HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	森林内における昆虫 population に關する生態學的研究
Author(s)	内田, 登一; 富岡, 暢
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 2(1), 96-111
Issue Date	1954-09-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11570
Type	bulletin (article)
File Information	2(1)_p96-111.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

森林内における昆虫のPopulationに關する生態學的研究

内田登一・富岡　暢
(北海道大學農學部昆虫學教室)

Ecological Studies on Insect Populations in a Forest

By

TOICHI UCHIDA and TORU TOMIOKA

植物群は生態學的に幾つかの階級に分けられ，最も發達したものは極相 (Climax) と呼ばれるが，森林は極相乃至これに近い狀態にあつて，森林の特徴である林木のほか，灌木，草本等の各種植物を多量に包含している。而して森林は生育する植物の種類，形態等から垂直的に幾層かに分けることができ，ALLEE et al. (1949) はこれを (1) Subterranean, (2) Floor, (3) Herbaceous, (4) Shrub, (5) Tree, (6) A layer of air above the canopy の6層に分けた。これらの各層は構成する植物が異なると同時に氣象條件もまた異なる。

昆虫の多くは食植性であるが故に，上述の如き複雜な植物相を有する森林の昆虫相は自から複雜である。なお生態的にも層によつて棲息する昆虫の種類も相違し，季節的にも變動がある。かかる問題に關しては海外においては，SANDERS & SHELFORD (1922), WEESE (1924), BLAKE (1926; 1931), SMITH (1928), SHACKLEFORD (1929), BIRD (1930), DAVIDSON (1930), CARPENTER (1935), FICHTER (1939), ADAMS (1941), RICE (1946), DOWDY (1951) 等多くの人々の研究があるが，しかし我が國にては殆んど研究せられていない。ここにおいて筆者等は森林内の各層の昆虫の數量的變動を時間的に，また季節的に調査研究する目的をもつて，1952年，5月より10月までの6ケ月間にわたつて採集した昆虫を，目，科に分類し，その各々の Population の消長を考究した。而して本研究は我が國においても近來ようやく問題となり來つた森林害虫の週期的或いは偶發的大發生を豫知する有力な1つの基礎的手段と考え，敢て本研究を企圖したものである。

調査場所

1. 位置及び地形

本研究は札幌市西方の圓山原始林内で行つた。圓山は南北の2峰に分れ，1つは170.1 m，他は226.3 m の標高を示し，前者の頂上の西下方約10 m のところに登山道路があり，これより分れた小道が尾根に沿うて走り，この兩道の間に頂上を中心にして南北に長さ約120 m，幅平均7.5 m (最大10.5 m，最小6.0 m)，面積約900 m^2 の細長い地域を調査場所として選んだ。この地域は比較的平坦にして，高度差は3 m 以内である。兩道間の傾斜は30度内外，また登山道の西側も同樣な傾斜をなし，尾根の東側は急傾斜にて一部頂上附近では絶壁となつている。

2. 植物相

現在圓山は大正5年に天然記念物に指定され，原始林として保護されている。林木の大部分は落葉喬木にて，ミズナラ，イタヤカエデ，カツラ，

シナ，クルミ，アサダ，アカダモ，オヒヨウ，キタコブシ，アズキナシ，エゾヤマザクラ，シウリザクラ等が主なものである。下草は大部分ネマガリザサであるが，ところどころにシダ類及び各種の草本があり，針葉樹は西南面に存在する。

調査地域内の植物相の主体をなすものはミズナラ，次いでカエデ類にて僅かに針葉樹を混えている。既に記述した森林植物層の6層中，筆者等は下草層 (Herb)，灌木層 (Shrub)，樹木層 (Tree) の3層のみについて調査した。而してこれら3層の植物は次表の如くである。

以上のほか，下草層には禾本科その他の草本類が多數あるも，それらの種名及び數量は省略する。なお調査地域に接する植物層は西側は調査地と類似するも，東側は崖下にシダ類が多く見られた。

種名		本數 樹木層	灌木層	下草層
ミズナラ	*Quercus crispula* BLUME	44	32	
オガラバナ	*Acer ukurunduense* TRAUTV. et MEG.	23	141	
メイゲツカエデ	*Acer japonicum* THUNB.	5	24	
アズキナシ	*Sorbus alnifolia* K.KOCH	24	52	
トネリコ	*Fraxinus sieboldiana* BLUME	8	14	
アサダ	*Ostrya japonica* SARG.	4		
ハリギリ	*Kalopanax ricinifolium* MIG.	4		
オオヤマザクラ	*Prunus donarium* SIEB. var. *sachalinensis* MAKINO	3	2	
シラカンバ	*Betula tauschii* KOIDZ.	2		
アオトドマツ	*Abies mayriana* MIYABE et KUDO	11		
エゾイヌガヤ	*Cephalotaxus nana* NAKAI		5	
ハナウド	*Heracleum lanatum* MICHX.		4	
ネマガリザサ	*Sasa kurilensis* MAKINO et SHIBATA			多數

各層における密度は下草層は上下兩道を結ぶ小道がところどころにある以外は密に草本類が繁茂し，灌木層は下草層より著しく疎であり，樹木層はその空間の凡そ90%が植物によつておおわれている狀態である。調査開始の5月上旬には開葉せる樹木は殆んどなかつたが，中旬にはミズナラ以外の木の葉は開芽した。そして10月上旬にはミズナラを除く他の樹木の葉は枯れ始め，中旬にはミズナラも枯れ，下旬には大部分の林木は落葉した。

調査方法

採集方法は捕虫網法 (Net Sweeping Method) によつた。使用した網は直徑30 cm，柄の長さ1mにて，樹木層の場合は柄を更に長くした。各回の Sweeping には大体1mの圓弧を描くようにした。各層における Sweeping の地上よりの距離は下草層30 cm，灌木層1m，樹木層4mである。

Population の調査には Sweeping の回數を出來る限り多くすることが望ましく，SANDERS & SHELFORD (1922) は4回，BIRD (1930) は3～5回，SMITH (1928)，SHACKLEFORD (1929) 及び DOWDY (1951) は50回，筆者等も50回にした。採集期間は5月から10月までにて，各月を上・中・下の3旬に分ち，各旬共5及び6の日の2日間*，計36日間，各日共朝9時15分～10時，晝12時30分～13時15分，夕16時15分～17時の3回，各層，各時間，それぞれ50回 Sweeping を行つた。

また氣象條件については，溫度，濕度並に風速を測定した。溫度は普通の溫度計のほか，最高最低溫度計を，また濕度は乾濕球濕度計を用いて各層，各時間毎に測定し，風速は携帶用微風計を

* 雨天の日は順延した。

用いて灌木層でのみ測定した。測定位置は常に調査地域の中央を選び，各層の測定位置はSweepingの高さと同一にした。

調査結果

1. 氣象條件

各層は各特有な微氣象を有するものと思われるが，本調査地における各層の溫度の差は常に1°C以内であり，濕度もまた變化少なく，僅かに上層に行くに從つて低濕となるにすぎない。それ故以下に掲げる結果は下草層における測定値に基くものである。

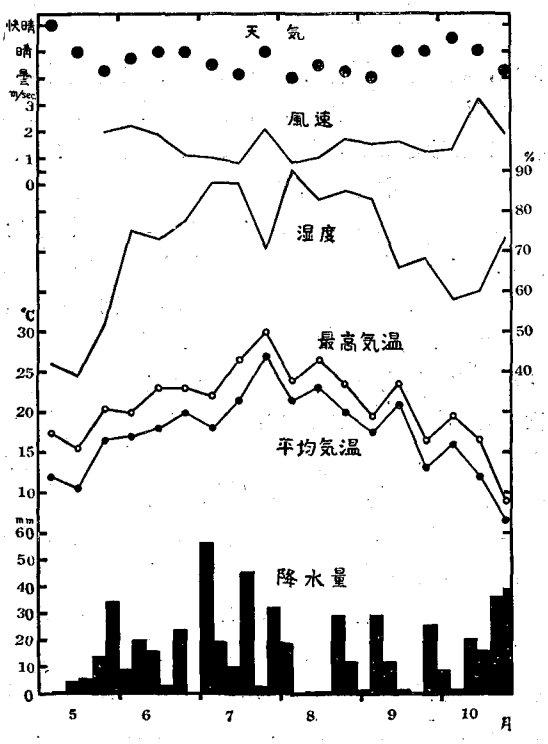
各種氣象條件の測定結果は第1圖に示す如くであつて，各旬2日間の平均値を用い，天氣も圖中晴と曇の中間にあるものは，2日間の内1日が晴，1日が曇であることを示す。降水量は參考のため札幌氣象臺の測定値を使用し，5日毎に區切り，各5日間の總降水量を表わした。

溫度：6月下旬から9月中旬までは大体20°C以上であつた。しかし7月上旬は連日降雨のため少しく低溫となり，また8月下旬から9月上旬にかけても悪天候のためやや低溫が來た。7月下旬に最高溫度が現われ30°Cに達した。最低は10月下旬にて，特に10月25日（最終調査日）の夜間に降雪を見た。なお時間的には常に晝の調査時が最高であつた。

濕度：5月は低く，6月に入つて高まり，7·8月に最高を示し，9月以降再び低濕となつた。7月下旬の低濕は高溫，强風による影響と思われる。時間的には夕刻が高濕であり，夏季には特に著しかつた。

風速：5月上・中旬は測定しなかつたが春と秋に强い樣に思われた。一般に夏季に林内の風の弱くなるのは，葉の繁茂によるものであつてWILLIAMS (1936) によれば，森林においては林緣からの距離と風速との關係は反比例的であつて，200 foot 入ると半減し，700 foot で90%減ずるという。時間的には夕刻が弱くなる。

降水量：7月に最も多く，累年平均による9月多雨と一致していなかつた。



第1圖 氣象條件の變化

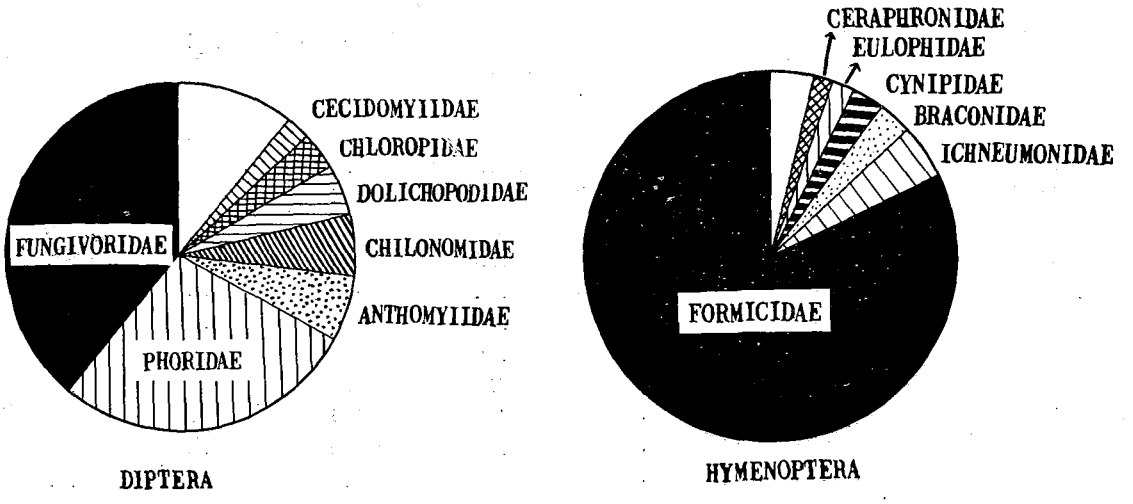
2. 採集昆虫の類別と比較

36日間に採集した昆虫總數は36,540頭にて，これを各目 (Order) の占める百分率をもつて示せば第1表の如くである。

第1表の如く全昆虫は13目に分類され，そ

第1表 目別採集個体數の比較

目	名	採集個体數	百分率 (%)
Hymenoptera	膜翅目	17,508	47.9
Diptera	双翅目	9,589	26.2
Collembola	粘管目	3,385	9.3
Coleoptera	鞘翅目	1,763	4.8
Psocoptera	嚙虫目	1,662	4.5
Hemiptera	半翅目	1,466	4.0
Lepidoptera	鱗翅目	861	2.4
Dermaptera	革翅目	176	0.5
Thysanoptera	總翅目	64	0.2
Orthoptera	直翅目	32	0.1
Neuroptera	脈翅目	30	0.1
Trichoptera	毛翅目	3	
Odonata	蜻蛉目	1	



第2圖 各科採集個体數の比較

の中，Hymenoptera が最も多く，全体の約 1/2，次いで Diptera が 1/4 を占めている。これら兩目を更に科 (Family) に分けて見ると第2圖の如く，Hymenoptera は 3/4 强が Formicidae であり Diptera は Fungivoridae と Phoridae が多い。

Coleoptera にては Curculionidae, Coccinellidae 及び Chrysomelidae, また Hemipter aでは Aphididae と Lygaeidae が多く採集された。Collembola は全部 Paronellidae であり，Lepidoptera は小蛾類が多く，チョウ類は數頭採集されたに過ぎなかつた。

次に以上の結果を層別に分けると第2表の如くである。

第2表 A. 各目層別採集個体數の比較

目　名	Herb		Shrub		Tree	
	採集個体數	百分率 (%)	採集個体數	百分率 (%)	採集個体數	百分率 (%)
Hymenoptera	13,038	50.7	3,325	45.8	1,145	32.0
Diptera	6,165	24.0	2,037	28.1	1,387	38.8
Collembola	3,086	12.0	282	3.9	17	0.5
Coleoptera	1,036	4.0	496	6.8	231	6.5
Psocoptera	1,072	4.2	286	3.9	304	8.5
Hemiptera	719	2.8	492	6.8	255	7.1
Lepidoptera	405	1.6	266	3.7	190	5.3
Dermaptera	128	0.5	34	0.5	14	0.4
Thysanoptera	22	0.1	23	0.3	19	0.5
Orthoptera	24	0.1	4		4	0.1
Neuroptera	9		11	0.2	10	0.3
Trichoptera	2		0		1	
Odonata	1		0		0	
Total	25,707		7,256		3,577	

B. 各科層別採集個体數の比較*

科	名	採集個体數 Herb	Shrub	Tree	合計
Formicidae	アリ科	11,371	2,598	402	14,371
Fungivoridae	キノコバエ科	2,423	791	503	3,717
Phoridae	ノミバエ科	1,891	594	269	2,709
Ichneumonidae	ヒメバチ科	460	222	142	824
Curculionidae	ゾウムシ科	333	224	100	657
Anthomyiidae	ハナバエ科	324	125	122	571
Chilonomidae	ユスリカ科	309	132	96	537
Braconidae	コマユバチ科	320	106	77	503
Cynipidae	タマバチ科	127	93	283	503
Aphididae	アブラムシ科	154	265	47	466
Dolichopodidae	アシナガバエ科	366	44	32	442
Eulophidae	ヒメコバチ科	163	85	105	353
Chloropidae	キモグリバエ科	215	70	54	339
Ceraphronidae	ヒゲナガクロバチ科	185	80	22	287
Lygaeidae	ナガカメムシ科	265	12	2	279
Coccinellidae	テントウムシ科	171	72	33	276
Chrysomelidae	ハムシ科	167	52	22	241
Cecidomyiidae	タマバエ科	93	62	56	211
Encyrtidae	トビコバチ科	145	16	20	181
Limoniidae	ヒメガガンボ科	55	34	35	124
Lauxaniidae	シマバエ科	71	27	21	119
Eupterygidae	ヒメヨコバイ科	24	55	37	114
Psyllidae	キジラミ科	27	32	47	106
Sarcophagidae	ニクバエ科	84	12	1	97
Empidae	オドリバエ科	38	41	18	97
Cantharidae	ジョウカイ科	35	42	18	95
Anthicidae	イツカクチユウ科	79	10	1	90
Pteromalidae	コガネコバチ科	42	19	28	89
Tachinidae	ヤドリバエ科	29	21	27	77
Diapri dae		62	12	2	76
Scelionidae	クロタマゴバチ科	31	17	23	71
Ceratopogonidae	ヌカカ科	30	18	21	69
Belytidae		36	20	6	62
Helodidae	マルハナノミ科	54	6	2	62
Staphylinidae	ハネカクシ科	51	9		58
Bibionidae	ケバエ科	22	16	18	56
Pentatomidae	カメムシ科	17	16	21	54
Sphecidae	ジガバチ科	12	24	17	53
Muscidae	イエバエ科	32	12	7	51
Syrphidae	シヨクガバエ科	13	31	7	51
Coreidae	ヘリカメムシ科	50	1		51

* 採集個体數50頭以下の科は省略した。

Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera の4目に屬する科のみを掲げた。

個体數は一般的には下草層に最も多く，灌木，樹木層の順に少ない。特に Collembola は顯著である。しかし Psocoptera は灌木，樹木兩層間の差異が少なく，また Thysanoptera と Neuroptera は3層間に有意な差は見られない。Trichoptera 及び Odonata は採集數の少ないため不明である。

また各科についてみても大体下草，灌木，樹木層と上層程採集個体數が減少しているが，Diapriidae, Sarcophagidae, Calliphoridae, Scatophagidae, Anthicidae, Nitidulidae, Staphylinidae, Lygaeidae, Coreidae は殆んど下草層に限られ，Aphididae, Eupterygidae 及び Syrphidae は灌木層に，Cynipidae 及び Psyllidae は樹木層に多く，Tachinidae, Ceratopogonidae, Bibionidae, Lathrididae 及び Pentatomidae は層による差異は認められなかつた。

時間的に各目の個体數を見れば第3表に示す如く，Hymenoptera は朝・晝・夕と次第に増加の傾向が見られ，Diptera, Coleoptra, Hemiptera は晝に増加し，反對に Collembola, Psocoptera は減少する。

第3表 各目時間別採集個体數の比較

目名	朝		晝		夕	
	採集個体數	百分率 (%)	採集個体數	百分率 (%)	採集個体數	百分率 (%)
Hymenoptera	5,271	45.7	5,745	47.5	6,492	50.3
Diptera	3,253	28.2	3,543	29.3	2,793	21.6
Collembola	1,041	9.0	753	6.2	1,591	12.3
Coleoptera	567	4.9	649	5.4	547	4.2
Psocoptera	573	5.0	497	4.1	592	4.6
Hemiptera	460	4.0	526	4.3	480	3.7
Lepidoptera	273	2.4	281	2.3	307	2.4
Dermaptera	69	0 6	48	0.4	59	0.5
Thysanoptera	14	0.1	33	0.3	17	0.1
Orthoptera	9	0.1	10	0.1	13	0.1
Neuroptera	6		10	0.1	14	0.1
Trichoptera	1				2	
Odonata					1	
Total	11,537		12,095		12,908	

上述の結果は全期間の合計値から論じたものであつて，これを總ての時期に當はめることは勿論不可能であつて，季節的變化に關しては次章に述べる。

3. 季節的消長

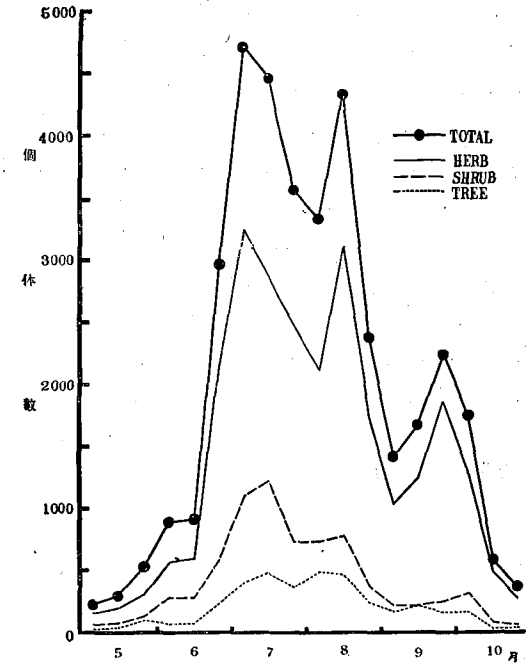
資料は總て旬を單位とし，各旬2日間の合計値を使用した。なお5月下旬第2日は降雨のため夕刻の採集ができなかつたので，それは缺如したまま使用した。

第3圖には各層及びそれらの合計の季節的消長を示した。

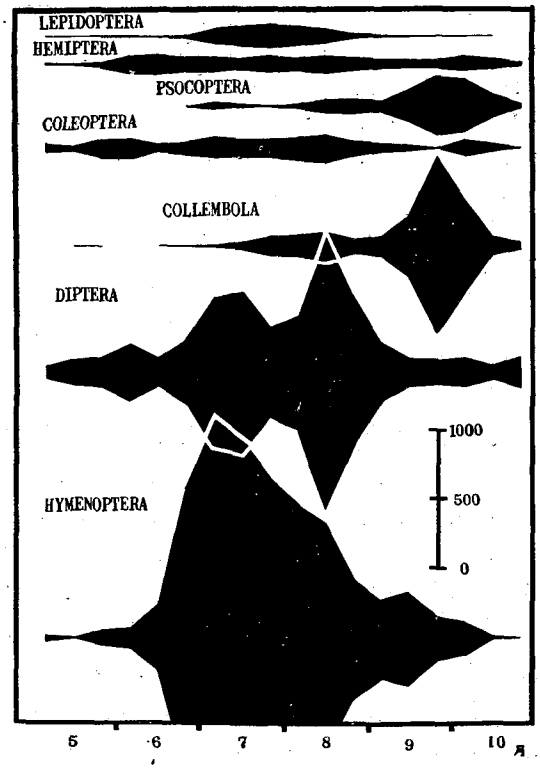
昆虫數は5月から6月中旬まで徐々に増加するが，6月下旬に急激に増加し，7月上旬には最も多く，4,725頭採集された。以後減少したが8月中旬に再び増加し，9月下旬に3度増加した。各層においても略同様な傾向が見られるが，下草層で特に著しい。採集個体數は常に下草層に最も多く，灌木，樹木層の順である。從つて下草層における個体數の増減が，合計の個体數の増減に對しても最も主要な役割を果している。

A. 各目の季節的消長

各目の季節的消長は第4圖の如くにして，各



第3圖 層別採集個体數の季節的消長



第4圖 目別採集個体數の季節的消長
(但し採集個体數800以上の目)

目の採集個体數の最大となる時期はかなり異なつている。第3圖の第1の峰は Hymenoptera と Diptera, 第2の峰は Diptera, 第3の峰は Collembola の増加によることが明らかである。

各目の季節的の増減は3つの型に分けることができる。

a) 單峰型
  1) 夏季増加型 Hymenoptera, Lepidoptera
  2) 秋季増加型 Collembola, Psocoptera
b) 双峰型 Diptera
c) 無峰型 Coleoptera, Hemiptera

Hymenoptera と Lepidoptera は同じ型であるが，曲線の傾斜はかなり相違し，また最大個体數を示す時期もややずれている。これに反して Collembola と Psocoptera とは非常に良く似た經過をたどり，個体數最大の時期も一致している。しかし風速がこれら両目に及ぼす影響はかなり相違し，10月中旬における例を示すと次の如くである。

	Collembola (頭)	Psocoptera (頭)	風速 (m/sec)
第 1 日	2	73	4.7
第 2 日	129	94	1.6

即ち Psocoptera は 4 m/sec 程度の風速には殆んど影響を受けないが，Collembola は著しく減少する。この事實は7月下旬にも明らかに見られた。更に風の影響は Hymenoptera, Diptera, Coleoptera その他の目にも多かれ少なかれ見られた。

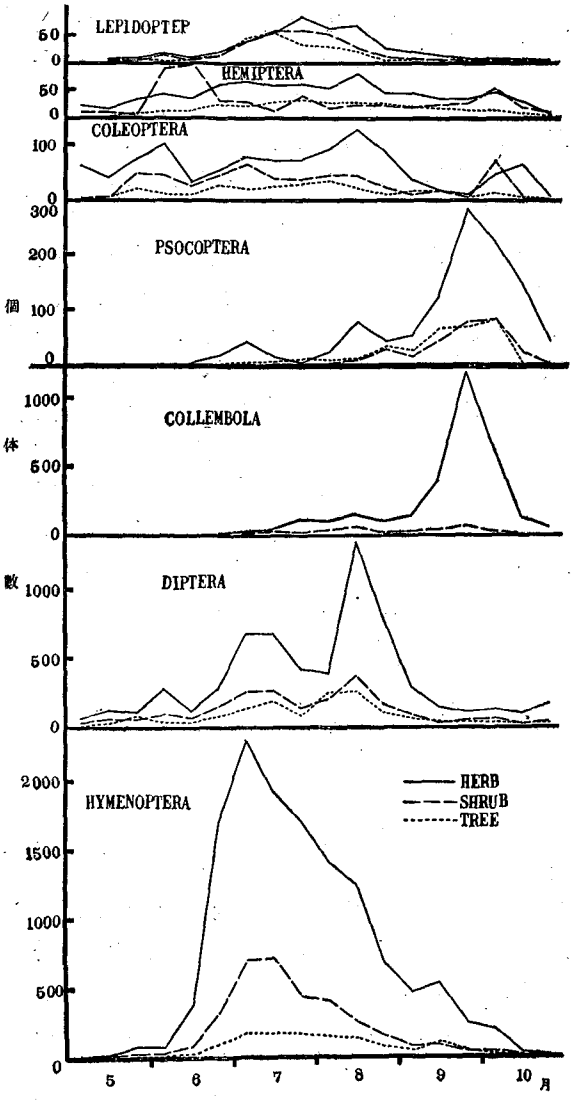
各目の季節的消長を更に層別にして示すと第5圖の如くである。

Hymenoptera: 層間の差異は明瞭で，下草，灌木，樹木層の順位になつている。9月以降は灌木，樹木両層間の差異は殆んどない。

Diptera: 下草層は他層より明らかに多く，曲線の型は各層共双峰型であるが，下草層で最も顯著である。

Collembola: 殆んど下草層にのみ棲息している。

Psocoptera: 下草層に多く，灌木，樹木両層



第5圖 各目の層別採集個体數の季節的消長

間の差異は少ない。

Coleoptera：秋季一時的に灌木層で増加するが，その他は下草層に多い。

Hemiptera：春秋に灌木層に多くなる以外は下草層に多い。灌木，樹木兩層間の差異は少ない。

Lepidoptera：7月下旬から8月下旬までの期間を除き各層間の差異は少ない。

以上各目を總合して見ると，各目共下草層に最も多いが，特定の時期に限り灌木層に多くなる目もあり，一般に灌木層と樹木層との差異は僅少であるが，前者に少しく多い。

次に各層について見ると，下草層における各目の消長曲線の型は第4圖と良く似ている。これは個体數の多い Hymenoptera, Diptera, Collembola 等の増加が何れも下草層で起つたためである。灌木層は下草層と同様に Hymenoptera が多いが，この層の特徴は Collembola が少なく，秋に増加を示さず，Psocoptera が秋に第1位を占めることと，6月前半に Hemiptera が多いことである。樹木層は以上の2層と異なり，Diptera がむしろ Hymenoptera より多く，Collembola が殆んど見られないことである。

B. 各科の季節的消長

本調査によつて採集せられた13目中の主な4目，Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera の各科について季節的消長を考究した。

(1) Diptera

單峰型の曲線をなすものが多いが，最も個体數の多い Fungivoridae は3峰型と思われる曲線を，また Phoridae は典型的な双峰型曲線を呈している。而して多くの科は夏季に増加するが，Phoridae は最高温度期に減少し，Limoniidae は10月に入つてから増加し，Chilonomidae も10月下旬に急激な増加を示した。

一般に各科共下草層に多いことは第5圖によつて知られるが，Fungivoridae, Phoridae, Dolichopodidae 及び Chloropidae は常に下草層に多く，Anthomyiidae, Lauxaniidae も比較的下草層に多い。Cecidomyiidae は春には下草，灌木，樹木層の順位であるが，夏は全く反對の順位となつている。全期間にわたり採集された科は Fungivoridae, Phoridae, Anthomyiidae 及び Chilonomidae であり，出現時期の遅い科としては，Culicidae 及び Ceratopogonidae が7月より採集され，また Empidae は8月以降，Agromyzidae は9月以降採集されなかつた。

氣象條件との關係を見ると，7月下旬がその前後に比し，高温，低濕，强風にて，Phoridae の減少と一致している。この時期の結果を層別に比較すると次の如くになる。

下草層では兩日間に殆んど差がなく，他の2

月日	採集個体數			溫度	濕度	風速
	下草層(頭)	灌木層(頭)	樹木層(頭)	(℃)	(%R.H.)	(m/sec)
7・24	40	35	14	26.5	75	1.0
7・25	42	10	4	27.5	67	3.2

層で第2日には約1/3に減少している。これは低濕と強風，特に強風の影響によると考えられる。同様な結果が Fungivoridae でも認められ灌木及び樹木兩層で約1/4に減少した。Cecidomyiidae は7月中旬より8月下旬までは樹木，灌木，下草層の順位になつているが，一時7月下旬には順位が亂れ逆になつた。これも恐らく風の影響と思われる。他の科は採集個体數が少ない故明瞭ではないが，多少の差はあれ風の影響を受けている。しかし何れも上方の2層に限定され，下草層には及んでいない。一方7月下旬に全期間中の最高採集個体數を記錄した科もあつた。

(2) Hymenoptera

大部分の科は單峰型を呈するが，Cynipidae は双峰型の曲線を描いている。7月から8月にかけて殆んどの科は個体數を増すが，Ceraphronidae は9月中旬に最も多く，Cynipidae の第2の峰と一致している。Formicidae, Ichneumonidae, Braconidae 及び Cynipidae は大体全期間にわたり採集されたが，コバチ類は6月頃から漸次採集されたものが多かつた。

層間の差異をみると，下草層に多く，その最も典型的なものは Formicidae である。Braconidae と Ichneumonidae は灌木，樹木兩層間の差異が少ない。Cynipidae は他とかなり異なり，5·6及び10月を除き樹木層に最も多く，下草層と灌木層との差異は少ない。Encyrtidae は殆んど下草層で採集された。

氣象條件との關係を見るに，Formicidae においてかなりの影響が見られた。7月下旬の結果は次の如くである。

月日	下草層(頭)	灌木層(頭)	樹木層(頭)
7・24	923	213	21
7・25	517	123	20

樹木層では差がなく，下草，灌木兩層で減少が認められた。これは Phoridae の場合と全く逆の結果であり，更に Ichneumonidae や Braconidae 等有翅のものが減少を示さず，むしろ増加さえしているに拘らず，地上附近のアリ類が風に大きく影響されることは意外な事實であつた。

(3) Coleoptera

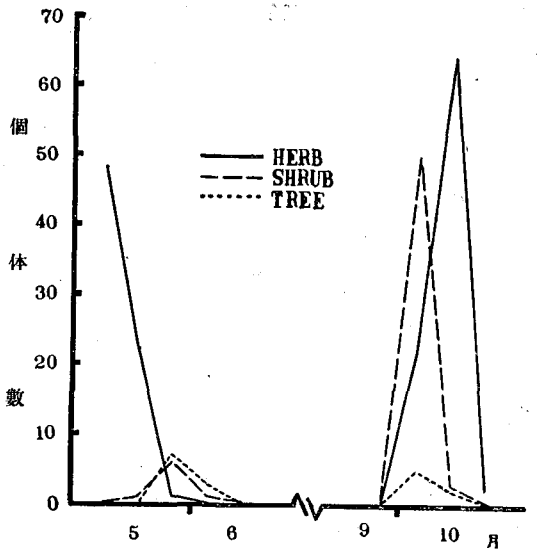
前述の2目と異なり，科により様々な消長を呈し，目としての一定の傾向は把握できない。Chrysomelidae は明瞭ではないが2つの峰をなし，Curculionidae は一定間隔で3峰型を呈するが，これら兩目の峰は或1種が週期的に増減したものではなく，發生の時期的に異なる幾つかの種類が交互に増加した結果である。これに對して Coccinellidae は判然とした双峰型曲線を呈するが，それは或1種が季節的に増減して生じたものである。採集個体數の増減によつて，次の如き型に分けることができる。

i) 春季増加型 Cantharidae, Anthicidae
ii) 夏季増加型 Chrysomelidae, Staphylinidae
iii) 春季及び夏季増加型 Curculionidae
iv) 春季及び秋季増加型 Coccinellidae

Coleoptera を全体的にみると，5月においては Coccinellidae が多く，6月には Curculionidae と Anthicidae が増加し，夏には Chrysomelidae が Anthicidae と入れ換り，更に8月には他の科の増加もあつて Coleoptera の Population は最大となるが，9月には總ての科が減少し，下旬には僅か12頭採集されたに過ぎなかつた。しかし10月に Coccinellidae が再び増加した。かくの如く Coleoptera 全体としては第4圖に示す如く全期間中大きな變化はない。

層間の比較を試みると，Staphylinidae 及び Anthicidae は殆んど下草層でのみ採集され，Chrysomelidae は8月に下草層で急増している。Curculionidae は一時下草，灌木兩層間の差がなくなるが，大体下草，灌木，樹木層の順位である。

Coccinellidae の春秋の Population は殆んど *Vibidia duodecimguttata* Poda（シロホシテントウ）で占められ，興味ある事實を認めた。この昆虫の季節的消長は第6圖に示す如くである。



第6圖 シロホシテントウの層別採集個体數の季節的消長

シロホシテントウは季節により，その棲息場所を變えることがわかる。即ち春には始め下草層に棲息するが次第に上層へ移動し，秋に再び下層へ下つてくる。また飛翔は時間的に晝間に限られ，季節的には10月上旬であるが，中旬には飛翔は止み，2ケ所に集團をなしていた。この場所は共にミズナラの根本近くから分岐している細い枝の周圍及び葉の兩面，特に裏面であつて，且つ樹幹の南面に位し，風が直接當らないところであつた。この時期には殆んど活動を止め，刺戟を與えると地上に落下するが，決して飛翔することはなかつた。10月下旬には集團が更に地面に近く下降し，附近の落葉下にも多數發見された。かくて本種は秋に灌木層から下草層へ，更に下の地表層 (Floor) へと移動する。かかる移動は恐らく越冬のためであつて，本種は地表層又は地中層 (Subterranean) で越年するものであろう。而して春には全く逆の經過で移動するが，採集結果は秋程明瞭ではなく，灌木層に增加が認められた時期に樹木層でも增加が見られている。本種の上述の如き移動は溫度と密接な關係にあると思われる。即ち溫度の上昇に伴い上層へ移動し，飛翔も晝間の高溫時に限られ，朝夕には飛翔しない。

(4) Hemiptera

Aphididae は春秋に多く，双峰型の曲線を呈するが，他の科は大体單峰型であつて，Lygaeidae は夏に，Eupterygidae は秋に增加する。各層について見ると，Coreidae と Lygaeidae の多くは下草層で採集されたが，他の科は比較的上層に棲息するものが多く，Psyllidae やヨコバイ類は樹木層又は灌木層に多く，Aphididae は灌木層に多い。

C. 科數の季節的消長

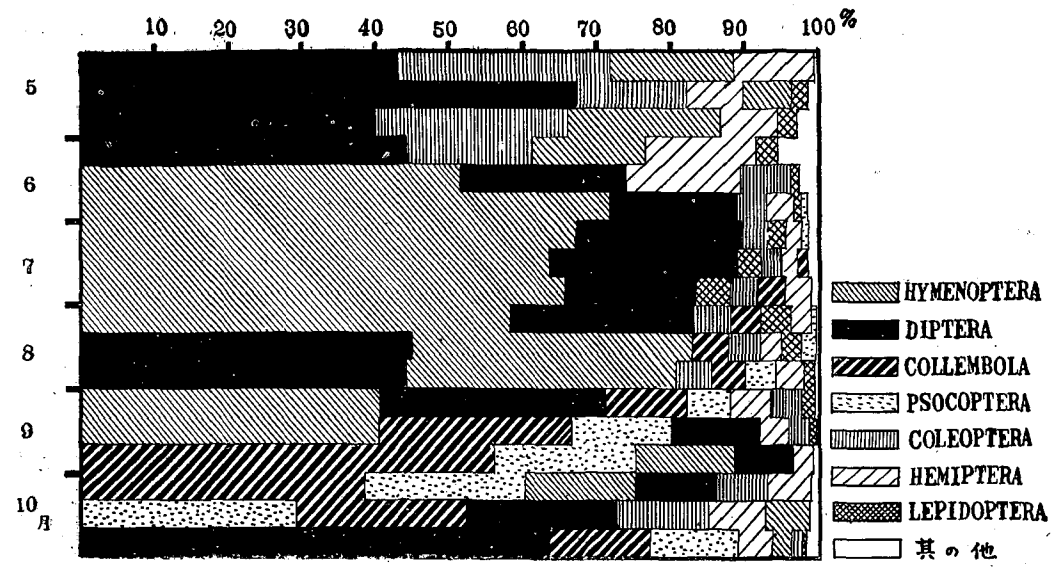
ここに取扱つた主な4目，Diptera, Hymenoptera, Coleoptera 及び Hemiptera の科數の季節的消長を見るに，夏季に科數が多くなるが，個体數の消長曲線とは一致しない。個体數は7月上旬に最高に達するが，科數は7月下旬で最高になる。しかし溫度の昇降と科數の增減とは良く一致し，最高溫期に科數も最大になつた。

D. 昆虫相の季節的變遷

昆虫相の季節的變遷の樣相を知るために，各旬に採集した昆虫を目別にし，その各々の百分率を計算して季節的變化を見ると，第7圖に示す如くになる。

6月中旬に入ると Hymenoptera の占める割合は一擧に50% 近くに增加し，一方 Coleoptera と Diptera の減少が目立つ。7月に Collembola が出現し，8月中旬には Hymenoptera の割合が一段低くなり，9月中旬には Collembola と Psocoptera の增加が著しく，9月下旬には Hymenoptera は急激に減少して，僅か10% 內外を占めるに過ぎない。10月下旬は殆んど Diptera で占められている。

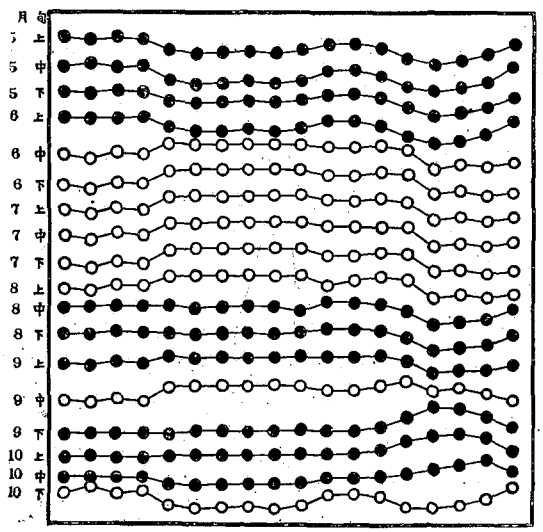
SMITH (1928), SHACKLEFORD (1929) 等は昆虫には或季節にのみ出現するものがあることからして，1年を Prevernal, Vernal, Aestival, Serotinal, Autumnal, Hibernal の6つの生物季節 (Biotic season) に分けた。筆者等の調査は5月から10月までであり，その上，目別 (第7圖) のものであつて，種にまで細分していないから不充分ではあるが，5月～6月上旬 (Vernal), 6月中旬～8月上旬 (Aestival), 8月中旬～9月上旬 (Serotinal), 9月中旬～10月中旬 (Autumnal) とみなすことができる。10月下旬は未だ Hibernal ではなく，ま



第7圖 昆虫相の季節的變遷

た Autumnal とも少し異なつていて，これに關しては11月の採集をなした後に吟味しなければならない。

以上の如く昆虫相の變遷から1年を幾つかの季節に分けることができるが，元村(1935)の如く昆虫群集の移り行きを相關係數を用いて表わすこともできる。今各旬に採集した昆虫を目別に分け，各旬間の相關係數を算出し，その系列を圖示すれば第8圖の如くである。



第8圖 各旬群集相互間に求めた相關係數の系列

この圖より次の如き群集に分けることができる。

i) 5月上旬～6月上旬
Diptera 群集

ii) 6月中旬～8月上旬
Hymenoptera 群集

iii) 8月中旬～9月上旬
Diptera-Hymenoptera 群集

iv) 9月中旬
Hymenoptera-Collembola 群集

v) 9月下旬～10月中旬
Collembola-Psocoptera 群集

vi) 10月下旬
Diptera 群集

これを第7圖による結果と比較すると良く一致し，各旬を構成する目の個体數の百分率算出による群集變化の識別はかなり正確に群集の動きを表わしている。各層における變遷の模様を上述の如き方法で檢討すれば，下草層での昆虫群集の動きは第7圖と殆んど同様である。灌木層では Vernal と Aestival の中間に Hemiptera を主とする群集があつて，Aestival は6月下旬から始まる。樹木層では灌木層と同様に Aestival は6月下旬から始まるが7月下旬で終り，8月からは Serotinal に入つている。また10月中旬は Au-

tumnal と少しく違つている。

以上の如く各層で生物季節に若干のずれがあり，昆虫群集の動きのみから見れば，上層程春季の訪れは遅く，秋季の到來が早くなる傾向にある。又同じ生物季節内においても層によつて群集が異なつている（第4表）。

第4表　各季節における各層の群集

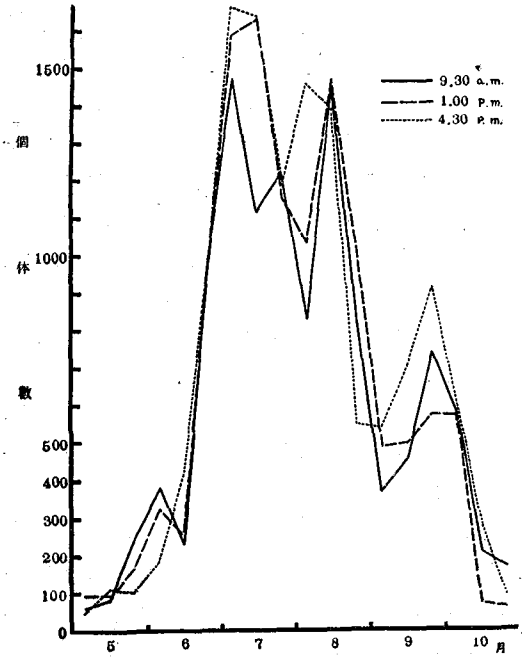
季節＼層	下草	灌木	樹木
Vernal	Diptera 群集	Diptera-Hemiptera 群集	Diptera 群集
Aestival	Hymenoptera 群集	Hymenoptera 群集	Hymenoptera-Diptera 群集
Serotinal	Diptera-Hymenoptera 群集	Diptera-Hymenoptera 群集	Diptera-Hymenoptera 群集
Autumnal	Collembola 群集	Psocoptera 群集	Psocoptera 群集
	Diptera 群集	Diptera 群集	Diptera 群集

4. 1日内の時間的消長

調査を行つた36日は，何れも1日3回づつ採集を行つているので，各旬の採集個体數を朝・晝・夕に分けて，その季節的消長を示すと第9圖の如くである。

2·3の時期を除き，朝・晝・夕の3者間に顯著な差は見られなかつた。しかし夕刻が他に比し僅に多い傾向にある。

上の結果を更に日毎に檢討すると次の如くである。



第9圖　時間別採集個体數の消長

Hymenoptera：夕方に多く特に夏期に顯著である。7月下旬は風の影響を受けて晝と夕の個体數が減少した。7月中旬と8月上旬は時間による差異が顯著であるが，前者の朝の減少，後者の夕方の增加は何れも Formicidae の變動によるものである。

Diptera：晝に多く採集されているので，溫度と密接な關係がある樣に思われる。8月下旬は夕方に著しい減少を示しているが，これは第2日の夕方の採集前約30分まで2時間にわたる降雨があり，Diptera の Population の主要構成科である Fungivoridae と Phoridae が著しく減少したためである。

Collembola：明らかに夕方に多く晝に少ない。この目と次の Psocoptera は共に溫度とは負，濕度とは正の相關關係がある樣である。しかしながら8月下旬の夕方は濕度92%なるに拘らず，Collembola は殆んど採集されていないが，これは採集直前の降雨の影響と考えられる。FORD (1937) は Collembola が秋から冬にかけて增加し，濕度と正の相關關係があることを認めているが，筆者等の調査に於ても同樣のことが認められた。

Psocoptera：時間的相違は著しくないが，秋季には夕方に多く，晝に少ない。

Coleoptera：特に顯著な差異は認められないが，10月上旬に晝に多くなつている。これは主として *Vibidia duodecimguttata* による現象である。

Hemiptera：差異は少ないが，春秋に Aphi-

didae の多い時期には僅かに晝に多い傾向がある。

Lepidoptera：晝間のみの採集であるため，時間による差異は認められない。

以上各目を總合して見ると，第9圖の7月中旬における朝の減少と8月上旬における夕方の增加は何れも Hymenoptera, 特に Formicidae の增減によるものである。8月下旬は雨の影響を受けて夕方に減少を見，9月に夕方が多いのは Collembola の增加によるものである。

論　議

1. 昆虫相と植物相の關係

植物相の複雜豐富な地域における昆虫相はまた同樣である。從つて下草層は植物の種類及び個体數においても最も豐富であるから，昆虫においても同樣の結果になると考えられる。調査結果は全くこの考えに一致している。以上の結果は FICHTER (1939) 及び DOWDY (1951) の研究とも良く一致しているが，BIRD (1930) の結果では下草層と灌木層との差が明らかでなく，SANDERS & SHELFORD (1922) によると灌木層の方が下草層よりも多かつた。しかし植物相の貧富を考慮すれば，これらの結果も容易に理解できる。即ち FICHTER や DOWDY は密集した針葉樹林内で調査し，灌木層の植物は貧弱であると想像される。又 SANDERS & SHELFORD は湖岸近くの草地と砂地が略相半ばし，灌木層にはヤナギその他の廣葉樹がある場所で調査したため，灌木層が下草層よりも昆虫が多いのであろう。しかし總ての研究者の結果は樹木層に昆虫が少ないことにおいて一致し，筆者等の調査にても同樣の事實を認めた。灌木層は樹木層よりも植物相が單純貧弱であるに拘らず，昆虫數は遙かに多い。この原因には種々考えられるが，要ぼ灌木層が昆虫の生活に樹木層よりも好適なためであろう。

2. 昆虫の季節及び時間による層的移動

夏季の溫度上昇に伴い，下草→灌木→樹木層と順次移動する昆虫があるが，逆の方向に移動するものは認められなかつた。これらの昆虫は秋に溫度下降によつて，順次下方の層へ移動する。この樣な層的移動の現象は SANDERS & SHELFORD を始め，多くの研究者が認めているが，筆者等の調査においても *Vibidia duodecimguttata* の層的移動は顯著であり，溫度と深い關係にある。

1日內の時間による層的移動は目及び科としては認められなかつたが，種について精査すれば移動を行う昆虫があるかも知れない。PARK (1938) によれば晝行性昆虫 (Diurnal insect) と夜行性昆虫(Nocturnal insect) の交代する時間は 7～8時,17～18時であるという。また SANDERS & SHELFORD は 14時30分～20時30分の間を4時間毎に採集した結果，層的移動の事實を確めている。筆者等の調査は 9～17時の間であつたためか層的移動は認められなかつた。

3. 昆虫の Population の推定及び比較

本調査は季節による昆虫の Population の增減という相對的な問題を目的として行つたものであるから，昆虫相の調査及び棲息密度の推定に關しては，採集方法から見て不完全である。從來棲息密度の推定に關しては多くの人の研究があるが，主としてその方法としては Net Sweeping であり，その一定回數により採集した個体數を記錄し，次に一定容積の蓋のない箱等を用いて Net Sweeping を行つたと同條件の場所に伏せ，內部の昆虫を毒殺して個体數を數え，兩採集法を比較して網の一振りが何 m^3 に相當するかを算出して，その地域の Population を推定している。

BEALL(1935)は詳細な研究をなし，Net Sweeping 法では或種の昆虫は採集を免れることが考えられ，これは特に Diptera において著しく，また同一種でも時間的に活動狀態が違うことを考慮している。筆者等の研究においても Diptera の大型のものは採集が困難であつた。一例を擧げると，5月中・下旬には夕方に日當りの良い樹幹の下部に，クロバエが密集しているのが觀察されたが Net Sweeping では殆んど採集されなかつた。BEALL は Net Sweeping とシリンダーの兩方法を比較し，Net Sweeping の 6～9回が 1 m^2 に相當するとしているが，Diptera は特別に取扱つている。箱を伏せる方法では Diptera その他敏捷な昆虫を完全に捕え得ないので，BEALL はシリンダーを用いたのであるが，この方法にも缺點がある。

これは自由に昆虫の出入できるシリンダーを備えておき，調査の時に兩端を閉じ，内部の虫數を調べるのであるが，シリンダーの内部と外部とでは環境條件が當然異なり，從つて昆虫の分布もシリンダーの内外で均等であるとは考えられない。

森林内の各層における昆虫の Population の推定及び比較をなすには，當然同一の採集法を採用すべきであるが，それは極めて困難であるため，少なくとも2種の採集法を必要とする。即ち Net Sweeping 法は下草層以上の層には適するが，前述の如く Diptera 等の捕獲率が低く，これは更に網を振る速度によつても大いに變化すると考えられる。また植物その他に固着している昆虫も採集され難い。一方箱等を用いる方法には下草層と地表層を別々に採集する手段がない。森林内の各層のうち地中層の採集は完全になし得るが，他の層では多少に拘らず實際の棲息個体數よりも過少評價される。以上の如き事實を考慮して本研究では採集の困難なかつ他層と比較のできない地中，地表の2層を除外した。

既述の如く，昆虫は種類により採集に難易があるから，目または科の間の比較には愼重な考慮を要する。例えば第1表において，Hymenoptera が最も多いが，調査地域内で棲息密度が最も高いと結論するのは早計である。採集困難な Diptera が全体の $^1/_4$ を占めている故，棲息密度は Hymenoptera よりも高いかも知れない。更に嚴密には同一種類でも，季節又は時間により採集に難易があるから，僅かの差異をもつて季節的消長を論ずることは危險である。Population の大小を比較するには，夫々の種について最も正確に Population を推定できる方法を用いて比較するか，または採集法を一定にし，各種がこの方法で捕えられる難易を或係數で表はし，採集個体數と係數との積の形で比較しなければならぬと考える。そのためには各種について實驗的に一々採集方法または係數を決定して行く必要がある。

4. 氣象條件との關係

溫度の影響は2·3の科で認められたが，一般的には夏季に增加するのが普通であるから輕々しく結論することは出來ない。風速の影響は顯著であつた。風は有翅昆虫の飛翔に大きく作用することは容易に考えられるが，秒速4m程度の風に對しては大型の Diptera 及び Psocoptera 等は影響されない。然るに下草層に棲息し，風の作用が少ないと考えられる Formicidae や Collembola が著しく影響を受けたのは意外であつた。なお日射量は重要な因子と考えられるが，今回はこれに關する調査を缺くため，今後の研究にまたねばならない。

以上調査結果について論じて來たが，昆虫群集の動行は年々同じ過程を經るとは考えられず，事實あるものは，ある年週期をもつて增減している。僅かに1年間の調査をもつて結論を見出すことは勿論不可能であつて，なお今後數年間採集を續け，種にまで細別，分析することによつて，何等かの結論を得ることができると思われる。而して本研究は少なくともその一助となるものと考えられる。

摘　要

本研究は森林内各層の昆虫の數量的變動を季節的並びに時間的に調査研究する目的をもつて，1952年5月より10月までの6ケ月間，毎旬2日間，札幌市郊外圓山原始林内において捕虫網採集法 (Net Sweeping Method) によつて採集した昆虫を目及び科に分類して分析を試みた。

(1) 採集昆虫は合計36,540頭，13目にわたつた。Hymenoptera (内 $^3/_4$ 强は Formicidae) は最も多く，約5割を占め，Diptera がこれに次いだ。

(2) 昆虫數は6月末より急增し，7月には Hymenoptera, 8月には Diptera, 9月には Collembola が顯著に增加し，夫々峰 (Peak) を形成した。これらの增加はいずれも下草層で見られ，上層程個体數及びその增減の程度が少ない。

(3) 一般に夏期に增加するものが多いが，Collembola 及び Psocoptera は秋に增加する。

(4) Diptera の季節的消長の曲線は双峰型であるが，特に Phoridae は顯著である。

(5) 一般に下草層に棲息するものが多いが，季節的に棲息する層を變えるものがある。これは氣溫の昇降と密接に關係し，夏には上層へ，秋に

は下層へ移動し，反對の方向に移動するものは見られない。

(6) シロホシテントウは春秋にのみ採集され，明瞭な層的移動を示した。即ち

春季　地表→下草→灌木→樹木層

秋季　樹木→灌木→下草→地表層

(7) 氣象條件との關係は顯著ではないが，風速4 m/sec以上になると，小形 Diptera は上層において減少し，下草層では Collembola, Formicidae が著しく減少する。しかるに Psocoptera は比較的風の影響を受けない。

(8) 科數の消長は個体數の消長と一致しないが，氣溫とは良く一致する。

(9) 昆虫群集の動行から次の如き季節に分けられる。

Vernal period　5月～6月上旬
　　Diptera 群集
Aestival p.　6月中旬～8月上旬
　　Hymenoptera 群集
Serotinal p.　8月中旬～9月上旬
　　Diptera-Hymenoptera 群集
Autumnal p.　9月中旬～10月中旬
　　Collembola 群集

(10) 時間的變動は顯著でなかつた。

引用文献

1) ALLEE, W. C., A. E. EMERSON, O. PARK, T. PARK & K. P. SHMIDT. (1949): Principles of Animal Ecology. Saunders, 837 p.
2) BEALL, G. (1935): Study of arthropod populations by the method of sweeping. Ecology, 16; 216-225.
3) BIRD, R. D. (1930): Biotic communities of the aspen parkland of central Canada. Ecology, 11; 356-442.
4) BLAKE, I. H. (1931): Further studies on deciduous forest animal communities. Ecology, 12; 508-527.
5) CARPENTER, J. R. (1935): Fluctuations in biotic communities. 1. Prairie-forest ecotone of central Illinois. Ecology, 16; 203-212.
6) DAVIDSON, V. E. (1930): The tree layer society of the maple-red-oak climax forest. Ecology, 11; 601-606.
7) DOWDY, W. W. (1951): Further ecological studies on stratification of the Arthropoda. Ecology, 32; 37-52.
8) FICHTER, E. (1939): An ecological study of Wyoming spruce-fir arthropods With reference to stratification. Ecol. Monogr., 9; 184-215.
9) FORD. J. (1937): Fluctuations in natural populations of Collembola and Acarina. Jour. Anim. Ecol, 6; 98-111.
10) 元村　勲 (1935): 群聚の統計法に於ける相關係數の利用. 生態學研究, 1 (4); 339-342.
11) SANDERS, N. J. & V. E. SHELFORD (1922): A quantitative and seasonal study of a pine-dune animal community. Ecology, 3; 306-332.
12) SHACKLEFORD, M. W. (1929): Animal communities of an Illinois prairie. Ecology, 10; 126-154.
13) SMITH, V. G. (1928): Animal communities of a deciduous forest succession. Ecology, 9; 479-500.

Résumé

The purpose of this paper is to study the seasonal and diel fluctuations of the insect population in three strata of the forest, i. d. herb, shrub and tree. At Maruyama forest near Sapporo, numerous insects were collected by a net sweeping method during six months from May to October, 1952. In the present investigation the collection is arranged according to the order.

The results are as follows:

(1) As many as 36,540 individuals belonging to thirteen orders are collected in all. The population of Hymenoptera, occupied mostly by Formicidae, is the largest, and that of Diptera is the next.

(2) On the curve representing the seasonal fluctuation of the whole insect population there are three peaks. Every peak is resulted from the increase of Hymenoptera and Diptera, Diptera, and Collembola respectively. The insect population of the herb stratum is the largest, and that of the tree stratum is the smallest.

(3) In general the population of most orders increases in summer, while that of Collembola and Psocoptera increases in autumn.

(4) The curve representing the seasonal fluctuation of the population of Diptea is bimodal, especially that of Phoridae being remarkable.

(5) The seasonal change of inhabiting strata is observed in certain families. In summer as the air temperature rises, the vertical movement from the herb to the shrub stratum and then to the tree stratum occurs. On the other hand as the air temperature falls in autumn, the reverse vertical movement takes place.

(6) The movement of the ladybird beetle, *Vibidia duodecimguttata* PODA, in the strata is as follows:

In spring (May) floor⟶herb⟶shrub⟶tree
In autumn (October) tree⟶shrub⟶herb⟶floor.

This may be correlated with the air temperatures. The hibernating habit of this beetle may be also to do with.

(7) When the wind velocity becomes as strong as 4 m/sec., the population of Collembola and Formicidae decreases considerably in the herb stratum, and that of Diptera decreases in the tree and shrub strata, whereas that of Psocoptera is never affected.

(8) The seasonal fluctuation of number of families does not coincide with the insect population, but closely with the air temperature.

(9) The insect fauna may be divided into the following biotic seasons according to quantitative and qualitative changes:

Vernal period ..... May to June 10.
Aestival period ..... June 11. to August 10.
Serotinal period ..... August 11. to September 10.
Autumnal period ..... September 11. to October 20.

(10) The diel fluctuation of the insect population is not so conspicuously represented from 9.00 a. m. to 5.00 p. m.