

ナラ集団枯損被害によって発生したミズナラ枯死木を 利用する甲虫群集の特徴

江崎功二郎・高羽正治*

はじめに

カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* (Maruyama) が伝播するナラ菌 *Raffaelea quercivora* Kubono et Shin. Ito によってミズナラが集団枯損する被害が、日本海側の1府11県で継続的に発生している(伊藤、2002)。この枯死被害はミズナラ大径木に目立ち、林内の約半数のミズナラが枯死すると報告されているため(江崎ら、2002)、被害が発生した林分では著しく森林環境が変化し、植生も著しく変化することが推測され、これにともない昆虫群集も変化していくものと考えられる。ナラ集団枯損被害林にマレーズトラップや吊り下げトラップを設置して、被害発生経過に伴うカミキリムシ群集の変化について、いくつかの地域で調査が為されている(江崎、2003; 江崎・小谷、2004; ほか)。江崎(2003)は被害発生林や終息林では、枯死木の発生によるカミキリムシの利用資源や、枯死木の発生にともない形成されたギャップを利用して下層植生が多様化し、その環境をハビタットとするカミキリムシ群集が多様化したことを報告している。斎藤・出井(2005)もナラ集団枯損被害発生経過に伴い、カミキリムシ群集が多様化したという調査結果を得ている。

ナラ集団枯損被害によって発生したミズナラ枯死木から発生した甲虫類は、カシノナガキクイムシなど一部のキクイムシについてのみ報告されており(上田・小林、2001; 井上ら、1998)、その他の甲虫類については報告がない。山上ら(1997)は神奈川県丹沢で集団的に発生したブナ枯死木に68種の甲虫類が生息していること、常喜ら(1997)は同所で集団的に発生したモミ枯死木に33種の甲虫類が生息していることを報告している。

ナラ集団枯損被害によって発生したミズナラ枯

死木を利用する甲虫群集構造を調査することは、被害発生後の林内の生物相に与える影響を明らかにするために重要である。ナラ集団枯損被害による枯死2年後、枯死1年後および枯死当年のミズナラ調査木を、石川県加賀市刈安山の落葉広葉樹二次林に設置した。枯死木の地際付近に、ミズナラ枯死木から発生する甲虫類を捕獲するために考案したスカート型トラップを2000年5月~11月まで設置した。枯死後年数や枯死木の環境要因と甲虫群集の関係、ミズナラ枯死木に依存度が高い種、種ごとの発生パターン、発生した甲虫類の食性の特徴を明らかにする目的で調査を行った。

材料と方法

調査地は石川県加賀市刈安山のナラ集団枯損被害が発生している落葉広葉樹二次林に2箇所設置した。plot Aは面積約0.65haで標高300~340m、平均斜度33°である。plot Bは面積約0.6haで標高260~310m、平均斜度37°である。plot Aでは1999年の夏季に発生した枯死1年後調査木5本(T1-5)、2000年の夏季に発生した枯死当年調査木3本(T9-11)、1998年の夏季にナラ集団枯損被害によって発生した枯死2年後調査木2本(T12-13)を設置した(表-1)。plot Bでは1999年の夏季に発生した枯死1年後調査木3本(T6-8)を設置した(表-1)。枯死1年後調査木および枯死2年後調査木は2000年5月から11月まで、枯死当年調査木は2000年9月から11月まで、トラップを設置した(表-1)。トラップの回収は1週

表-1 調査木の枯死後年数とトラップの設置期間

調査林	Plot A					Plot B			Plot A				
	T1	T2	T3	T4	T5 ¹⁾	T6	T7 ¹⁾	T8	T9	T10	T11	T12	T13
調査木	22	21	19	21	24,25	45	18,24	40	16	22	18	17	17
DBH(cm)													
枯死年	1999年					2000年			1998年				
トラップ設置期間	5-11月, 2000年					9-11月, 2000年			5-11月, 2000年				
枯死後年数	枯死1年後					枯死当年			枯死2年後				

1) 1株2本立ちであった。

*金沢市

Kojiro Esaki and Syoji Takaba, Beetle community inhabited *Quercus crispula* tree dead by oak wilt.

間ごとに行い、捕獲した甲虫類は実験室に持ち帰り、種と個体数を記録した。

枯死1年後の調査木8本については、捕獲した甲虫類と環境要因の関係を調査するために、トラップに覆われた部分の材積、地際周囲長、相対照度を調査した。相対照度は曇天時に、斜面垂直方向の調査木両側の相対照度を求め、その平均値より算出した。

設置したトラップは、その他の羽化トラップと似て、羽化および脱出した甲虫類の成虫がもつ正の走行性を利用して、成虫を捕獲できるような仕様にした。調査木の地際から高さ約1mの部分まで厚さ1mmの黒いビニールシートで覆い、その側面に羽化・脱出した甲虫類が集まるように10×15cmの小窓を開けた。その小窓に集まった甲虫類が80%エタノールを入れた葉ピンに捕獲できるようにした。詳しい仕様については江崎(2002)を参照されたい。

調査木ごとの捕獲種数と個体数、枯死1年後調査木の地際部の周囲長と捕獲種数、枯死1年後調査木の相対照度と捕獲種数の関係については、ノンパラメトリック - Kendall 順位相関検定を用いた。枯死1年後調査木の甲虫類の群集構造を明らかにするために、調査木ごとの捕獲種と個体数データをを用いたDCA解析による座標付けを行った(CANOCO version 4.5)。

結 果

1 調査木ごとの捕獲種と個体数の関係

今回の調査によって合計28科117種21,335個体の甲虫類が捕獲された。plot Aの枯死1年後調査木から63種8,588個体、plot Bの枯死1年後調査木から74種12,073個体、枯死当年調査木からは22種618個体、枯死後2年調査木からは25種56個体が捕獲された(表-2)。plot Aの枯死1年後調査木の木あたり捕獲種数は20.2種1,717.6個体、plot Bの枯死1年後調査木の木あたり捕獲種数は43.3種4,024.3個体、枯死当年調査木の木あたり捕

表-2 枯死後年数の違いによる調査木あたり捕獲種数および個体数

枯死年数	調査林	調査木数	合計捕獲		木あたり捕獲			
			種数	個体数	種数 (±SD)	個体数 (±SD)	種数 (±SD)	個体数 (±SD)
枯死1年後	plot A	5	63	8,588	20.2	±11.7	1,717.6	±1,276.2
	plot B	3	74	12,073	43.3	±4.2	4,024.3	±3,538.6
	合計	8	99	20,661	28.9	±15.0	2,582.6	±2,435.9
枯死当年	plot A	3	22	618	10.7	±6.4	206.0	±177.8
枯死2年後	plot A	2	25	56	14.5	±5.0	28.0	±1.4
合計		13	117	21,335	22.5	±14.6	1,641.2	±2,237.4

獲種数は10.7種206.0個体、枯死2年後調査木の木あたり捕獲種数は14.5種28.0個体であった(表-2)。

すべてのグループから捕獲された種は、ヨシブエナガキクイムシ、*Xyleborus* sp.2、クロツヤヒラタゴミムシ、セマルチビヒラタムシであった(表-3)。

捕獲された117種の甲虫類を幼虫の食性で分類すると(江崎、私信、上野ら、1985;黒澤ら、1985;林ら、1984)、菌類の子実体を摂食するコキノコムシ科やキクイムシ科の菌食者が24種、木材を摂食するコガネムシ科やゾウムシ科の植食者が35種、立木の表面や土中の小昆虫を捕食する肉食者が39種、食性が明らかになっていない不明食が19種であった(表-4)。

各調査木から捕獲された甲虫類の個体数と種数の関係を見ると、個体数と種数は正の相関関係を示した(図-1、ノンパラメトリック - Kendall 順位相関検定、 $p = 0.0133$)。また、甲虫類の個体数と種数の関係の座標付けはplot Aの枯死1年後調査木、plot Bの枯死1年後調査木、枯死当年調査木、枯死2年後調査木についてグループ化されることを示した(図-1)。枯死2年後調査木は捕獲個体数が最も少なく、枯死当年調査木は捕獲種数が少なく、plot Bの枯死1年後調査木は種数が最も多く、plot Aの枯死1年後調査木は種数と捕獲数ともに枯死当年調査木とplot Bの枯死1年後調査木の間位置する傾向にあった(図-1)。

2 枯死1年後調査木から捕獲された甲虫群集

枯死1年後調査木(T1-8)の捕獲種数と調査材積の関係は、対数回帰で近似された(図-2) ($y = 31.064 \ln(x) + 104.74$, $df = 7$, $R^2 = 0.6783$, $p < 0.01$)。

枯死1年後調査木(T1-8)の捕獲種数と、環境要因との関係をみるために、調査木の地際周囲長および相対照度との関係について、ノンパラメトリック - Kendall 順位検定によって解析を行った結果、いずれも有為な関係を示した(図-3、 $p < 0.05$)。

枯死1年後調査木(T1-8)の捕獲種とその個体数データを使ったDCAによる第1軸(寄与率: 24.6%)と第2軸(寄与率: 15.6%)の座標付けによると、plot Aの調査木のデータで示された第1軸の値は0.62以下、plot Bのそれは1.45以上

表 - 3 各調査木グループの種あたり捕獲数

科	種名	T1-5	T6-8	T9-11	T12-13	合計	科	種名	T1-5	T6-8	T9-11	T12-13	合計	
オサムシ科 Carabidae	シロウマソビヒラタゴミムシ <i>Trephionus kinoshitai</i>	0	0	1	0	1	コヨツボシケンシクスイ <i>Librodor ipsoides</i>		1	1	0	0	2	
	サドモリヒラタゴミムシ <i>Colpodes limodromoides</i>	0	1	0	0	1		ヨツボシケンシクスイ <i>Librodor japonicus</i>	0	0	2	0	2	
	フタホシシジバネゴミムシ <i>Planetes puncticeps</i>	1	2	0	0	3		アカハラケンシクスイ <i>Librodor rufiventris</i>	0	1	0	0	1	
	クツヤヒラタゴミムシ <i>Synuchus cycloderus</i>	1	14	2	3	20		ヨツモンヒラタケンシクスイ <i>Atarphia quadripunctata</i>	1	0	0	0	1	
	クビナガゴモクムシ <i>Oxycentrus argutoroides</i>	0	4	0	0	4		ホソキヒラタケンシクスイ <i>Epurea parilis</i>	5	5	0	0	10	
	アオグロヒラタゴミムシ <i>Platynus chalconus</i>	0	0	1	0	1		キノコヒラタケンシクスイ <i>Physoronia explanata</i>	9	8	0	1	18	
	ハギキノコゴミムシ <i>Coptodera subapicalis</i>	1	3	0	0	4		ヒラタムシ科 <i>Cucujidae</i>						
	モンケンガムシ <i>Nipponocercyon shibatai</i>	0	1	0	0	1		カドムネチビヒラタムシ <i>Placonotus testaceus</i>	1	0	0	0	1	
	チャイロヒメタマキノコムシ <i>Pseudoliodes strigosulus</i>	1	1	0	0	2		キボシチビヒラタムシ <i>Laemophloeus submonilis</i>	1	0	0	0	1	
	ズモンタマキノコムシ <i>Anisotoma frontalis</i>	1	0	0	0	1		セマルチビヒラタムシ <i>Xylolestes laevior</i>	146	19	8	2	175	
ガムシ科 Hydrophilidae	マルムネタマキノコムシ <i>Agathidium crassicorne</i>	0	1	0	0	1	ムクゲクスイムシ科 <i>Biphyllidae</i>							
	トビイロソクシデオキノコムシ <i>Scaphobaeocera japonica</i>	1	5	0	6	12	ベニモンムクゲクスイ <i>Biphyllus suffusus</i>	17	2	0	0	19		
タマキノコムシ科 Leiodidae	シリアカデオキノコムシ <i>Scaphidium rufopygum</i>	0	1	0	7	8	ナミムクゲクスイ <i>Biphyllus inaequalis</i>	1	0	0	0	1		
	アカハハネカクシ <i>Platydracus paganus</i>	3	19	0	0	22	アカグロムクゲクスイ <i>Biphyllus lewisii</i>	0	1	0	0	1		
デオキノコムシ科 Scaphidiidae	ムネビロハネカクシ <i>Algon grandicollis</i>	0	2	0	0	2	クリイロムクゲクスイ <i>Biphyllus throscooides</i>	7	0	0	6	13		
	ツマキツヤナガハネカクシ <i>Nudobius apicipennis</i>	0	2	1	0	3	ハスモンムクゲクスイ <i>Biphyllus rufopictus</i>	2	2	0	0	4		
	ヤマトマルクビハネカクシ <i>Tachinus japonicus</i>	0	7	0	0	7	ベニモンツヤマジンムシ <i>Parmulus politus</i>	1	1	0	0	2		
	クロヒゲナガマルクビハネカクシ <i>Tachinus adachii</i>	0	1	0	0	1	コキノコムシ科 <i>Mycetophagidae</i>							
	チビホソハネカクシ <i>Lispinus impressicollis longulus</i>	0	3	0	0	3	ヒレロキノコムシ <i>Mycetophagus hillerianus</i>	0	0	1	0	1		
	クビアカアリスハネカクシ <i>Zyras pictus</i>	2	0	0	0	2	コモンヒメキノコムシ <i>Litargus japonicus</i>	0	1	0	0	1		
	アバタセシジハネカクシ <i>Anotylus antennarius</i>	0	0	0	1	1	ウスグロヒゲボソキノコムシ <i>Parabaptistes lewisii</i>	1	0	0	0	1		
	コクマルクビハネカクシ <i>Tachinus diminutus</i>	1	0	0	0	1	ノコギリホソカタムシ <i>Endophloeus serratus</i>	0	2	0	0	2		
	オオヒラタハネカクシ <i>Pistoneus lewisii</i>	0	1	0	0	1	ツヤナガヒラタホソカタムシ <i>Penthelispa vilis</i>	0	12	0	0	12		
	ヒラタセシジハネカクシ <i>Anotylus japonicus</i>	0	1	0	0	1	ルイスホソカタムシ <i>Gempylodes lewisii</i>	3	8	5	0	16		
ハネカクシ科 Staphylinidae	オオウスハハネカクシ <i>Eleusis coarctata</i>	0	1	0	0	1	エグリゴミムシダマシ <i>Uloma marseuli</i>	0	0	0	2	2		
	ツヤケシシワチビハネカクシ <i>Silusa rugosa</i>	1	5	0	3	9	ルリゴミムシダマシ <i>Encyalesthus violaceipennis</i>	1	0	0	0	1		
	フタモンヒゲフトハネカクシ <i>Aleochara bipustulata</i>	1	0	0	0	1	ヨソコブゴミムシダマシ <i>Uloma bonzica</i>	0	0	0	1	1		
	クロズマルクビハネカクシ <i>Tachinus nigriceps</i>	0	0	0	1	1	オオナガニジゴミムシダマシ <i>Ceropria sulcifrons</i>	1	0	0	0	1		
	ズグロアカチビハネカクシ <i>Atheta weisei</i>	0	0	1	0	1	ニセクロホシテントウゴミムシダマシ <i>Derispia japonicola</i>	0	1	0	0	1		
	クロチビマルクビハネカクシ <i>Erchomus scitulus</i>	1	0	0	0	1	キマワリ <i>Plesiophthalmus nigrocyanus</i>	1	3	0	0	4		
	ヒメクロハネカクシ <i>Ocytus brevicornis</i>	1	0	0	0	1	チビキカワムシ科 <i>Salpingidae</i>							
	ヤマトチビアリスハネカクシ <i>Homoeusa japonica</i>	0	1	0	0	1	オオクチキムシダマシ <i>Elacatis kraatzii</i>	5	12	0	0	17		
	フトツヤヒゲフトハネカクシ <i>Aleochara variolosa</i>	0	1	0	0	1	クチナガチビキカワムシ <i>Salpingus morishimai</i>	0	0	2	0	2		
	コクワガタ <i>Macrodercas recta</i>	0	1	0	1	2	クチキムシ <i>Allecula melanaria</i>	1	21	0	0	22		
クワガタムシ科 Lucanidae	コカフト <i>Eophileurus chinensis</i>	0	7	0	0	7	ナガクチキムシ科 <i>Melandryidae</i>							
	キムネマルハナノミ <i>Helodes protectus</i>	1	0	0	0	1	フタオビホソナガクチキ <i>Dircaea erythroloides</i>	0	0	0	3	3		
	クロナガタマムシ <i>Agrilus cyaneoniger</i>	1	0	0	0	1	オオムコヒゲナガハナノミ <i>Ptilodactyla japonensis</i>	1	0	0	0	1		
	ヤスマツケンシタマムシ <i>Aphanisticus yasumatsui</i>	0	1	1	0	2	ナガゴマフカミキリ <i>Mesosa longipennis</i>	0	7	0	0	7		
	シロテンハナムグリ <i>Protaetia orientalis</i>	1	6	0	0	7	ニセシラホシカミキリ <i>Parautetrapa simulans</i>	1	0	0	2	3		
	アオハナムグリ <i>Eucetonia roelofsi</i>	0	0	0	1	1	ホソカミキリ <i>Distenia gracilis</i>	0	1	0	0	1		
	センチコガネ <i>Geotrupes laevistriatus</i>	1	0	0	0	1	ゾウムシ科 <i>Curculionidae</i>							
	ヒラタハナムグリ <i>Nipponovalgus angusticollis</i>	1	1	0	0	2	ナカスジカレキゾウムシ <i>Acicnemis suturalis</i>	1	8	0	0	9		
	マメダルマコガネ <i>Panelus parvulus</i>	0	12	0	1	13	ニセキウイサビゾウムシ <i>Dryophthoroides sulcatus</i>	0	0	0	1	1		
	コメツキムシ科 <i>Elateridae</i>						イワサキオチバゾウムシ <i>Otibazo morimotoi</i>	1	3	0	0	4		
クシコメツキ <i>Melanotus legatus</i>	0	4	0	1	5	カオジロヒゲナガゾウムシ <i>Spinctrotropis laxus</i>	0	0	10	0	10			
ベニコメツキ <i>Denticollis nipponensis</i>	0	1	0	0	1	ツツゾウムシ <i>Carclia strigicollis</i>	4	1	0	0	5			
オオナガコメツキ <i>Elater sieboldi</i>	1	0	0	0	1	マダラクチカクシゾウムシ <i>Cryptorhynchus electus</i>	19	12	2	0	33			
アカハラクメツキ <i>Ampedus hypogastricus</i>	1	0	0	0	1	ウンモンナガクチカクシゾウムシ <i>Rhadinomerus unnoni</i>	1	21	1	0	23			
チャイロコメツキ <i>Haterumelater bicarinatus</i>	0	3	0	0	3	<i>Simulatacalles sp.</i>	1	0	0	0	1			
クワカクシ <i>Habronychus providus</i>	0	1	0	0	1	ケンツチゾウムシ <i>Trachyphloeosoma setosum</i>	0	0	0	1	1			
ムネミゾクワカクシ <i>Malthodes sulcicollis</i>	2	1	0	0	3	ナガクイムシ科 <i>Platypodidae</i>								
チビコクスツ <i>Latolaeva japonica</i>	0	1	0	0	1	カシノナガクイムシ <i>Platypus quercivorus</i>	6,720	9,308	536	0	16,564			
ヤマトネズイ <i>Rhizophagus japonicus</i>	0	5	0	0	5	ヨシブエナガクイムシ <i>Platypus calamus</i>	210	573	23	3	809			
ナミモンコケンシクスイ <i>Cryptarcha strigata</i>	0	0	4	0	4	ルイスザイノクイムシ <i>Xyleborus lewisii</i>	1,242	1,589	12	0	2,843			
クロキマダラケンシクスイ <i>Soronia lewisi</i>	0	0	2	0	2	トドマツオオクイムシ <i>Xyleborus validus</i>	1	37	0	0	38			
ルイスコオニケンシクスイ <i>Cryptarcha lewisii</i>	0	0	1	0	1	クワノキクイムシ <i>Xyleborus atratus</i>	115	17	0	4	136			
ツツオニケンシクスイ <i>Librodor subcylindricus</i>	2	4	0	0	6	ハンノキクイムシ <i>Xylosandrus germanus</i>	2	140	0	0	142			
クリストフオニケンシクスイ <i>Librodor christophi</i>	0	5	0	0	5	<i>Xyleborus sp.1</i>	3	0	0	0	3			
クロヒラタケンシクスイ <i>Ipidia variolosa</i>	8	3	0	2	13	<i>Xyleborus sp.2</i>	18	45	1	1	65			
コクロヒラタケンシクスイ <i>Ipidia sibirica</i>	1	0	1	0	2	<i>Xyleborus sp.3</i>	0	1	0	1	2			
							シイノホソクイムシ <i>Xyleborus defensus</i>	1	72	0	1	74		
							ニホンザイノクイムシ <i>Xyleborus japonicus</i>	0	3	0	0	3		
							サククイムシ <i>Xylosandrus crassiusculus</i>	1	0	0	0	1		
							サクスエクイムシ <i>Xylosandrus saxeseni</i>	4	1	0	0	5		
							ガンシヨクイムシ <i>Xyleborus ganshoensis</i>	1	1	0	0	2		
							合計	8,588	12,073	618	56	21,335		

表 - 4 甲虫科ごとの捕獲種の食性と個体数占有率

科	種数					個体数	
	菌食	植食	肉食	不明食	合計	合計	占有率(%)
オサムシ科 Carabidae			7		7	34	0.159
ガムシ科 Hydrophilidae				1	1	1	0.005
タマキコムシ科 Leiodidae	3				3	4	0.019
デオキコムシ科 Scaphidiidae	2				2	20	0.094
ハネカクシ科 Staphylinidae			20		20	61	0.286
クワガタムシ科 Lucanidae	1				1	2	0.009
コガネムシ科 Scarabaeidae	5			1	6	31	0.145
マルハナミ科 Helodidae				1	1	1	0.005
タマシ科 Buprestidae	2				2	3	0.014
コムツキムシ科 Elateridae	1	3	1		5	11	0.052
ジョウカイボン科 Cantharidae		2			2	4	0.019
コクヌスト科 Trogossitidae			1		1	1	0.005
ネスイムシ科 Rhizophagidae			1		1	5	0.023
ケンキスイ科 Nitidulidae	2	1	3		7	13	0.314
ヒラタムシ科 Cucujidae				3	3	177	0.830
ムクゲクスイムシ科 Biphyllidae	5				5	38	0.178
ミジンムシ科 Corylophidae				1	1	2	0.009
コキノコムシ科 Mycetophagidae	3				3	3	0.014
ホソカタムシ科 Colydiidae			3		3	30	0.141
ゴミシダマシ科 Tenebrionidae	4			2	6	10	0.047
チビキカワムシ科 Salpingidae	2				2	19	0.089
クチクムシ科 Alleculidae	1				1	22	0.103
ナガクチキムシ科 Melandryidae	1				1	3	0.014
ハナノミ科 Mordellidae				1	1	1	0.005
カミキリムシ科 Cerambycidae	3				3	11	0.052
ゾウムシ科 Curculionidae	9				9	87	0.408
ナガキクイムシ科 Platypodidae	2				2	17,373	81.430
クイムシ科 Scolytidae	12				12	3,314	15.533
合計	24	35	39	19	117	21,335	100.000

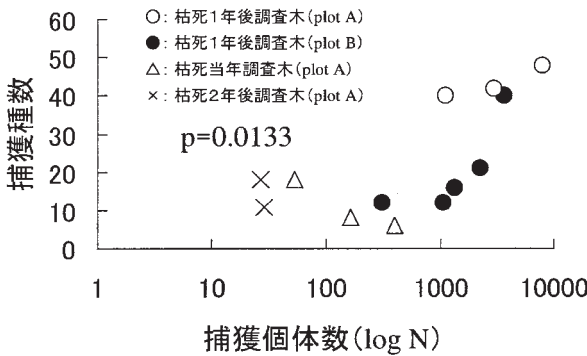


図 - 1 調査木の捕獲個体数と種数の関係

図中のpの値はノンパラメトリック - kendall 順位相関検定による。

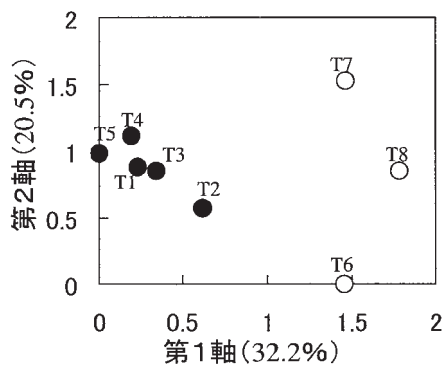


図 - 2 枯死1年後調査木の捕獲種と個体数データを使ったDCAによる座標付け
軸項目の () 内の数字は寄与率を示す。

になり、plot A と plot B の調査木でグループ化された (図 - 4)。このDCAによる座標付けの第1軸と第2軸について、環境要因との関係を見るために、調査木の地際周囲長および相対照度との関係について、ノンパラメトリック - Kendall 順位相関検定によって解析を行ったが、その関係はいずれも有為ではなかった ($p > 0.05$)。DCA

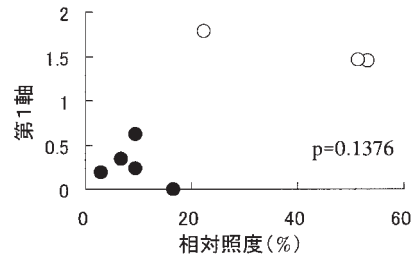


図 - 3 枯死1年後調査木の相対照度と第1軸 (DCA) の関係
図中のpの値はノンパラメトリック - kendall 順位相関検定による。

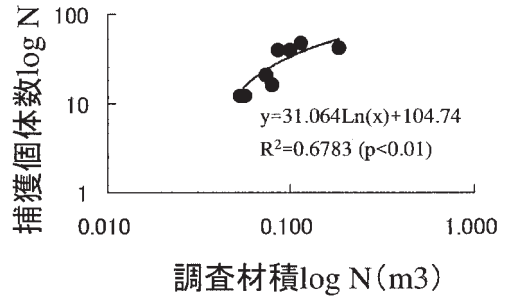


図 - 4 調査木の調査材積と捕獲個体数の関係

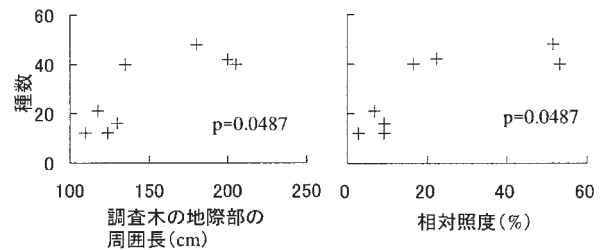


図 - 5 枯死1年後調査木の環境要因と捕獲種数の関係
図中のpの値はノンパラメトリック - kendall 順位相関検定による。

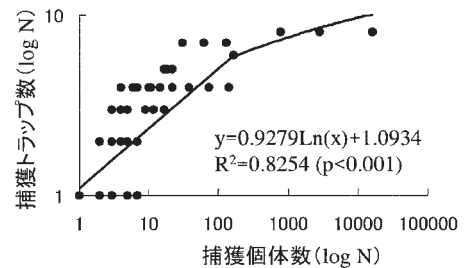


図 - 6 枯死1年後調査木の種あたり捕獲個体数と捕獲トラップ数の関係

による座標付けの第1軸と相対照度との関係について、p値が最も小さな値 (ノンパラメトリック - Kendall 順位相関検定、 $p = 0.1376$) を示した (図 - 5)。

枯死1年後調査木 (T1 - 8) の捕獲個体数と捕獲トラップ数の関係は、対数回帰で近似された (図 - 6) ($y = 0.9279\ln(x) + 1.0934$, $df = 99$, $R^2 =$

0.8254, $p < 0.001$)。捕獲トラップ数が多い種は捕獲個体数も多く、これらの種はミズナラ枯死木の依存度が高い種であることが示された。捕獲トラップ数6以上の種はカシノナガキクイムシ、ヨシブエナガキクイムシ、ルイスザイノキクイムシ、クワノキクイムシ、*Xyleborus* sp.2、マダラクチカクシゾウムシ、セマルチビヒラタムシの7種であった。

これらの枯死1年後調査木の捕獲消長をみると、カシノナガキクイムシに代表されるような捕獲時期が2~3ヶ月に集中する種群（セマルチビヒラタムシ）と、ヨシブエナガキクイムシに代表されるような捕獲時期が集中しない種群（ルイスザイノキクイムシ、クワノキクイムシ、*Xyleborus* sp.2、マダラクチカクシゾウムシ）に類別された。カシノナガキクイムシの捕獲は6月中旬から8月までに集中して発生し、ヨシブエナガキクイムシは5月から10月まで分散して発生した（図-7）。

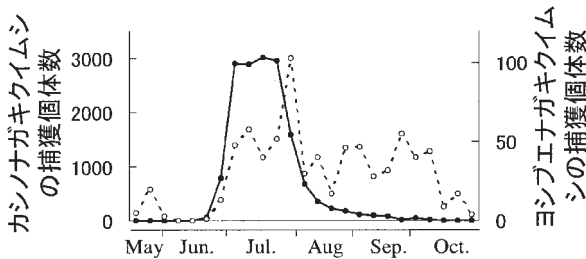


図-7 枯死1年後調査木のカシノナガキクイムシとヨシブエナガキクイムシの捕獲消長

考 察

1 調査木ごとの捕獲種と個体数の関係

捕獲された菌食者のタマキノコムシ科、デオキノコムシ科、コキノコムシ科は枯死木の表面に発生した菌類の子実体を摂食しており、キクイムシ科はアンプロシア・ビートルとして知られるように、材内の坑道内に菌を持ち込み培養して摂食している。これら菌食者はいずれも枯死木を利用して増殖する菌類を主に摂食しているため、ミズナラ枯死木との関係も深いと思われる。ナガキクイムシ科とキクイムシ科を合わせた捕獲個体数占有率は97.0%で、カシノナガキクイムシ、ヨシブエナガキクイムシ、ルイスザイノキクイムシ、クワノキクイムシ、*Xyleborus* sp.2は、枯死1年後調査木の捕獲個体数が多く、これらはミズナラ枯死木の依存度の高い種であると考えられる。

捕獲された植食者のゾウムシ科、コガネムシ科、

カミキリムシ科などは木材穿孔虫の代表種が含まれている科で、キクイムシ科の種と比較して個体サイズは大きく生息密度が高くないため、捕獲トラップ数も捕獲個体数も比較的少ないが、いずれの種もミズナラ枯死木の依存度は低いと考えられる。

捕獲された肉食者のうち科占有率の高かったオサムシ科、ハネカクシ科は枯死木の樹皮表面や落葉層で小昆虫などを捕食している種が多く含まれており、ミズナラ枯死木との関係は明らかでない。しかし、科占有率が低かったホソカタムシ科やネスイムシ科の種はキクイムシの坑道の中に入り込み、それらの幼虫などを捕食する種であるため、ミズナラ枯死木に依存している可能性がある。

枯死当年の調査木の捕獲個体数は枯死1年後の調査木と比較して0.08倍で、捕獲種数は0.37倍であった。これは枯死当年の調査木の調査期間が短かったことが影響していると推察される。しかし、枯死当年の調査木のみで捕獲された種が9種あり、枯死当年の調査木の群集構成は枯死1年後のそれと異なっている可能性が示唆された。

山上(1989)はケヤキの枯れ枝の調査で、枯れ枝の古さによって羽化脱出する甲虫類の種構成が異なることを報告している。今回、調査を行った枯死2年後の調査木数は少ないが、木あたり捕獲個体数はplot Aの枯死1年後の調査木と比較して0.016倍(28.0/1,717.6)であり、群集構成は異なった。種占有率の高いカシノナガキクイムシやドドマツオオキクイムシは枯死2年後の調査木からは発生しなかったが、ヨシブエナガキクイムシは僅かに発生した。菌食者のキクイムシ科は枯死2年後になると占有率は低くなり、このような寄主では生息しにくい環境であることが示唆される。一方、枯死2年後におけるデオキノコムシ科の発生個体数は全体の65%(13/20)を占め、菌食者は種によってミズナラ枯死木の枯死後年数と利用形態に違いがあることが示された。

2 枯死1年後調査木から捕獲された甲虫群集

枯死1年後調査木から捕獲された甲虫類の種と個体数データの関係を見ると、ルーズにplot Aとplot Bの調査木グループに分かれた。枯死1年後調査木から捕獲された甲虫類の種と個体数データを使ったDCA解析による座標付けの結果、明確にplot Aとplot Bの調査木グループに分かれた。

枯死1年後の調査木から捕獲された甲虫類の種数と調査材積には正の相関関係が認められ、調査範囲が大きいと出現した甲虫類の種数も多くなったという結果が認められた。今回のトラップは地際から高さ1mの範囲に設置しているために、立木サイズと調査材積は正の相関関係をもつ。このため、枯死1年後の調査木から捕獲された甲虫類の種数と立木サイズ(調査木地際部の周囲長)が、正の相関関係が認められたことは妥当である。キクイムシの一部の種ではより大きな立木サイズの寄主を嗜好することが知られており(Hijii et al., 1991; ほか)、大きな立木を寄主とすると、その内部は外部の環境変化に影響されにくく、安定した環境を得ることができるためと考えられる。このことから、ミズナラを利用する甲虫類は、利用資源の増大だけでなく立木サイズにも影響されて増減することが示唆される。

林内の照度と甲虫群集の関係については知られていないが、枯死木の発生によって形成するギャップサイズが大きいほど、エッジ効果の作用が大きくなり、その場所の昆虫相が多様になることが示唆されている(江崎, 2003)。一般的に大径木ほど樹幹径が大きくなることから知られるため(桜井, 1994)、その枯死によって形成されるギャップサイズも大きくなる。また、ギャップサイズと相対照度は正の相関関係を持つことが知られている(Ishizuka et al., 2002)。枯損した立木サイズおよび相対照度と、捕獲種数が正の相関関係をもつことは、資源要因と環境要因の両方が作用して、甲虫群集の多様化をもたらしたと考えられる。

1980年代以降のナラ集団枯損被害は年々、拡大様相を示し、この調査林がある石川県加賀市刈安山の被害も1997年に石川県で初めて被害が発生した場所であるが、1980年頃に滋賀県で発生した被害地が北上拡大してきた経緯が報告されている(伊藤・山田, 1998)。ナラ集団枯損被害の病原菌を媒介するカシノナガキクイムシの記録は被害地以外ではほとんどなく、被害の発生にともなって記録されている(衣浦, 2002)。石川県ではカシノナガキクイムシ、ヨシブエナガキクイムシ、キクイムシの天敵として知られているルイスホソカタムシの記録はなかったが、ナラ集団枯損被害発生後、ミズナラ枯死木から多数が採集されるようになった(江崎, 未発表)。今回、ミズナラ枯死木に依存度が高い種が認められた。このような種

や天敵類は、ナラ集団枯損被害によって発生するミズナラ枯死木を嗜好利用し、被害の拡大にともなって分布や個体群を拡大していることが示唆される。

枯死1年後調査木から発生した甲虫類は、カシノナガキクイムシに代表されるような一定の時期に集中して発生する種群と、ヨシブエナガキクイムシに代表されるような一定の時期に集中せずに発生する種群がみられた。このような両種の脱出消長の特徴は井上ら(1998)にも報告されている。また、カシノナガキクイムシは枯死2年後調査木から発生しなかったが、ヨシブエナガキクイムシは僅かに発生した。これら2種はミズナラ依存度が高く、枯死直後のミズナラに飛来することが知られているが(上田・小林, 2001)、今回の結果は、ヨシブエナガキクイムシは枯死直後のミズナラだけでなく、それ以上古いミズナラも利用している可能性が考えられた。

引用文献

- 1) 江崎功二郎(2002) スカート型トラップによる食材性甲虫類の調査法. 昆虫と自然 37(4): 24 - 25.
- 2) 江崎功二郎(2003) 広葉樹二次林におけるミズナラ集団枯損被害がカミキリムシ類群集に及ぼす影響 - 2001年の捕獲結果について - . 中森研 51: 25 - 28.
- 3) 江崎功二郎・鎌田直人・加藤賢隆・井下田寛(2002) カシノナガキクイムシの穿入と枯損木拡大経過. 森林防疫 51: 132 - 135.
- 4) 江崎功二郎・小谷二郎(2004) アカマツ林およびアカガシ林のカミキリムシ群集. 中森研 52: 52 - 55.
- 5) 林 匡夫・森本 桂・木元新作 編(1984) 原色日本甲虫図鑑(). 保育社. 大阪. 438p.
- 6) Hijii, N., H. Kajimura, T. Urano, H. Kinuura and H. Itami (1991) The mass mortality of oak trees induced by *Platypus quercivorus* (Murayama) and *Platypus calamus* Blandford (Coleoptera: Platypodidae), The density and spatial distribution of attack by the beetles. J. Jpn. For. Soc. 73: 471 - 476.
- 7) 井上牧雄・西垣真太郎・西村徳義(1998) コナラとミズナラの生立木、枯死木および丸太におけるカシノナガキクイムシとヨシブエナガキクイムシの穿入状況と成虫脱出状況. 森林応用

- 研究 7 : 121 - 126.
- 8) 伊藤進一郎 (2002) 現在問題となっているブナ科樹木の衰退・枯死. 森林科学 35 : 4 - 9 .
 - 9) 伊藤進一郎・山田利博 (2002) ナラ集団枯損被害の分布と拡大. 日林誌 80 : 229 - 232.
 - 10) Ishizuka, M., Ochiai, Y. and Utsugi, H. (2002) Microenvironments and growth in gap. Ecological studies, Vol.158, Nakashizuka, M. (eds.), Diversity and interaction in a temperate forest community : Ogawa forest reserve of Japan, Springer-Verlag Tokyo.
 - 11) 常喜 豊・岩田隆太郎・山上 明 (1997) モミ枯木穿孔性甲虫類について、第4章森林とその保護 . 穿孔性昆虫からみた森林枯死. 丹沢大山自然環境総合調査報告書、pp. 307 - 311. 神奈川県環境部、神奈川県.
 - 12) 衣裏晴生 (2002) ナラ・カシ類の集団枯損. 森をまもる、pp. 75 - 86. 全国森林病虫獣害防除協会、東京.
 - 13) 黒澤良彦・久松定成・佐々治寛之 編 (1985) 原色日本甲虫図鑑 (). 保育社. 大阪. 500p.
 - 14) 斉藤正一・出井裕之 (2006) 森林の健全度にかかるカミキリ類の多様性を指標とした試み. 山形県セ研報 31 (印刷中).
 - 15) 桜井尚武 (1994) 広葉樹林施業. 藤森隆郎・河原輝彦編. 全国林業改良普及協会. 東京. 175 p.
 - 16) 上田 明・小林正秀 (2001) 生立木へのカシノナガクイムシとヨシブエナガクイムシの飛来消長. 日林誌 83 : 77 - 83.
 - 17) 上野俊一・黒澤良彦・佐藤正孝 編 (1985) 原色日本甲虫図鑑 (). 保育社. 大阪. 514p.
 - 18) 山上 明 (1989) 多摩川流域のケヤキ枯れ枝に侵入する甲虫類. 神奈川虫報 90 : 129 - 146.
 - 19) 山上 明・林 長閑・谷 晋 (1997) ブナ枯れ木穿孔昆虫類の種組成と密度、第4章森林とその保護 . 穿孔性昆虫からみた森林枯死. 丹沢大山自然環境総合調査報告書、pp. 289 - 306. 神奈川県環境部、神奈川県.