

## 強度間伐実施後の下層植生と地表性甲虫群集の変化

加藤 徹（静岡県農林研森林研セ）・多比良嘉晃（静岡市）・近藤 晃（静岡県農林研森林研セ）

間伐が遅れ下層植生が乏しいヒノキ人工林において、40%の強度間伐実施後の下層植生と地表性甲虫群集の変化を8年間にわたり調査した。調査では3箇所の調査地にそれぞれ間伐区と無間伐林を対照区として設定した。間伐後に下層植生は種構成に大きな変化はなかったが、植被率は2調査地で上昇し、1調査地ではシカの食害により低いままであった。地表性甲虫は、植被率が上昇した2調査地で対照区と比較し種数・個体数が増加し、種構成が変化した。しかし、植被率が低いままの1調査地では地表性甲虫に種数等の変化は認められなかった。以上から、獣害がなければ強度間伐により下層植生が回復し、地表性甲虫の多様性も増加するものと推察された。

キーワード：森林環境税、下層植生、強度間伐、ピットフォールトラップ、地表性甲虫

### I はじめに

近年の材価の低迷は、森林所有者の林業への意欲の減退や後継者の減少を招いてきた。その結果、植林後に手入れがほとんどされない林が各地に増えることになったが、それらの林には下層植生が乏しく、表土流出や山地防災などへ懸念がある。そのような背景の元、環境への市民の関心の高まりが加わり、荒廃した森林を改善するため森林整備が、2005年頃から環境税を創設して各地で行われるようになってきた。

これらの森林整備は主に強度の間伐を行い、林床に光を入れ、下層植生を回復させたり針広混交林へ導くことを目的とする。そのため、森林整備の効果検証は下層植生を対象としたものが主となっている。しかし、下層植生が回復したことによる波及効果についてまで検証する事例は少ない。今回は最近注目されている森林の持つ生物多様性保全の機能の観点からの検証を試みた。生物多様性では種数・個体数とも多い昆虫が重要な分類群の一つであるが、多くの昆虫は飛翔が可能で広範囲に移動してしまうため、調査地以外で発生するものが多くなり調査対象としてはあまり適さない。そのため、この研究では飛翔しないものが多く、地表を主な生活圏としている地表性甲虫を対象として、森林整備による下層植生の変化との関係を8年間にわたり調査した。

### II 方法

調査は表-1に示す御殿場、島田、浜松調査地の3箇所で、地表性甲虫が効率的に捕獲されるピットフォールトラップ（1、4）を

用い、2008年から2015年まで毎年行った。各調査地とも手入れが遅れ下層植生の乏しいヒノキの人工林で、調査開始前に40%の間伐を実施した間伐区と、近くにある同程度の樹齢・密度の間伐を実施していない林分に対照区を設定した（図-1）。ただし、御殿場調査地では1年目の調査終了後に対照区が間伐されたため2年目以降はそのまま間伐区（間伐区B）として調査を継続し、別の無間伐林分に新たな対照区を設定した。しかし、その対照区も2010年の調査終了後に間伐が行われたため、再度新たな対照区を無間伐林分に設定した。また、島田調査地では2011年に対照区の近く（最短路10m）に林道開設のための伐採が行われ、林内が一部明るくなったが、そのまま対照区として調査を継続した。同調査地では、比較的近い場所にコナラが優

表-1. 調査地の概況と調査年

調査地	箇所	調査区	標高(m)	方位	傾斜(°)	優占樹種	調査年	間伐年
御殿場	御殿場市神山	間伐区A	650	NW	30	ヒノキ	2008-2015	2007
		間伐区B	590	NW-W	24	ヒノキ	2008-2015	2009
		対照区	610	SW	25	ヒノキ	2009-2010	-
		対照区	580	S-W	25	ヒノキ	2011-2015	-
島田	島田市伊久美	間伐区	560	ENE	29	ヒノキ	2008-2015	2007
		対照区	540	NE	28	ヒノキ	2008-2015	-
		広葉樹林区	460	WNW	15	コナラ	2011-2015	-
浜松	浜松市天竜区 龍山町下平山	間伐区	800	S-SW	29	ヒノキ	2008-2015	2007
		対照区	790	W-SW-S	34	ヒノキ	2008-2015	-

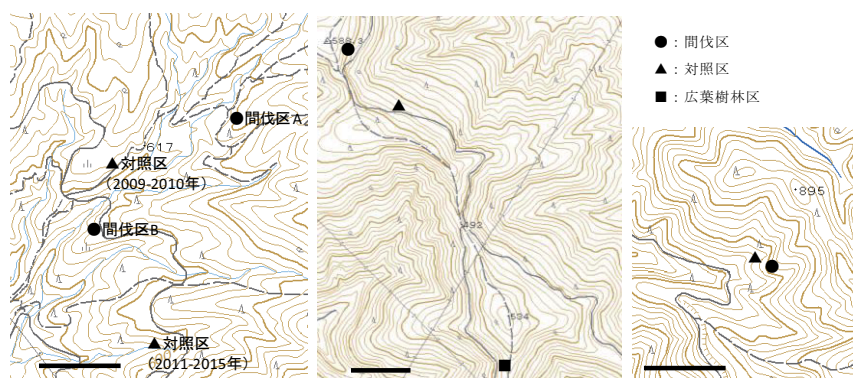


図-1. 各調査地の位置

左から御殿場、島田、浜松調査地。スケールは100mを示す。国土地理院1:25000地形図。

KATO Toru (Shizuoka Pref. For. and Forest Prod. Res. Inst.), TAHIRA, Yoshiaki (Shizuoka City), KONDO Akira (Shizuoka Pref. For. and Forest Prod. Res. Inst.), wbs42396@mail.wbs.ne.jp

Changes in understory vegetation and ground beetle communities after heavy thinning

占する広葉樹林があったため、2011 年から広葉樹林区として調査地を設けた。

ピットフォールトラップは、各調査区とも約 10m 間隔の上下 2 本の調査ラインを等高線に沿

って設け、各ライン上に 10m 間隔で 10 個（計 20 個）を設置した。トラップは直径 7 cm のプラスチックカップを使用し、カップの口が地表と同じ高さになるように埋め、中に 50ml 程度のプロピレングリコールを殺虫・防腐用に入れた。なお、誘引物質は使わなかった。調査は毎年 5 月末、6 月末、9 月末の 3 回行い、各回ともトラップの設置期間は 7 日とした。トラップの設置箇所には目印として杭を打ち、毎回同じ場所に設置した。

回収したトラップからはコウチュウ目昆虫（以下、甲虫）を抜き出し、乾燥標本とした後、分類が不確定な一部を除き種まで同定し、それぞれの個体数を計数した。個体数が多かった種については、調査地間の相対的なばらつきを見るために、調査地ごとの捕獲個体数から計算した標準偏差を平均個体数で除して変動係数を求めた。

各調査区と調査年による甲虫群集の変化を調べるため、除歪対応分析（DCA、解析には PC-ORD5 を用いた）を行った。今回多く捕獲されたハネカクシ上科やコガネムシ上科は、亜科レベルで食性や生態が大きく異なるため、解析には亜科ごとの個体数を用いた。

毎年秋には、調査ラインのそれぞれ両端から 2 番目のトラップ設置箇所（各調査区当たり 4 箇所）で、その上部 2m 四方の方形区における高さ 1m 以下の階層の下層植生について、植被率を目視により調査した。また、各間伐区の同一林分内の近くに 10m 四方の方形区を 1 箇所設定し、1m 以下の階層部分の下層植生について出現種とその被度を記録した。なお、これらの調査の際には、調査区周囲の被害痕や糞、足跡からシカによる被害の影響を目視により調査した。

### Ⅲ 結果と考察

#### 1. 下層植生の変化

下層植生の植被率の年変化について図-2 に示す。御殿場調査地では間伐後の 2009 年には植被率が上昇し、特に間伐区 B では 2012 年に 100% にまで達した。しかし、2013 年頃からそれまで顕在化しなかったシカによる被害が見られるようになり、林冠の閉鎖も加わ

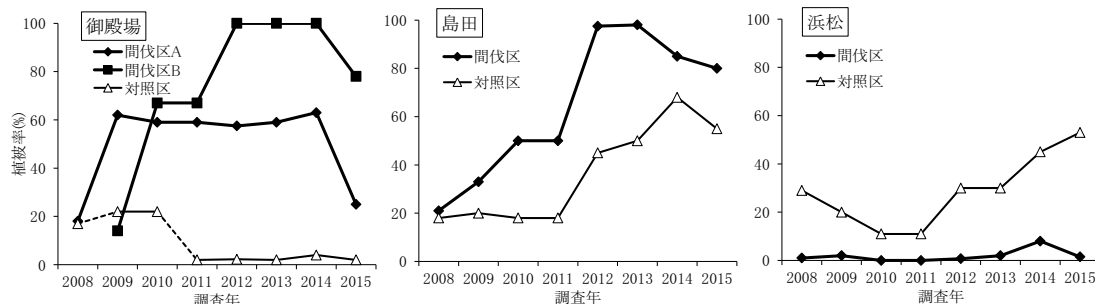


図-2. 各調査地の下層植生の植被率の年変化

御殿場調査地対照区の破線は調査位置が変わったことを示す。

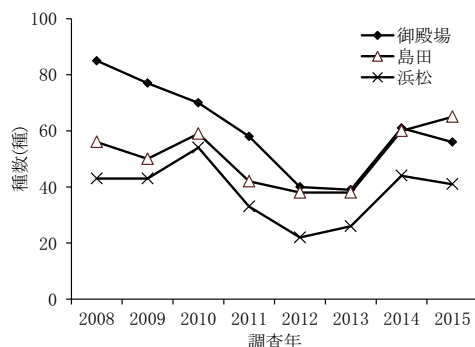


図-3. 各調査地の間伐区（御殿場調査地は間伐区 A）における下層植生の確認種数の年変化

表-2. 捕獲された甲虫の上科ごとの種数と個体数

上 科	種 数					個 体 数				
	御殿場	島田	広葉樹林	浜松	計	御殿場	島田	広葉樹林	浜松	計
オサムシ上科	37	32	22	22	58	1816	3778	1859	1281	8734
ガムシ上科	1	3	2	6	6	1	16	3	20	40
ハネカクシ上科	72	78	57	51	169	459	532	495	314	1800
コガネムシ上科	6	10	9	10	17	590	1525	888	725	3728
コマツキムシ上科	9	9	3	8	16	38	14	7	15	74
ヒラタムシ上科	16	19	17	17	51	61	27	45	26	159
ハムシ上科	11	12	3	5	21	97	33	7	7	144
ゾウムシ上科	16	25	18	11	40	110	136	144	73	463
その他	3	8	2	5	14	3	16	3	12	34
計	171	196	133	135	392	3175	6077	3451	2473	15176

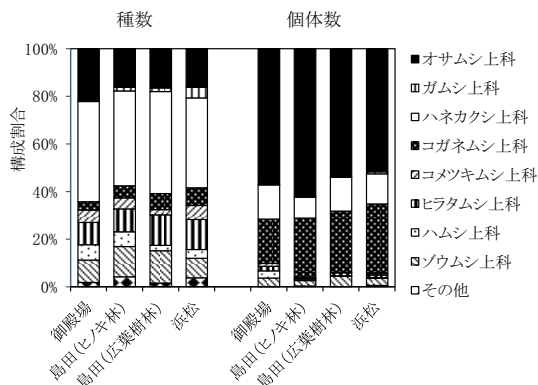


図-4. 捕獲された甲虫の上科ごとの種数と個体数の構成割合

り 2015 年には両間伐区とも減少した。対照区は 2009 年と 2011 年に場所を変更したが、いずれも 22% 以下と植生は少なかった。

島田調査地でも間伐区の植被率は 2009 年から上昇していき、2012 年に 100% に達した。この調査地ではシカの被害は認められなかったが、林冠が閉鎖していったため、2014 年以降植被率が減少した。対照区は、初

めの4年間は低かったが、林道工事により近くを伐採され林床が明るくなったため、その後は2014年に68%まで上昇した。ただし、間伐区よりも高くなることはなかった。

浜松調査地は、間伐区はすべての調査期間において植被率が10%以下とほとんど下層植生がない状態であった。これは、食害痕などの状況からシカの食害によるものと考えられた。一方で、対照区にはアセビやコアジサイなど、シカの不嗜好性植物があり、むしろ間伐区よりも植被率が高かった。

各間伐区の下層の植生調査における種数は、植被率のような大きな変化はなかった(図-3)。また、2015年の出現種に対し、2008年と2015年の共通の出現種の割合は、御殿場調査地が66%、島田調査地が55%、浜松調査地が46%であったが、非共通種の多くは実生などの小さな個体が多く、2015年に被度が1以上の主な構成種はすべて2008年から生育していた。下層植生の種構成は、間伐後に変化する林分と変化しない林分があるとされる(5)が、今回の調査地はいずれも主な下層植生の種構成に大きな変化はなかったと考えられた。

## 2. 地表性甲虫の構成種

8年間の調査で捕獲された甲虫を各調査地・林種ごとに上科単位でまとめた種数と個体数を表-2に示す。合計で392種15176個体の甲虫が捕獲された。総種数、総個体数とも島田調査地のヒノキ林が最も多く、浜松調査地が最も少なく、両者には2倍以上の差があった。しかし、上科ごとの構成割合はどの調査地・林種でも種数・個体数とも近似していた(図-4)。最も個体数の多かったのはオサムシ上科でいずれの調査地でも半分以上を占めた。以下、どの調査地でもコガネムシ上科、ハネカクシ上科と続いた。

次に捕獲数の多い種(100個体以上捕獲)の捕獲個体数を表-3に示す。種単位で比較すると、マメダルマコガネとクロツヤヒラタゴミムシ、ヨツボシモンシデムシ以外の種は、捕獲個体数の変動係数が1を超え、各調査地間で差が著しく大きかった。また、シズオカオサムシとオオクロツヤヒラタゴミムシ以外の種は、島田調査地におけるヒノキ人工林と広葉樹林の間でも大きな差があった。

## 3. 甲虫捕獲数の年変化

各調査地で捕獲された甲虫の種数と個体数の年変化を図-5に示す。なお、ピットフォールトラップに

表-3. 捕獲された主な種の捕獲数と変動係数

和名	科名	御殿場	島田		浜松	計	変動係数
			ヒノキ林	広葉樹林			
マメダルマコガネ	コガネムシ	570	1397	596	702	3265	0.48
シズオカオサムシ*	オサムシ	116	1140	932	6	2194	1.04
スルガオサムシ	オサムシ	0	965	90	362	1417	1.23
スジアゴミムシ	オサムシ	344	623	74	6	1047	1.08
クロツヤヒラタゴミムシ	オサムシ	195	188	412	108	903	0.58
ルイスオサムシ	オサムシ	657	0	0	0	657	2.00
オオクロツヤヒラタゴミムシ	オサムシ	6	266	246	3	521	1.12
チュウブオオオサムシ	オサムシ	0	96	0	328	424	1.46
クロツヤアリノスハネカクシ	ハネカクシ	1	82	301	0	384	1.48
ツヤエンマコガネ	コガネムシ	14	66	259	0	339	1.41
ヨツボシモンシデムシ	シデムシ	55	94	22	105	276	0.55
ヨリトモナガゴミムシ	オサムシ	0	23	6	232	261	1.71
アトボシアゴミムシ	オサムシ	58	173	12	0	243	1.30
オオボクゴミムシ	オサムシ	3	194	10	0	207	1.83
カケガワオサムシ	オサムシ	0	0	0	133	133	2.00
タカオヒメナガゴミムシ	オサムシ	106	0	0	14	120	1.70
ホノヒメカタノウムシ属の1種 <i>ゾウムシ</i>		0	0	113	0	113	2.00

\*: 島田と浜松調査地は亜種 *シズオカオサムシ C. esakii suruganus*

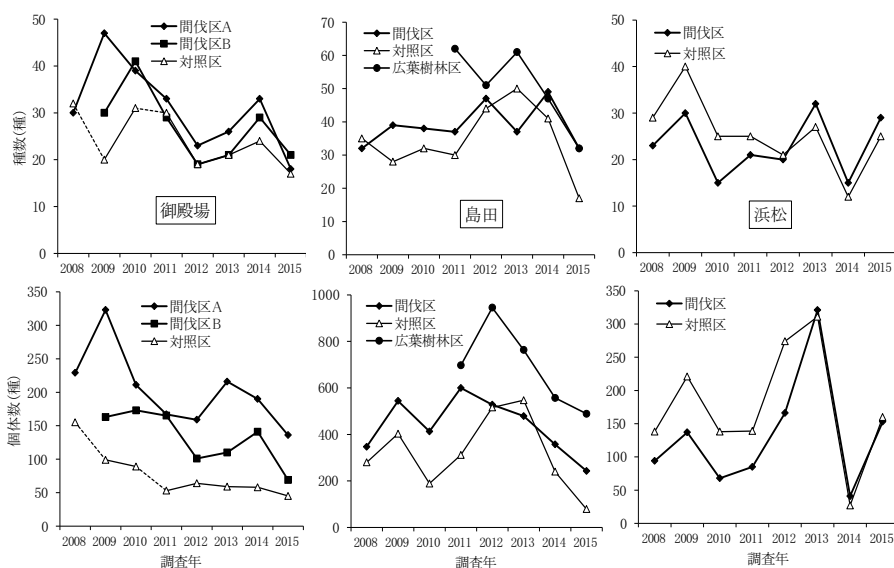


図-5. 各調査地で捕獲された甲虫の種数(上段)と個体数(下段)の変化  
御殿場調査地対照区の破線は調査位置が変わったことを示す。

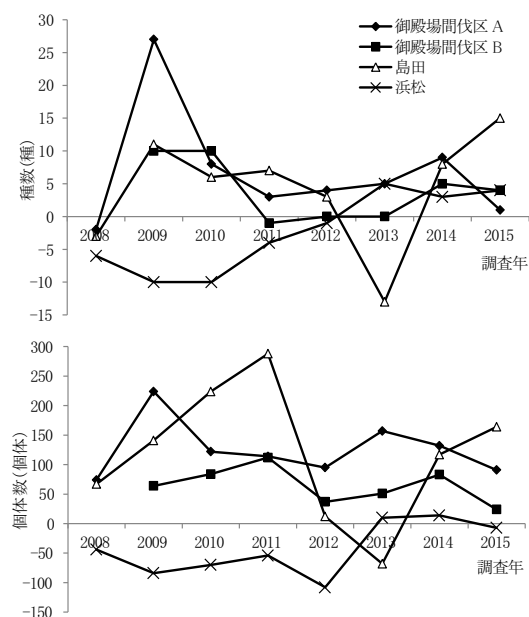


図-6. 捕獲された甲虫の種数(上)と個体数(下)における間伐区と対照区の差の変化

よる捕獲効率は、設置期間の気温や降雨量に影響されるため、調査区ごとの経年変化にはあまり意味がないと考え、ここでは各調査年の調査区間の差（図-6）を元に考察する。御殿場調査地の間伐区 A では、2008 年は種数が対照区とほぼ同数であったが、2009 年以降は対照区より常に多かった。間伐区 B では間伐直後の 2009 年から種数が対照区を上回っていたが、2011 から 2013 年はほぼ同数であった。個体数は間伐区 A、B とも常に対照区より多く捕獲され、特に間伐区 A では 2009 年以降、対照区の倍以上の個体数が捕獲された（図-5）。

島田調査地も 2008 年の種数は間伐区と対照区でほぼ同数であったが、その後 2013 年以外は間伐区が上回った。個体数も 2013 年以外は常に間伐区が上回った。

浜松調査地は種数、個体数とも 2012 年まで対照区が上回った。2013 年以降も個体数では間伐区、対照区でほとんど差がなかった。

これらのことから、手入れ不足のヒノキ林に対し強度の間伐を行うと、下層植生の植被率が回復する場所では地表性の甲虫の種数や個体数も増加する傾向があるが、獣害などで植被率が回復しない場所では、地表性の甲虫も増加しない傾向があると推察された。下層植生の富む場所の方が地表性甲虫の多様性が高いことが知られている（2, 3）が、下層植生の植被率が低い場所でも間伐による経年的な植被率の上昇によって地表性甲虫の種数や個体数が増加するものと考えられた。なお、2013 年の島田調査地は、対照区で近接地の林道開設に伴う下層植生の増加により種数・個体数が間伐区よりも一旦増加した可能性があった。

#### 4. 甲虫の種構成の変化

DCA により各調査区・調査年ごとに座標化したものを図-7 に示す。御殿場調査地では、間伐区 A、B とも 2008 から 2012 年頃までは概ね対照区の座標分布域内にあったが、その後第 1 軸のマイナス方向に移動する

傾向があった。なお、対照区の 2011 年にこの年だけホソクビゴミムシ亜科のオオホソクビゴミムシが多く捕獲されたために第 1 軸の値が極端に大きくなった。

島田調査地では、間伐区は 2008 から 2009 年までは対照区の座標分布域内にあったが、その後第 2 軸のマイナス方向に移動する傾向があった。しかし、広葉樹林区の座標分布域とは重なることはなかった。

浜松調査地では全体的に捕獲数が少ないため、捕獲される種が少し異なっただけで座標の位置が大きく変わり、各調査区間に明瞭な傾向が見られなかった。

これらのことから、間伐が遅れ下層植生が乏しいヒノキ人工林では、強度の間伐により下層植生の植被率が増加し、下層植生の種構成に大きな変化がなくても、地表性甲虫の多様性が増加するとともに種構成も変化していくと推察された。しかし、獣害等で植被率が低いままで変化がないと、多様性や種構成に大きな変化はないと推察された。ただし、これだけの結果では種構成がどのように変化していくかまでは分からなかった。また、下層植生の植被率が上昇して種構成が変化しても、広葉樹林で捕獲される地表性甲虫の種構成に近づくものではないと考えられた。

#### 引用文献

- (1) 石谷正宇 (1996) 環境指標としての地表徘徊性ゴミムシ類. 昆虫と自然 31(12):2-7
- (2) 松本和馬 (2008) 森林総合研究所赤沼試験地のゴミムシ類群集. 森林野生生物研誌 33:25-33
- (3) 谷脇徹・久野春子・岸洋一 (2005) 都市近郊林の林床管理区および短期・長期放置区における地表性甲虫相の比較. 日本緑化工学会誌 31(2):260-268
- (4) 頭山昌郁・中越信和・高橋史樹 (1991) ピットフォールトラップによる地表棲息性節足動物の採集効率に関する考察. 日生態会誌 41:141-144
- (5) 渡邊仁志・横井秀一・井川原弘一 (2011) 下層植生が衰退したヒノキ人工林における間伐後 5 年間の下層植生の種組成と植被率の変化. 岐阜県森林研報 40:1-13

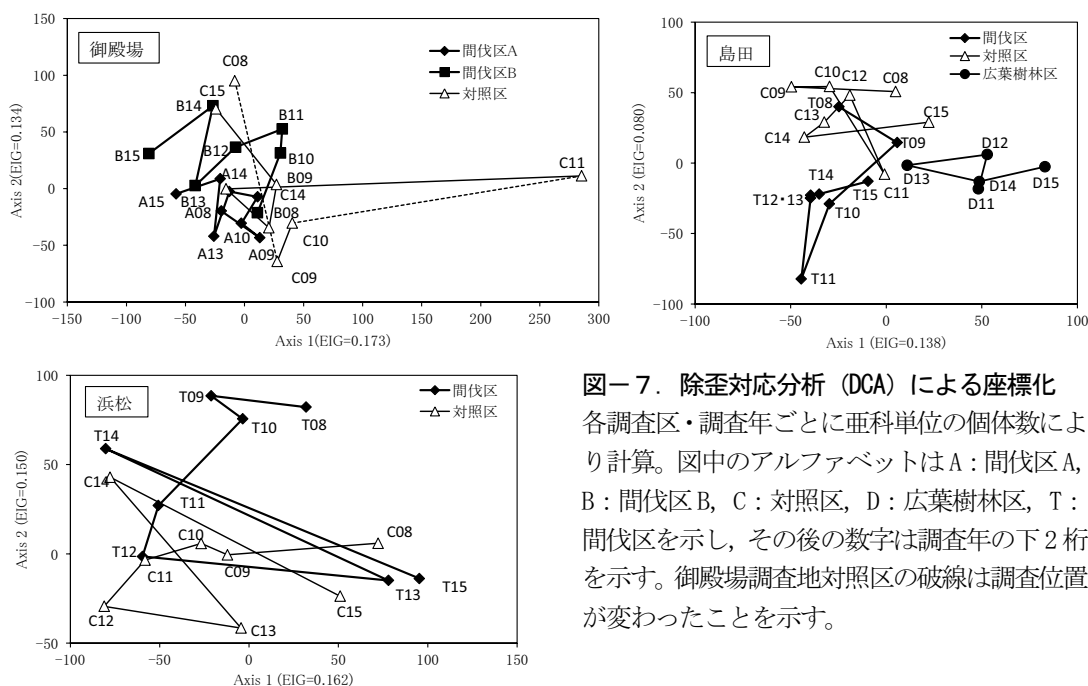


図-7. 除歪対応分析 (DCA) による座標化

各調査区・調査年ごとに亜科単位の個体数により計算。図中のアルファベットは A : 間伐区 A, B : 間伐区 B, C : 対照区, D : 広葉樹林区, T : 間伐区を示し、その後の数字は調査年の下 2 桁を示す。御殿場調査地対照区の破線は調査位置が変わったことを示す。