増加し大型種の少ない群集構造になるものと考えられる。上田ら(2009)も下層植生が減少すると小型種メインの群集構造になると述べており、大型種と林床植被との関係性を詳しく調べる必要がある。一方でシロヨメナ型はある程度の林床植被はあるが土壤が硬いなど、ミヤコザサ型と裸地型の中間に位置しているものと考えられる。そのためクロナガオサムシやニッコウミズギワゴミムシが混在でき、最も出現種数が多いシロヨメナ型林床が柵外で広がることはオサムシ科群集の多様性を向上させているといえる。

オサムシ科甲虫の生息場所の類型化

捕獲数に有意差がなかったクロツヤヒラタゴミムシ、クロツヤヒラタゴミムシ、アカガネオオゴミムシ、ニッコウヒメナガゴミムシ、ホソアカガネオサムシの5種は林床環境を問わず森林内に生息している森林ジェネラリストとして類型化できる。クロツヤヒラタゴミムシ、アカガネオオゴミムシ、ニッコウヒメナガゴミムシは平地でも山地でも森林環境があれば生息していける種だと考えられ、石谷(1996)の広島市で行なった研究でも森林にのみ生息する種と区分している。

一方、マルガタナガゴミムシはシロヨメナ型林床で多く出現し、クロナガオサムシ属は植被率が高い場所に多く出現する。またニッコウミズギワゴミムシは裸地化した場所に多く出現する。これらは特定の林床環境に生息する森林スペシャリストだと考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり宿泊場所の便宜を図っていただいた宇都宮大学修学支援課の皆様、宇都宮大学日光自然ふれあいハウスの管理人の方々に深く御礼を申し上げる。

引用文献

- 長谷川順一(2008):栃木県の自然の変貌～自然の保全はこれでよいのか～. 181pp. 自費出版.
- 堀繁久(2008):森を飛ぶゴミムシと這うゴミムシ. 昆虫と自然, 43(11):15-19.
- 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)に関する研究. 比和科学博物館研究報告34, pp.1-110.
- 小金澤正昭・佐竹千枝(1996):奥日光におけるニホンジカの植生に及ぼす影響と生態系の保護管理. 第5期プロ・ナトゥーラ・ファンダ助成成果報告書.
- Niemelä, J., Spence, J. R., Spence, D. H. (1992) Habitat associations and seasonal activity of ground-beetles (Coleoptera, Carabidae) in central Alberta. *The Canadian Entomologist*, 124, 521-540.
- 上田明良・日野輝明・伊東宏樹(2009):ニホンジカによるミヤコザサの採食とオサムシ科甲虫の群集構造との関係. 日林誌, 91, 111-119.
- 上野俊一・黒澤良彦・佐藤正孝(1985):原色日本甲虫図鑑(II). 514pp. 保育社, 大阪.
- 柳洋介・高田まゆら・宮下直(2008):ニホンジカによる森林土壌の物理環境の改変:房総半島における広域調査と野外実験. 保全生態学研究, 13, 65-74.

Effect of different forest floor environment on the carabid (Coleoptera: Carabidae) community structure in Oku-Nikko, Tochigi Prefecture, central Japan

OKADA Takuya* and SUDA Kazuki**

* Graduate School of Geo-environmental Science, Rissho University

** Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

Abstract:

From June to October 2009, we captured carabid beetles in four trapping sites, which had different ground vegetation cover of herbaceous layer and litter amount, by using pitfall traps. Including three predominant species, *Synuchus melantho* (n=753), *Pterostichus subovatus* (n=589), *Leptocarabus procerulus* (n=398), 2155 individuals, 30 species, were captured. Comparing catches among trapping sites by Friedman test and Scheffe test, four species, *P. subovatus*, *L. procerulus*, *Bembidion misellum*, and *Leptocarabus arboreus tenniform*, showed significant difference, while catches of other species showed no significance. *P. subovatus* would have preference for *Aster ageratoides* type forest floor. *L. procerulus* and *L. arboreus tenniform* would have preference for abundant ground vegetation cover. *B. misellum* would have preference for poor ground vegetation cover.

Key words: carabid beetle, deer proof fence, Oku-Nikko.