

論文 (Original Article)

皆伐後の温帯落葉樹林の二次遷移に伴う双翅目昆虫群集の変化

末吉昌宏^{1)*}・前藤 薫²⁾・榎原 寛³⁾・牧野俊一⁴⁾・祝 輝男⁵⁾

Changes in dipteran assemblages with secondary succession of temperate deciduous forests following clear-cutting

SUEYOSHI Masahiro^{1)*}, MAETO Kaoru²⁾, MAKIHARA Hiroshi³⁾, MAKINO Shun'ichi⁴⁾ and IWAI Teruo⁵⁾

Abstract

We investigated the dipteran assemblages from April to November collected by Malaise traps set in temperate deciduous forests in the northern region of Ibaraki Prefecture, central Japan. The number of species and individuals of brachyceran Diptera (excluding the Calyptrata) from six sites were tabulated and compared among the old-growth natural forest (1 stand), 5-70 year-old secondary forests regenerated following clear-cutting (4 stands), and the 57 year-old mixed forests (1 stand). Results indicate that species richness and species composition of brachyceran Diptera varied with forest ages. The family Tephritidae, the genus *Suillia* (Heleomyzidae), the families Syrphidae, Clusiidae, Xylomyiidae, Xylophagidae, and Pipunculidae representing phytophages, mycetophages, saprophages, predators and parasitoids, exhibited different responses in species richness and species composition to changes of forest types. The Empididae, Syrphidae, and Lauxaniidae are most abundant in species and individuals among 41 families collected in the Malaise traps. The species composition of the Syrphidae distinctively differs among forest types (i.e., young secondary forests, mixed forest, and old forest) and is thus useful in assessing the diversity of such habitats.

Key words : Bioindicator, secondary forest, insect diversity, landscape management, Syrphidae.

要 旨

茨城県北部の温帯落葉樹林の二次林、混交林、自然林に調査地を設定し、皆伐後の二次林回復時における有弁類を除く双翅目短角類の種数・個体数を通年で調査した。その結果、41科441種余りを見出し、それら短角類群集の種構成は森林の成熟に伴って変化する傾向にあることが明らかになった。植食性、菌食性、腐食性、捕食性および捕食寄生性といった短角類の多様な食性を代表する分類群としてミバエ科、トゲハネバエ科キイロトゲハネバエ属、ハナアブ科、クチキバエ科、キアブ科、キアブモドキ科、アタマアブ科が挙げられ、それぞれが森林の遷移に対して異なった応答を示すことが明らかになった。また、本研究では森林に生息する主要な短角類として、オドリバエ科、ハナアブ科、シマバエ科が挙げられ、そのうちハナアブ類群集の種構成は遷移の進んだ林齢の似通った二次林および自然林間では殆ど変化は無く、皆伐地、混交林、壮齢林のように異なる森林タイプで大きく異なっていた。そのため、ハナアブ科は様々な森林タイプを含む景観の多様性を評価するのに有用であると考えられる。

原稿受付：平成15年3月28日 Received Mar. 28, 2003 原稿受理：平成15年5月7日 Accepted May. 7, 2003

* 森林総合研究所森林昆虫研究領域 〒305-8687 つくば市松の里1

Department of Forest Entomology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan; e-mail : msuey@ffpri.affrc.go.jp

- 1) 日本学術振興会科学技術特別研究員 Domestic Research Fellow of JSPS
- 2) 神戸大学農学部生物環境制御学科昆虫科学研究室 Laboratory of Insect Science, Faculty of Agriculture, Kobe University
- 3) 森林総合研究所海外研究領域 Department of Global Forest Research, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
- 4) 森林総合研究所森林昆虫研究領域 Department of Forest Entomology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
- 5) 株式会社地域環境計画 Regional Environmental Planning Inc.

キーワード：指標生物、二次林、昆虫多様性、景観管理、ハナアブ科

緒言

双翅目昆虫（双翅類）は鞘翅目・膜翅目昆虫に次いで地球上で最も多様化した昆虫であり（Hughesら，2000）、森林環境では土壌または樹林において種数・個体数共に主要な昆虫として知られている（Stork，1991；Symstadら，2000；Frouz，1997，1999）。また、双翅類は森林内の多種多様な生息場所を利用し、その生態は菌類を含む植物から動物まで幅広い生物と密接に関係している（Stubbs & Chandler，1978；Ferrari，1987）。Hughesら（2000）が双翅目46科の幼虫の生活型を菌食、捕食、腐食、植食に分類したように、双翅類は自然環境下で分解者、捕食者、植食者、寄生者として多様に機能している。双翅目の食性の多様さは1種においても幼虫と成虫で、また雌雄で栄養段階が異なる種が知られていることでも示される（Hövmeyer，2000）。双翅類はまた、節足動物をはじめとする捕食者の獲物・寄主としても機能している（Hövmeyer，2000；McLean，2000）。すなわち、双翅類は森林生態系の動態・景観形成に深く関係していると考えられるため、自然災害や森林施業による森林環境の改変はその森林に生息する双翅類群集に少なからぬ影響を与えるであろう。特に、皆伐のような劇的な改変とその後の森林の二次的遷移に伴って双翅類群集は大きく変容すると考えられる。

種ごとに多様な食性と豊富な生物量を示す双翅類は指標生物として有用であると考えられている。Frouz（1999）は土壌中に見られる双翅類を指標生物として提案し、Grootaert & Pollet（1997）はオドリバエ科 Empididae で局所的な環境評価が可能であることを示した。しかし、これらの分類群は同定が困難な分類群を多く含むため、指標生物として広範に用いることが難しい。Sommaggio（1999）はハナアブ科 Syrphidae の指標生物としての価値を検討し、希少種の分布解明、同定の手引き、地域単位のインベントリーなど、さらなる調査が必要であるが、環境の健全性、景観の多様性を評価する上で有用と結論した。

森林環境内で他の昆虫類と比較したときの圧倒的な生物量と種構成や生活型の多様性にも拘わらず、双翅類群集の動態を広範な分類群に亘って種レベルで解析した例は僅かである。森林植生や森林内の腐朽材の生物量・種類の違いが双翅類群集の構造とどのように関連しているかについての研究（Økland，1996；Shiegg，2000；Irmelerら，1996；Pollet & Grootaert，1991；Hughesら，2000）や、森林環境の改変に伴う双翅類群集の応答様式に関する研究例（Økland，1994；Threenhaus & Schaefer，1995）を挙げることができる。しかし、これらの研究で扱われた分類群は限られたものであったり、解析の単位は科のような高次分類群や生活型であった。これらの中でもHughesら（2000）は46科328種に分類された試料を用い

ているが、試料の収集は6-8月の短期間に限られている。

本研究では茨城県の温帯落葉樹林の二次林と混交林に調査地を設定し、皆伐後の二次林回復時の双翅類群集の動態を通年で調査した。本研究は次の2点を目的とする：1) 皆伐後様々な年数を経て形成された二次林間で双翅類の種数と種構成を比較し、その違いを明らかにする、2) 森林環境を評価する指標生物としてのハナアブ科昆虫（ハナアブ類）の利用価値を検証する。対象とする双翅類は有弁類 Calyptrata を除く短角亜目 Brachycera（短角類）とした。これはマレーズトラップで捕獲された糸角亜目 Nematocera と有弁類の多くの試料の状態が種までの同定に適さなかったこと、多量に捕獲された微少な種の分別を省力化したことによる。本研究では、末吉が短角類全般の分別と同定、祝がハナアブ類の分別と同定、末吉・前藤・牧野がデータの解析、前藤・楨原がトラップの設置・試料の回収を行った。本文に先立ち、本稿に貴重な意見をいただいた2名の査読者の方々と、調査地の膜翅目アリ類の昆虫相の未発表データを提供していただいた濱口京子氏（森林総合研究所森林昆虫研究領域）に感謝の意を表す。

材料および方法

試料の捕獲は1996年に茨城県北茨城市北部にある東京営林局高萩営林署管内の国有林（北緯36度56分、東経140度35分；標高約700m）で行われた。この調査地は前藤・楨原（1999）で行われたものと同一であり、少なくとも120年間森林施業が行われていない自然林（1林分；OA120：32.49ha）、皆伐後の天然更新途上にある5、44、47、70年生二次林（4林分；SC5：4.13ha、SD44：10.37ha、SB47：14.27ha、SA70：2.36ha）、スギと広葉樹の57年生混交林（1林分；PA57：0.55ha）、計6林分である（Fig. 1）。

双翅類の捕獲に用いたトラップは前藤・楨原（1999）で用いられたものと同型のタウンズ型マレーズトラップ（Golden Owl Publishers 製）である。各調査地の林床に直線上に設置したマレーズトラップ6基のうち、それぞれ両端のトラップを除く任意の1基の試料を用いた。調査期間は1996年3月19日から同年10月30日までであり、約2週間に1回試料を回収し、自然林 OA120を除く5林分で調査地ごとに14のサンプル、自然林 OA120で16サンプルを得た。捕虫瓶には予め70%エタノールを約500ml 注入して試料の保存を行った。試料は回収後70-80%エタノール中に液浸標本として保存し、分別・同定を行った。これらの液浸標本は80%エタノール中の液浸標本として、全て森林総合研究所（茨城県つくば市）に保管されている。試料は全ての科群について形態種に分類したが、短角類のいくつかの科群（結果の項を参照）に

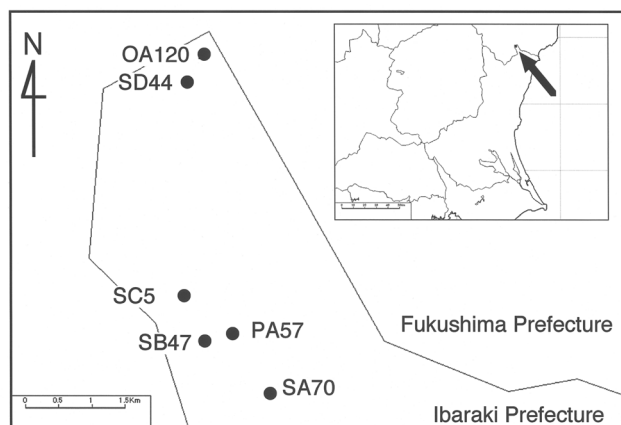


Fig.1. 調査地（茨城県北茨城市小川）の位置。調査地の省略記号の説明は本文を参照。Location map of study sites (Ogawa, Kitaibaraki City, Ibaraki Prefecture, Japan). Refer to the text for the abbreviations of the sites.

については属の分類も困難であったため、科の分類に止めた。これら属以下の分類群に分類できなかった科群は種構成の解析に含めなかった。科、属および種の分類体系は Papp & Darvas (1997, 1998, 2000) と Ler (1999, 2001)、およびこれらで引用された文献に加え、以下の文献を参考にした：ハナホソバエ科 Anthomyzidae (Sueyoshi & Rohá ek, 2003)、ヒゲブトコバエ科 Cryptochaetidae (Nartshuk, 1984)、オドリバエ科 (Frey, 1949, 1950, 1951, 1952a, b, 1953a, b, 1955; Saigusa, 1963b, 1964a, b; Ito & Saigusa, 1967; 三枝, 1979)、トゲハネバエ科 Heleomyzidae (Okadome, 2001)、セダカオドリバエ科 Hybotidae (Saigusa, 1963a, c; 三枝, 1979)、シマバエ科 Lauxaniidae (Shatalkin, 1996)、ヤリバエ科 Lonchopteridae (Okada, 1935)、ミバエモドキ科 Pallopteridae (Merz & Sueyoshi, 2002)、ケシショウジョウバエ科 Periscelididae (Sueyoshi & Mathis, in press)、ヒロクチバエ科 Platystomatidae (Frey, 1964)、デガシラバエ科 Pyrgotidae (Kim & Han, 2001)、ヤチバエ科 Sciomyzidae (Sueyoshi, 2001)、ツヤホソバエ科 Sepsidae (Ozerov, 1998)、ハナアブ科 (大石, 1996-2000)、アブ科 Tabanidae (早川, 1982-1983, 1985-1988)、ミバエ科 Tephritidae (Norrbonら, 1999)、ツルギアブ科 Therevidae (永富・大石, 2000)。

試料は各調査地に出現した個体数を種ごとに、また、科ごとに集計し、各数値に定数1を足して対数に変換した。調査地間の種構成と林齢の関係を示すため、除歪対応分析 (DCA) による調査地と分類群の座標付けを行った。これらの分析にはコンピュータプログラム PC-ORD (McCune & Mefford, 1999) を用いた。

結果

調査地全体で41科7534個体余りの双翅類を捕獲した (Appendix)。これらは少なくとも442種に分類される。捕獲された41科のうち、最も種数の多い科はオドリバ

エ科 (94種) であり、以下ハナアブ科 (83種)、セダカオドリバエ科 (45種)、ミバエ科 (28種)、アタマアブ科 (24種)、シマバエ科 (18種)、トゲハネバエ科 (18種)、ミズアブ科 Stratiomyidae (12種)、クチキバエ科 Clusiidae (11種)、ハネオレバエ科 Psilidae (11種)、アブ科 (11種) が多く捕獲された。これら11科で全体種数の82%を占めた。シマバエ科は *Minettia* に属する種が多く含まれると思われるが、種まで分類しなかったため本属の種は上記18種に含めなかった。Appendix で示された科群の他に、ナガラアブモドキ科 Athericidae、アシナガバエ科 Dolichopodidae、ノミバエ科 Phoridae、クロツヤバエ科 Lonchaeidae、ハモグリバエ科 Agromyzidae、ハヤトビバエ科 Sphaeroceridae、キモグリバエ科 Chloropidae、ショウジョウバエ科 Drosophilidae が捕獲された。個体数はオドリバエ科が最も多く (1510個体)、以下シマバエ科 (1425個体)、ハナアブ科 (996個体)、トゲハネバエ科 (377個体)、ミバエ科 (328個体)、ムシヒキアブ科 Asilidae (317個体)、シギアブ科 Rhagionidae (285個体) などが続いた。

調査地ごとの種数は自然林 OA120で最も多かった (202種)。二次林 SA70、SB47、SC5、SD44の中では自然林 OA120と同じ林班に属する二次林 SD44で最も多くの種数 (188種) が捕獲された。最も種数の少なかった調査地は二次林 SB47であった。二次林 SA70、SC5、SD44と混交林 PA57の種数はほとんど変わらなかった (Table 1)。

調査地ごとの個体数は二次林 SC5で最も多く、二次林 SB47で最も少なかったが、二次林 SC5を除く5つの調査地の間では個体数に大きな違いはなかった。クサアブ科 Coenomyiidae とハネフリバエ科 Ulididae が自然林 OA120のみで、デガシラバエ科が二次林 SC5のみで、コガシラアブ科 Acroceridae が二次林 SA70のみで捕獲された (Appendix) が、これらの科群は本調査ではそれぞれ1種10個体以下で代表される科群である。種数の多さで上位に位置するオドリバエ科以下11科はいずれも6つの調査地に満遍なく出現していた。各調査地の個体数を種ごとに集計したデータを用いて調査地を座標付けした結果、調査地の林齢はほぼ第1軸に沿って増減する傾向が見られた (Fig. 2)。各調査地の個体数を科ごとに集計したデータを用いて6つの調査地を座標付けした結果も同様であった (Fig. 3a)。科群の布置 (Fig. 3b) を見ると、第1軸に沿って、自然林 OA120に個体数のピークを持つ科群 (アブラコバエ科 Chamaemyiidae、ホソショウジョウバエ科 Diastatidae、クロコバエ科 Milichiidae、ハネオレホソバエ科 Strongylophthalmyiidae など) の布置に対して、若い二次林 SC5に個体数のピークを持つ科群 (ツリアブ科 Bomybilidae、フトモモホソバエ科 Megamerinidae、ケシショウジョウバエ科など) が対照的に布置された。二次林 SA70、SB47、SD44に個体数のピークをもつ科群 (ツヤホソバエ科、ハネオレバエ科、ミズアブ科、ミバエ科など) は第1軸の中位に布置された。

Table 1. マレーズトラップで捕獲された双翅目短角類
Selected taxa and groups of Brachyceran Diptera collected with Malaise traps.

Taxa	Feeding habits*		Number of individuals (N) and species (S)					
			SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120
Taxa		N	1904	1106	1050	1230	1090	1140
		S	184	188	175	187	183	202
Tephritidae	Ph	N	45	99	29	98	11	46
		S	16	9	9	10	8	13
<i>Suillia</i> (Heleomyzidae)	My	N	42	33	27	46	31	65
		S	4	6	3	6	6	7
Syrphidae		N	243	113	89	134	249	176
		S	39	34	30	33	43	36
Aphidophagous syrphids	Pr	N	21	46	27	44	168	96
		S	12	14	8	10	12	13
Saproxylic syrphids	Sa	N	133	39	39	22	60	61
		S	14	13	15	13	19	17
Clusiidae	Sa	N	4	21	18	5	5	7
		S	1	7	5	2	2	4
Xylophagidae, Xylomyiidae	Pr	N	8	19	18	44	14	14
		S	3	5	5	7	6	4
Pipunculidae	Pa	N	52	33	6	10	19	20
		S	10	13	4	3	5	9

* 食性の省略記号: My: 菌食者、Pa: 捕食寄生者、Ph: 植食者、Pr: 捕食者、Sa: 腐朽材食者
Abbreviations for feeding habits: My: mycetophages, Pa: parasitoids, Ph: phytophages,
Pr: predators, Sa: saprophages.

短角類の幼虫が示す様々な食性のうち、代表的な食性として植食性、菌食性、腐食性、捕食性、捕食寄生性を取り上げ、それぞれの食性を持つ7つの分類群について調査地ごとの種数・個体数と調査地間の種構成の変遷を解析した。

植食性昆虫であるミバエ科昆虫（ミバエ類）は二次林の成熟に伴って種数が減少したが、自然林 OA120では二次林 SC5と同等の種数が捕獲された（Table 1）。種構成は調査地ごとに変化するが、林齢の増減を示す軸は見られなかった（Fig. 4a）。

キノコ類を寄主とする短角類の代表的な分類群は、トゲハネバエ科のキイロトゲハネバエ属 *Suillia* である。本調査では10種が捕獲され、その種数は二次林 SC5、SB47で、個体数は同じく二次林 SA70、SB44、SD47で減少する傾向があった（Table 1）。また、調査地の布置

と林齢の間には、明確な関係は見られなかった（Fig. 4b）。

ハナアブ類（ハナアブ科）は幼虫が上記で取り上げた5つの食性のうち捕食寄生性を除く4つ全てを含むといった幅広い食性をもつ。本調査で捕獲されたハナアブ類のうち、アブラムシ類を捕食するアブラムシ食ハナアブ類と、腐朽材に由来する資源を利用する腐朽材食ハナアブ類が種数の大半を占めた。本調査ではハナアブ類は二次林 SB47で最も種数が少なく、二次林 SA70で最も種数が多かった（Table 1）。二次林 SC5と自然林 OA120の布置は第1軸に沿って両極に位置し、調査地の布置に関して第1軸と林齢の増減が一致する傾向が見られた（Fig. 4c）。アブラムシ食ハナアブ類はハナアブ科ヒラタアブ亜科 Syrphinae の分類群とハナアブ科 Milesiinae コヒラタアブ属 *Pipiza* から構成される。アブラムシ食ハナアブ類は二次林 SB47で種数をもっとも少なく、林齢の

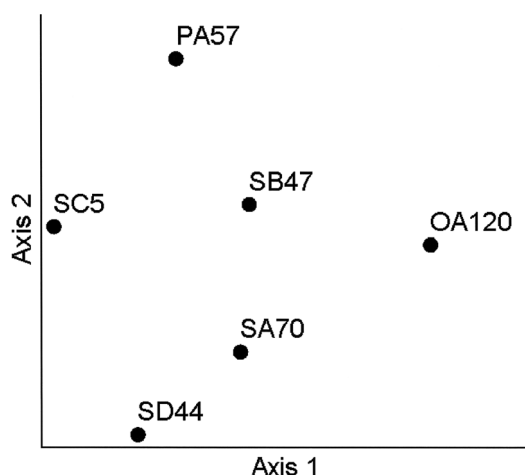


Fig.2. 種の個体数の除歪対応分析 (DCA) による調査地の座標付け。調査地の省略記号の説明は本文を参照。
Ordination of sites by DCA using abundance data of species. Refer to the text for the abbreviations of the sites.

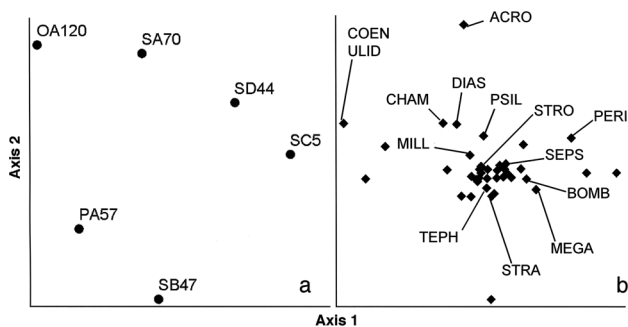


Fig.3. 科の個体数の除歪対応分析 (DCA) による調査地の座標付け。調査地の省略記号の説明は本文を参照。
(a) 調査地の布置、(b) 科の布置。
Ordination of sites (a) and 41 families (b) by DCA using abundance data of families. Refer to the text for the abbreviations of sites. Abbreviations. ACRO: Acroceridae, BOMB: Bombyliidae, CHAM: Chamaemyiidae, COEN: Coenomyiidae, DIAS: Diastatidae, MEGA: Megamerinidae, MILL: Milichiidae, PERI: Periscolidae, PSIL: Psilidae, PYRG: Pyrgotidae, SEPS: Sepsidae, STRA: Stratiomyiidae, STRO: Strongylophthalmyiidae, TEPH: Tephritidae, ULID: Ulidiidae.

高い林分では種数の変化は殆ど無かった (Table 1)。個体数は二次林 SA70でもっとも多かったが、その大部分はホシツヤヒラタアブ *Melanostoma scalare* (Fabricius) によって占められた (Appendix)。二次林 SC5と自然林 OA120の布置は第1軸に沿って両極に位置し、調査地の布置に関して第1軸と林齢の増減が一致する傾向が見られた (Fig. 4d)。腐朽材食ハナアブ類はハナアブ亜科のモンハナアブ属 *Blera*、ハナブトハナアブ属 *Brachyopa*、キアシハラナガハナアブ属 *Brachypalpoides*、クロハラナガハナアブ属 *Chalcosyrphus*、モモブトハナアブ属 *Criorhina*、

フタモンハナアブ属 *Ferdinandea*、ヤマトモブトハナアブ属 *Lejota*、ナガハナアブ属 *Milesia*、ハナダカチビハナアブ属 *Sphegina*、ヒメハチモドキハナアブ属 *Takao-myia*、ヨコジマナガハナアブ属 *Temnostoma*、およびハラナガハナアブ属 *Xylota* から構成される。これらは二次林 SA70で最も種数が多く、個体数は二次林 SC5で著しく多かった。混交林 PA57では種数・個体数が他の調査地に比べて共に少なかった (Table 1)。調査地の布置と林齢の間には明確な関係は見られず、自然林 OA120が二次林 SA70、SB47、SD44からなるグループの中に位置付けられる一方、混交林 PA57が他の調査地から遠く位置付けられた (Fig. 5a)。

腐朽材食ハナアブ類に加えて、クチキバエ類 (クチキバエ科) とキアブ類 (キアブモドキ科 *Xylomyidae*、キアブ科 *Xylophagidae*) が腐朽材に生息する短角類として知られる (Stubbs & Chandler, 1978; Ferrar, 1987; Nagatomi & Rozkosny, 1997a, b)。クチキバエ類の種数および個体数は共に二次林 SD44にピークをもち (Table 1)、二次林にのみ見られる種が多かった (Appendix)。キアブ類は混交林 PA57で種数・個体数が他の調査地に比べて共に多かった (Table 1)。キアブ類による調査地の布置に関して林齢と第2軸において明確な関係が見出されたが (Fig. 5c)、クチキバエ類による調査地の布置では林齢の増減を示す座標軸は見出されなかった (Fig. 5b)。

幼虫が他の動物の捕食寄生者である短角類として、コガシラアブ科、ツリアブ科、メバエ科 *Conopidae*、ヒゲブトコバエ科、アタマアブ科、デガシラバエ科、ヤチバエ科が捕獲され、これらのうちアタマアブ科が種数・個体数共に豊富に捕獲された。アタマアブ類 (アタマアブ

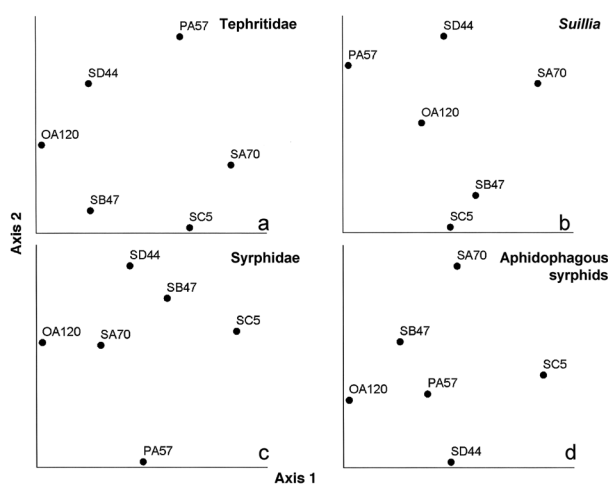


Fig.4. 除歪対応分析 (DCA) による調査地の座標付け。調査地の省略記号の説明は本文を参照。(a) ミバエ科、(b) キイロトゲハネバエ属 (トゲハネバエ科)、(c) ハナアブ科、(d) アブラムシ食ハナアブ類。Ordination of the sites and species by DCA. Refer to the text for the abbreviations of the sites. (a) Tephritidae, (b) *Suillia* (Heleomyzidae), (c) Syrphidae, (d) aphidophagous syrphids.

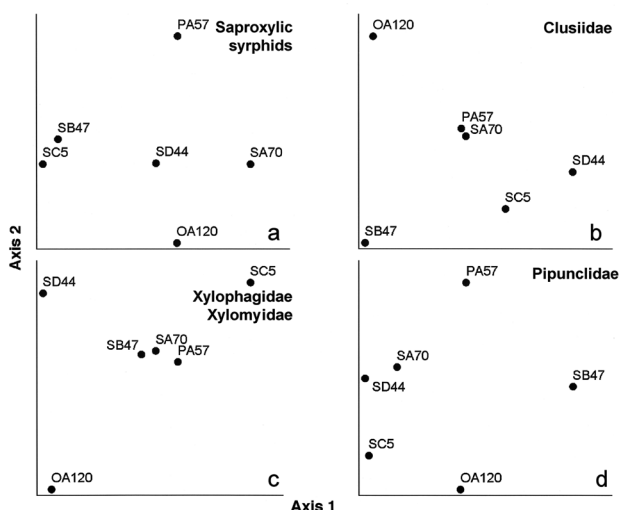


Fig.5. 除歪対応分析 (DCA) による調査地の座標付け。調査地の省略記号の説明は本文を参照。(a) 腐朽材食ハナアブ類、(b) クチキバエ科、(c) キアブ科およびキアブモドキ科、(d) アタマアブ科。Ordination of sites and species by DCA. Refer to the text for the abbreviations of sites. (a) saproxylic syrphids, (b) Clusiidae, (c) Xylophagidae and Xylomyiidae, (d) Pipunculidae.

科) は二次林 SC5で最も個体数が多く、二次林 SD44で種数のピークが見られた (Table 1)。本調査で捕獲された28種のアタマアブ類のうち17種が混交林 PA57を除く5つの調査地においてそれぞれ唯一の調査地のみで捕獲された (Appendix)。調査地の布置では林齢の増減を示す座標軸は見られなかった (Fig. 5d)。

考察

鞘翅目、膜翅目、鱗翅目、異翅目、双翅目は昆虫綱のなかでも、種数が多く、地球上で最も反映している昆虫群として知られる。これらのうち前4群の比較的大形の昆虫群を用いた森林の遷移に伴う昆虫群集の動態は前藤・楨原 (1999) によって研究された。本研究では前藤・楨原 (1999) と同時期・同地点で得られた双翅目短角類を用い、落葉交葉樹林の短角類群集が森林の成熟に伴ってどのような応答を示すかについて研究を行った。

森林にどのような双翅目が生息しているかを調査した研究の多くは糸角亜目が主要な分類群であることを明らかにしてきた。森林土壌に生息する双翅類として糸角亜目のタマバエ科 Cecidomyiidae、クロバネキノコバエ科 Sciaridae、ケバエ科 Bibionidae が優占することが知られている (Frouz, 1999)。森林土壌から抽出した双翅類は明らかに糸角亜目の分類群に属するものが多い (Olechowicz, 1986; Hövemeyer, 1992; Theenhaus & Schaefer, 1995; Paquin & Coderre, 1997; Frouz, 1997)。温帯の多雨林の樹冠部でもキノコバエ科 Mycetophilidae を初めとして糸角亜目の分類群に属するものが多い (Didham, 1997)。これらの研究のいくつかでは短角亜目の分類群も報告さ

れているが、それらはただか科レベルまで同定されるのみであった。温帯落葉樹林の短角亜目に焦点を当てた本研究では、森林に生息する短角類として種数・個体数に関して最も主要な分類群はハナアブ科、オドリバエ科、シマバエ科であった。

温帯落葉樹林の二次遷移と短角類群集

前藤・楨原 (1999) は温帯落葉樹林の昆虫群集を調査し、昆虫群によって森林環境の変化に対する種数と種構成の変化が異なることを示した。本調査の結果、短角類群集全体は森林の成熟に伴って変化する傾向にあるが、前藤・楨原 (1999) と同様に、個々の分類群が森林の遷移に対して異なった応答を示すことが明らかになった。

前藤・楨原 (1999) は、異翅目昆虫の樹上性カメムシ類と鱗翅目昆虫のチョウ類を植食性昆虫の例として挙げ、カメムシ類では調査地間で種数・種構成はほとんど変化せず、チョウ類では二次林の遷移に伴って種構成が変化し、種数が減少することを明らかにした。本調査で扱った分類群のうち、ミバエ類が種数・個体数共に豊富に捕獲された植食性昆虫であった。ミバエ類群集の動態は、自然林 OA120と二次林 SC5で種数が多く、二次林 SA70、SB47、SD44と混交林 PA57で少ないこと (Table 1) と、調査地ごとに種構成が変化することが前藤・楨原 (1999) のチョウ類群集の動態と一致していた。しかし、種構成の変化と平行する明確な要因は見出せなかった腐食性の双翅目には排泄物食、屍体食、腐朽材を含む腐植食、海藻の腐植食、菌食が含まれる (McLean, 2000)。これらのうち、腐朽材食者と菌食者を本研究で扱った。

Økland (1994, 1996) はキノコ食であるキノコバエ科の群集に森林の皆伐が与える影響を調べ、自然林が長期的に連続して伐採されないことに加えて、そうした自然林が空間的にも連続していることがキノコバエ類の群集の多様性を保つ上で重要であると結論した。キノコバエ類は樹冠下の暗く湿った環境に適応していると考えられ (Ostroverkhova, 1992)、皆伐の経験のある林では種数が少ない (Økland, 1994) が、皆伐後2-3年の林で多くの個体を産する種もあることを示した。本調査ではキノコ食として知られるキイロトゲハネバエ属が二次林で比較的種数が少なく、皆伐の経験のある調査地よりも自然林で種数・個体数のピークがみられること (Table 1)、*S. rubida* (Coquillett) と *S. nartshukella* Gorodkov は自然林 OA120にピークが見られるが、*S. matsutakevora* Okadome は皆伐後数年しか経っていない二次林 SC5で最も多く捕獲される (Appendix) など、同様の傾向が見られた。しかし、キノコバエ類と同様の要因がキイロトゲハネバエ属の群集に影響を与えているか否かは不明である。

木材に生息する分類群はいずれも腐朽材と関係しているが、その生息場所と食性は互いに異なる。腐朽材食ハナアブ類は切り株や立木のうろに溜った腐植土 (ハラプトハナアブ属、モンハナアブ属、モモプトハナアブ属、ハナプトハナアブ属、クロハラナガハナアブ属)、腐っ

た樹皮下（ヤマトモモブトハナアブ属、ハナダカチビハナアブ属）、腐朽材（ハナブトハナアブ属、ヤマトモモブトハナアブ属、ハナダカチビハナアブ属、キアシハラナガハナアブ属、クロハラナガハナアブ属）、樹液（モンハナアブ属、ハナブトハナアブ属、モモブトハナアブ属）など腐朽材の様々な資源（ハラナガハナアブ属）を利用する（Ferrari, 1987）。また、クチキバエ類の幼虫の栄養源は調べられていないが、成虫は腐朽材から羽化することや幼虫の口器の構造から、腐朽材に由来する資源が利用されていると考えられている（Ferrari, 1987）。キアブ類はうろや樹皮下に生息する他の脆弱な節足動物の捕食者として知られている（Nagatomi & Rozkošný, 1997a, b）。しかし、これらの分類群の日本産種の生態についてはほとんど知られていない。

倒木は長い時間をかけて様々な段階を経て腐朽するため、成熟した森林には様々な段階の腐朽材が存在し、それらは時間的・空間的に異なる生息場所を食材性昆虫に供与する。食材性の鞘翅類と双翅類（クロバネキノコバエ科、キノコバエ科）について、Irmeler ら（1996）は食材者は初期段階の腐朽材を好み、腐朽材食者はより腐朽の進んだ腐敗物に見られることを明らかにし、クロバネキノコバエ類とキノコバエ類が後者に属すると結論した。Økland（1994）は、森林内の腐朽材の現存量と森林の伐採が長期的・連続的に行われなかったことが相関していることを明らかにした。すなわち、長期的・連続的に伐採が行われなかった森林では腐朽材の現存量が多く、キノコバエ類の寄主となるキノコ類とキノコバエ類の種多様性が高くなる（Økland, 1994）。前藤・楨原（1999）は腐朽材食昆虫であるクワガタ類では森林が成熟するに従って、種数が増加することを示した。日本産腐朽材食ハナアブ類の種の生態に関する知見は殆ど無いが、これらが含まれる分類群で知られている食性はクロバネキノコバエ科とキノコバエ科と同じようにより腐朽の進んだ腐敗物である。これら腐朽材食ハナアブ類の種数は二次林 SA70で最も多い（Table 1）が、クロハラナガハナアブ属のように二次林 SC5で個体数が非常に多い分類群も見られる。そのため、前藤・楨原（1999）が示したクワガタ類の結果ほど明瞭ではないが、これらの分類群は成熟した森林に依存する傾向があると考えられる。

一方、クチキバエ類は自然林よりも二次林で種数・個体数ともに豊富であった（Table 1）。この傾向は、生材食から腐朽材食まで木材資源を広く利用するカミキリムシ類は遷移途中の二次林で種数が増え、自然林で減少する傾向があるという前藤・楨原（1999）が示した傾向と良く一致する。クチキバエ科は腐朽の進んだ材から羽化することが知られている（Ferrari, 1987）が、日本産の種も含めて本科の幼虫の生息場所や食性に関する詳細な知見は無い。森林の二次遷移に対するクチキバエ類とカミキリムシ類の種構成の変化が一致する理由を明らかにするには、クチキバエ科の幼虫期の生態につい

て、より多くの知見を集積し、カミキリムシ類の生態と比較する必要がある。

捕食者であるキアブ類およびアブラムシ食ハナアブ類の多くも個体数のピークが自然林ではなく、二次林に見られ（Appendix）、種構成は林齢の成熟に伴って変化するため、前藤・楨原（1999）が示したカミキリムシ類群集の動態とほぼ一致する。キアブ類は材の中に生息する節足動物を捕食し、アブラムシ食ハナアブ類は自由生活者であるアブラムシ類を捕食するため、これらの捕食性双翅類群集の構造に与える環境要因は食材者であるカミキリムシ類群集の構造のそれと異なり、また、これら捕食者間でも異なっていると推察される。

アタマアブ科は知られている限り、全ての種が同翅目（ヨコバイ類）の内部寄生者である。本科の寄主としてツノゼミ科 Membracidae、コガシラアワフキムシ科 Cercopidae、オオヨコバイ科 Cicadellidae、ヨコバイ科 Deltocepharidae、ウンカ科 Delphacidae、ヒシウンカ科 Cixiidae、アオバハゴロモ科 Flatidae が知られており、アタマアブ類はこれらのうちの1つまたは複数の科を利用する（矢野, 1986）。日本産の種では、3属11種についてヨコバイ科のツマグロヨコバイ *Nephotettix cincticeps*（Uhler）などが寄主として記録されており（矢野, 1985；Jervis, 1980）、本調査で捕獲された *Charalus fimbriata* Coe と *C. latifrons* Hardy はヨコバイ科ヒメヨコバイ亜科 Typhlocibinae の昆虫を寄主とし、それぞれ *Edwardiana* の1種、*Eupteryx urticae* (Fabricius) とハンノキヒメヨコバイ *Alnetoidia alneti* (Dahlbom)、およびヤナギヒメヨコバイ *Kybos smaragdula* (Fallén) と *K. butleri* (Edwards) が記録されている（Jervis, 1980）。*Charalus latifrons* はオオヨコバイ科の *Agallia* の1種からも知られている。多くのアタマアブ類は上記 *Charalus* 2種のように複数のヨコバイ類を寄主とする（矢野, 1986）が、本調査で捕獲されたアタマアブ類の半数以上の種数が特定の調査地のみで捕獲されており、それぞれの調査地で全く異なったアタマアブ類群集を構成している。カメムシ類の種数と種構成は調査地間で殆ど変化しない（前藤・楨原, 1999）が、吸汁性昆虫は遷移に伴って種数が増加し、種構成も大きく変化することが知られている。ヨコバイ類もカメムシ類と同様の植物の吸汁性昆虫であるが、本調査地でのヨコバイ類群集の詳細はまだ明らかではない。アタマアブ類が調査地ごとに大きく異なる群集を形成する理由を明らかにするために、本調査地に生息するアタマアブ類の寄主範囲とヨコバイ類群集動態の解明が必要となる。

指標生物としてのハナアブ類の価値

ハナアブ類を利用して農薬散布の影響や景観の多様性を評価する研究は多く知られている（Sommaggio, 1999）が、様々な昆虫が生息する環境でハナアブ類がより指標性が強い、あるいは生息環境の変化に鋭敏である昆虫群であることが他の昆虫群と定量的に比較して実証された

ことはない。本調査では、定量的方法を用いて捕獲された森林に生息する短角類の中でもハナアブ科が種多様性の観点から最も主要な分類群のひとつであることが明らかになった。

Sommaggio (1999) はハナアブ類を生物指標として利用した研究を再検討し、ハナアブ類が持つ生物指標としての特徴として、1) 成虫は一律に花粉・花蜜食であるが、幼虫は植食性、菌食性、腐食性、動物食性、というように多様な食性をもつ、2) 都市から郊外まで幅広い陸上環境で、容易に見出すことができる、3) 同定が比較的容易である、特に中央ヨーロッパでは非専門家でも同定が可能な手引書がある、といった3点を挙げた。今回の調査ではマレーズトラップを利用してハナアブ類83種が捕獲された。これらには Sommaggio (1999) が示したハナアブ科幼虫の4つの食性全てが含まれており、他の分類群と比較して非常に多くの種数・個体数が得られた。ハナアブ科昆虫は日本にはおよそ400種が分布していると考えられている (大原, 2000)。近年日本各地でハナアブ類の昆虫相を調査した結果が報告されており、都市部から山間部まで多くの種類が生息することが明らかにされている (市田, 1994; 久保ら, 1997; 久保, 2000; 大原, 2000)。これらの標本の同定には大石 (1996-2000) や Shiraki (1968a, b) が利用可能であるが、取り上げられている分類群が限られている、あるいは現在の分類体系が既にこれらから大きく変化しているなどの不便がある。

日本各地における上記のハナアブ類の記録のうちいくつかは、捕虫網で任意に採集された標本の他にマレーズトラップあるいは衝突板トラップで捕獲された標本に基づいている。大原 (2000) で報告された44種のうち18種はマレーズトラップでも捕獲されており、そのうち2種はマレーズトラップでのみ捕獲された。市田 (1994) で報告された92種のうち49種は衝突板トラップでも採集されている。本調査では、ハラナガハナアブ属の種をはじめとする未記載種など、茨城県産ハナアブ類をまとめた市毛 (2002) で記録されていない分類群が多く捕獲されており、マレーズトラップを用いた効果が見られたが、一方で、アリノスアブ属 *Microdon* など、市毛 (2002) で記録されているが本調査で捕獲されなかった分類群も多く含まれている。アリノスアブ属の幼虫はアリ類の巣に生息する。Thompson (1981) は北米に生息するアリノスアブ類16種の寄主として17種のアリ類を記録しており、このうち、ヤマアリ属 *Formica*、オオアリ属 *Camponotus*、ケアリ属 *Lasius*、オオズアリ属 *Pheidole*、アシナガアリ属 *Aphaenogaster* に属する少なくとも6種が調査地で得られている (濱口未発表)。従って、アリノスアブ属も本調査地に分布する可能性がある。マレーズトラップは特定地域に形成されたハナアブ相の多くの部分を明らかにするが、その全容を解明するためにはマレーズトラップでは捕獲できない種も捕獲できる他

の方法と組み合わせる必要がある。

Sommaggio (1999) はハナアブ類の種数は景観の多様性の減少に影響を受けるとした。落葉広葉樹林を針葉樹林に転換するとハナアブ類の多様性が減少することが知られている (Speight, 1996a, b)。本調査では、ハナアブ類は混交林 PA57で種数が比較的少なく、この傾向はアブラムシ食ハナアブ類と腐朽材食ハナアブ類でも同様であった (Table 1)。Banks (1959) は調査地の周辺環境が均質であるとそれが異質である場合と比較してハナアブ類の種数が減少することを示した。しかし、ハナアブ類全体と腐朽材食ハナアブ類では、周辺を若いスギ林の植林地で囲まれている二次林 SA70は他の林分と比較して、種数が多かった (Table 1)。また、アブラムシ食ハナアブ類の種数のピークは二次林 SD44にあるが、二次林 SA70でも比較的多くの種数が見られた (Table 1)。アブラムシ食ハナアブ類の種構成の変化は林齢の増減とともに種が入れ替わる傾向が見られ、DCA による座標付けでは二次林 SC5と SA70が他の調査地から離れて位置付けられた (Fig. 4d)。すなわち、これらの二次林のアブラムシ食ハナアブ類群集は遷移の進んだ二次林や自然林と比較して種数が少ないだけでなく、種構成も大きく異なると言える。一方、二次林 SD44と混交林 PA57は DCA による座標付けで互いに接近して位置付けられており (Fig. 4d)、これら2つの調査地間では混交林 PA57で最も種数が少ない (Table 1)。すなわち、これらの調査地では種構成は比較的似ているが、スギの植林地では種数が減少すると言える。腐朽材食ハナアブ類はアブラムシ食ハナアブ類とは種構成の変化が大きく異なっており、DCA による座標付けでは二次林 SC5は二次林 SB47に近く位置付けられ (Fig. 5a)、これら2つの調査地ではほぼ同等な種数が見られる (Table 1)。また、混交林 PA57では二次林 SC5、SB47、SD44とほぼ同数の種数が見られるが (Table 1)、この調査地は DCA による座標付けでは他の調査地と大きく離れていた (Fig. 5a)。従って、腐朽材食ハナアブ類は皆伐後二次遷移が進んでも種数・種構成はあまり変わらないが、スギの植林地では自然林や二次林とは異なった腐朽材食ハナアブ類の群集が形成されると言える。また、腐朽材食ハナアブ類は二次林 SA70と自然林 OA120で比較的多くの種数をほぼ同数擁し (Table 1)、DCA による座標付けでは互いに近接しているため (Figs. 4d, 5a)、これら2つの調査地ではほとんど種数・種構成に変化がないと言える。以上のことから、温帯落葉樹林のハナアブ類群集は皆伐後の二次遷移の過程で種数の増減にほとんど変化が無いが、アブラムシ食ハナアブ類と腐朽材食ハナアブ類では種構成の変化が大きく異なるため、ハナアブ類群集全体は森林タイプ間で異なる。スギの植林はアブラムシ食ハナアブ類と腐朽材食ハナアブ類の両方の種構成に影響を与えるが、その度合いは後者で強い。森林タイプが異なればハナアブ類群集が大きく異なるため、林分のような小規模な面積でも

森林施業によって環境を大きく改変することはハナアブ群集に大きな影響を与えると言える。Sommaggio (1999)は、ハナアブ類は移動能力があるため、小面積での特定の施業の影響を評価するために使うのは難しく、むしろ、より大規模に、景観の多様性の調査において環境の健全性を評価するのに有用であろうという見解を示したが、本調査の結果からは、小規模面積であっても森林施業の影響を評価するためにハナアブ類を利用できると結論される。

今回の調査で示されたように、マレーズトラップを用いることでその地域に生息する幅広い食性のハナアブ類の種数の半数近くあるいはそれ以上を相当量の個体数で捕獲することができるが、ハナアブ相全体を明らかにするためには他の定量的採集方法と組み合わせる必要がある。その結果明らかになるハナアブ相は調査地の森林タイプごとに異なっていると考えられる。また、ハナアブ類は分類群ごとに異なった食性と、森林タイプごとに異なった群集を形成するため、景観の生物多様性を評価するためには、その景観内に多数の調査地を計画的に配置する必要がある。特に、景観に様々な森林タイプが含まれている場合には、それぞれの森林タイプに調査地を設置することによって、景観全体の多様性を捉える必要があるだろう。さらに、今後国内で本研究と同様の調査をすすめるためには、日本産ハナアブ類の同定を簡便にする検索表が必要となる。

引用文献

- Banks, C. J. (1959) Experiments with suction traps to assess the abundance of Syrphidae (Diptera), with special reference to aphidophagous species, *Entomol. Exp. & Appl.*, **2**, 110-124.
- Didham, R. K. (1997) "Dipteran tree-crown assemblages in a diverse southern temperate rainforest" In Stork, N. E., Adis, J. and Didham, R. K. (eds.), *Canopy Arthropods*, Chapman & Hall, pp. 320-343.
- Ferrar, P. (1987) A guide to the breeding habits and immature stages of Diptera Cyclorrhapha, *Entomonograph*, **8**, 1-907.
- Frey, R. (1949) Neue paläarktische Rhamphomyia-Arten nebst Bestimmungstabelle der Rhamphomyia-Subgenera, *Not. Entomol.*, **29**, 91-119.
- Frey, R. (1950) Neue paläarktische Rhamphomyia-Arten. II, *Not. Entomol.*, **30**, 78-80.
- Frey, R. (1951) Neue paläarktische Rhamphomyia-Arten. III, *Not. Entomol.*, **31**, 20-25.
- Frey, R. (1952a) Neue paläarktische Rhamphomyia-Arten. IV, *Not. Entomol.*, **32**, 9-15
- Frey, R. (1952b) Studien über ostasiatische Hilara-Arten, (Diptera, Empididae) *Not. Entomol.*, **32**, 119-143.
- Frey, R. (1953a) Neue paläarktische Rhamphomyia-Arten. V, *Not. Entomol.*, **33**, 72-81.
- Frey, R. (1953b) Studien über ostasiatische Dipteren I. Die Gattung *Empis* L., *Not. Entomol.*, **33**, 29-57.
- Frey, R. (1955) Studien über ostasiatische Dipteren IV. *Hilara* Meig. (Suppl.), *Empis* L. (Suppl.), *Platybalpus* Macq., *Not. Entomol.*, **35**, 1-14.
- Frey, R. (1964) Beitrag zur Kenntnis der ostasiatischen Platystomatiden, *Not. Entomol.*, **44**, 1-19.
- Frouz, J. (1997) Changes in communities of soil dwelling dipteran larvae during secondary succession in abandoned fields, *Eur. J. Soil Biol.*, **33**, 57-65.
- Frouz, J. (1999) Use of soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance, *Agr. Ecosyst. Environ.*, **74**, 167-186.
- Grootaert, P. and Pollet, M. (1997) "Why not use empidids (Empidoidea) to assess ecological habitat quality? Red data books and site quality assessment" In Ismay, J. W. (ed.) *Abstracts Volume, Fourth International Congress of Dipterology*, Oxford International, p.73.
- 早川博文 (1982a) アブの分類, 生態とその対策 (7), *動薬研究*, **29**, 17-22.
- 早川博文 (1982b) アブの分類, 生態とその対策 (8), *動薬研究*, **30**, 25-28.
- 早川博文 (1982c) アブの分類, 生態とその対策 (9), *動薬研究*, **31**, 27-30.
- 早川博文 (1983a) アブの分類, 生態とその対策 (10), *動薬研究*, **32**, 18-21.
- 早川博文 (1983b) アブの分類, 生態とその対策 (11), *動薬研究*, **33**, 26-30.
- 早川博文 (1983c) アブの分類, 生態とその対策 (12), *動薬研究*, **34**, 16-20.
- 早川博文 (1985) アブの分類, 生態とその対策 (13), *動薬研究*, **35**, 43-47.
- 早川博文 (1986a) アブの分類, 生態とその対策 (14), *動薬研究*, **36**, 51-55.
- 早川博文 (1986b) アブの分類, 生態とその対策 (15), *動薬研究*, **37**, 43-47.
- 早川博文 (1987) アブの分類, 生態とその対策 (16), *動薬研究*, **38**, 35-40.
- 早川博文 (1988) アブの分類, 生態とその対策 (17), *動薬研究*, **39**, 25-30.
- Hughes, J. B., Daily, G. C. and Ehrlich, P. R. (2000) Conservation of Insect diversity: a habitat approach, *Conserv. Biol.*, **14**, 1788-1797.
- Hövmeyer, K. (1992) Response of Diptera populations to experimentally modified leaf litter input in a beech forest on limestone, *Pedobiologia*, **36**, 35-49.
- Hövmeyer, K. (2000) "Ecology of Diptera" In Papp, L. and Darvas, B. (eds.), *Contributions to a Manual of Pa-*

- laearctic Diptera, Volume 1, Science Herald, pp. 437-489.
- 市毛勝義 (2002) 茨城県産ハナアブ分布資料, はなあぶ, **13**, 73-86.
- 市田忠夫 (1994) “その他の昆虫”青森市 (編) 青森市雲谷周辺の自然, 青森市, pp. 167-264.
- Irmler, U., Heller, K. and Warning, J. (1996) Age and tree species as factors influencing the populations of insects living in dead wood (Coleoptera, Diptera: Sciaridae, Mycetophilidae), *Pedobiologia*, **40**, 134-148.
- Ito, S. and Saigusa, T. (1967) A revision of the Japanese species of the subgenus *Orientomyia* Saigusa (Diptera, Empididae, Genus *Rhamphomyia*), *Mushi*, **40**, 97-118.
- Jervis, M. A. (1980) Ecological studies on the parasite complex associated with typhlocybine leafhoppers (Homoptera, Cicadellidae), *Ecol. Entomol.*, **5**, 123-136.
- Kim, S.-K. & Han, H.-Y. (2001) A systematic study of the genera *Adapsilia* and *Parageloemyia* in Korea (Diptera, Tephritoidea, Pyrgotidae), *Insecta Koreana*, **18**, 255-291.
- 久保浩一 (2000) “ハエ目” 岩瀬和夫, 大坪広, 久保浩一, 志村宝, 渡 弘 (編) 円海山地域の昆虫, 神奈川虫報, **130**, 347-395.
- 久保浩一, 宮谷秀明, 鈴木裕, 塚原一秀, 渡 弘 (1997) “双翅目” 神奈川県環境部 (編) 丹沢大山自然環境総合調査報告書: 丹沢山地動植物目録, 神奈川県環境部, p. 102-120.
- Ler, P. A. (1999) Key to the insects of Russian Far East. Volume 6, Diptera and Siphonaptera, Part 1. *Dal'nauka*, 665p.
- Ler, P. A. (2001) Key to the insects of Russian Far East. Volume 6, Diptera and Siphonaptera, Part 2. *Dal'nauka*, 641p.
- 前藤薫, 榎原寛 (1999) 温帯落葉樹林の皆伐後の二次遷移にともなう昆虫相の変化, *昆虫 (ニューシリーズ)*, **2**, 11-26.
- McCune, B. and Mefford, M. J. (1999) PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MjM Software Design.
- McLean, I. F. G. (2000) “Beneficial Diptera and their role in decomposition” In Papp, L. and Darvas, B. (eds.) Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera, Volume 1, Science Herald, pp. 491-517.
- Merz, B. and Sueyoshi, M. (2002) Descriptions of new species of Pallopteridae (Diptera) from Taiwan, Korea, and Japan, and notes on some other species from Eastern Asia, *Stud. Dipterolog.*, **9**, 293-306.
- 永富 昭, 大石久志 (2000) 日本産ツルギアブの同定, はなあぶ, **9**, 1-32.
- Nagatomi, A. and Rozkošný, R. (1997a) “Xylomyidae” In Papp, L. and Darvas, B. (eds.) Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera. Volume 2, Science Herald, pp. 369-378.
- Nagatomi, A. and Rozkošný, R. (1997b) “Xylophagidae” In Papp, L. and Darvas, B. (eds.) Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera., Volume 2, Science Herald, pp. 413-420.
- Nartshuk, E. P. (1984) “Cryptochetidae” In Soós, Á. and Papp, L. (eds.) Catalogue of palaearctic Diptera, Volume 10, Elsevier, pp. 67-68.
- Norrbom, A. L., Carroll, L. E., Thompson, F. C., White, I. M. and Freidberg, A. (1999) “Systematic database of names” In Thompson, F. C. (ed.) Fruit fly expert identification system and systematic information database, *Myia*, **9**, 65-251.
- 大原賢二 (2000) 皇居のハナアブ科, 国立科学博物館専報, **36**, 401-408.
- 大石久志 (1996a) ルーペで調べる身近な縞模様のハナアブの見分け方 (1), *昆虫と自然*, **31** (4), 42-47.
- 大石久志 (1996b) ルーペで調べる身近な縞模様のハナアブの見分け方 (2), *昆虫と自然*, **31** (6), 34-41.
- 大石久志 (1997) ルーペで調べる身近な縞模様のハナアブの見分け方 (3), *昆虫と自然*, **32** (8), 41-47.
- 大石久志 (1998a) ルーペで調べる身近な縞模様のハナアブの見分け方 (4), *昆虫と自然*, **33** (11), 43-46.
- 大石久志 (1998b) ルーペで調べる身近な縞模様のハナアブの見分け方 (4), *昆虫と自然*, **33** (12), 31-34.
- 大石久志 (1999) ルーペで調べる身近な縞模様のハナアブの見分け方 (6), *昆虫と自然*, **34** (3), 43-46.
- 大石久志 (2000) ルーペで調べる身近な縞模様のハナアブの見分け方 (7), *昆虫と自然*, **35** (1), 33-40.
- Okada, I. (1935) Ueber die gattung *Musidora* Meigen (Musi-doridae), *Insecta Matsumurana*, **10**, 34-41.
- Okadome, T. (2001) Two new and two newly-recorded species of the genus *Suillia* R.-D. from Japan (Diptera: Heleomyzidae), with a key to the Japanese species, *Entomol. Sc.*, **4**, 185-190.
- Olechowicz, E. (1986) Density and biomass of soil macrofauna from different forest ecosystems of the Kampinos forest, *Ekol. Polska*, **34**, 689-710.
- Ostroverkhova, G. P. (1992) The mycetophiloid complex (Diptera, Mycetophiloidea) as a historical component of forest ecosystems, *Entomol. Rev.*, **71**, 31-32.
- Ozerov, A.L. (1998) A review of the genus *Themira* Robin-eau-Desvoidy, 1830 (Diptera: Sepsidae) of the world, with a revision of the North American species, *Russ. entomol. J.*, **7**, 169-208.
- Økland, B. (1994) Mycetophilidae (Diptera), an insect group vulnerable to forestry practices? A comparison of clearcut, managed and semi-natural spruce forests in

- southern Norway, *Biod. Conserv.*, **3**, 68-85.
- Økland, B. (1996) Unlogged forests: important sites for preserving the diversity of Mycetophilids (Diptera: Scleroidea), *Biol. Conserv.*, **76**, 297-310.
- Papp, L. and Darvas, B. (1997) Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera, Volume 2, Science Herald, 592p.
- Papp, L. and Darvas, B. (1998) Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera, Volume 3, Science Herald, 880p.
- Papp, L. and Darvas, B. (2000) Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera, Appendix, Science Herald, 604p.
- Paquin, P. and Coderre, D. (1997) Changes in soil macroarthropod communities in relation to forest maturation through three successional stages in the Canadian boreal forest, *Oecologia*, **112**, 104-111.
- Pollet, M. and Grootaert, P. (1991) Horizontal and vertical distribution of Dolichopodidae (Diptera) in a woodland ecosystem, *J. nat. Hist.*, **25**, 1297-1312.
- Saigusa, T. (1963a) Systematic studies of the genus *Hybos* in Japan I. New species with yellowish legs (Diptera, Empididae), *Sieboldia*, **3**, 97-104.
- Saigusa, T. (1963b) Some new species of the genus *Rhaphomyia* from Japan, with descriptions of two new subgenera (Diptera, Empididae), *Sieboldia*, **3**, 131-166.
- Saigusa, T. (1963c) A new Japanese *Syneches* belonging to the subgenus *Epiceia* (Diptera, Empididae), *Sieboldia*, **3**, 175-176.
- Saigusa, T. (1964a) Some new species of the genus *Rhaphomyia* from Japan, II (Diptera, Empididae), *Sieboldia*, **3**, 221-256.
- Saigusa, T. (1964b) Descriptions of some new species of the subgenus *Planempis* from Japan (Diptera, Empididae), *Sieboldia*, **3**, 257-269.
- 三枝豊平 (1979) 馬場博士採集の新潟県のオドリバエ科, 越佐昆虫同好会会報50号慶祝論文集, pp. 173-208.
- Shiegg, K. (2000) Effects of dead wood volume and connectivity on saproxylic insect species diversity, *Ecoscience*, **7**, 290-298.
- Shiraki, T. (1968a) Fauna Japonica, Syrphidae (Insecta) Volume II, Yugaku-sha, 243p.
- Shiraki, T. (1968b) Fauna Japonica, Syrphidae (Insecta) Volume III, Yugaku-sha, 272p.
- Sommaggio, D. (1999) Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? *Agr. Ecosyst. Environm.*, **74**, 343-356.
- Speight, M. C. D. (1996a) "Invertebrates species lists as management tools: an example using databased information about Syrphidae Diptera" In Colloquy on conservation, management and reclamation of habitats for invertebrates: enhancing biological diversity, Council of Europe Publication, pp.74-83.
- Speight, M. C. D. (1996b) Syrphidae (Diptera) of Central France, *Volucella*, **2**, 20-35.
- Stork, N. E. (1991) The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees, *J. trop. Ecol.*, **7**, 161-180.
- Stubbs, A. (1996) British Hoverflies. An illustrated identification guide. Second supplement, British Entomological & Natural History Society, 55p.
- Stubbs, A. and Chandler, P. (1978) A Dipterist's handbook. The Amateur Entomologist, Volume 15, The Amateur Entomologists' Society, 255p.
- Sueyoshi, M. (2001) A revision of Japanese Sciomyzidae (Diptera), with descriptions of three new species, *Entomol. Sc.*, **4**, 485-506.
- Sueyoshi, M. and Mathis, W. N. (2004) A new species of *Cyamops* Melander, 1913 (Diptera: Periscleridae) from Japan and a review of Japanese Periscleridae, *Proc. entomol. Soc. Wash.*, in press.
- Sueyoshi, M. and Roháček, J. (2003) Anthomyzidae (Diptera: Acalyptrata) from Japan and adjacent areas, *Entomol. Sc.*, **6**, 17-36.
- Symstad, A. J., Siemann, E. and Haarstad, J. (2000) An experimental test of the effect of plant functional group diversity on arthropod diversity, *Oikos*, **89**, 243-253.
- Thompson, C. (1981) Revisionary notes on Nearctic *Microdon* flies (Diptera: Syrphidae), *Proc. entomol. Soc. Wash.*, **83**, 725-758.
- Threenhaus, A. and Schaefer, M. (1995) The effects of clear-cutting and liming on the soil macrofauna of a beech forest, *For. Ecol. Manag.*, **7**, 35-51.
- 矢野宏二 (1985) 日本の水田生息性アタマアブ, まくなぎ, **13**, 9-12.
- 矢野宏二 (1986) アタマアブの生活史, まくなぎ, **14**, 8-16.

Appendix. マレーズトラップによって捕獲された双翅目短角類 Species of brachyceran Diptera collected with Malaise traps. Families and species are arranged alphabetically.

Family	Species	Number of individuals						Total
		SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120	
Acroceridae	<i>Acrocera</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1
Anthomyzidae	<i>Anthomyza drachma</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Anthomyza trifurca</i>	4	8	2	0	3	1	18
	<i>Anthomyza</i> sp.	0	1	0	0	0	0	1
Asilidae	<i>Choerades</i> sp.	0	0	0	0	0	2	2
	<i>Dioctria nakanensis</i>	1	2	1	4	2	0	10
	<i>Laphria</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Leptogaster</i> spp.	20	20	7	23	6	0	76
	<i>Maira aterrima</i>	3	5	3	3	5	2	21
	<i>Neoitamus angusticornis</i>	57	39	7	25	40	6	174
	<i>Neoitamus cothurnatus</i>	8	3	0	1	15	0	27
Bombylidae	<i>Neoitamus</i> sp.	0	0	0	3	2	1	6
	<i>Bombylus major</i>	18	12	6	1	3	2	42
Chamaemyiidae	<i>Cephenius nitobei</i>	1	1	0	0	1	0	3
	<i>Chamaemyia</i> sp.	0	3	0	0	1	6	10
Clusiidae	<i>Burmanocephara</i> sp.	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Clusiodes</i> sp.1	4	10	6	3	4	2	29
	<i>Clusiodes</i> sp.2	0	0	3	0	0	1	4
	<i>Clusiodes</i> sp.3	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Hendelia backeri</i>	0	2	7	1	1	3	14
	<i>Hendelia</i> sp.	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Heteromeringia</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Paraclusia japonica</i>	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Paraclusia omogensis</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Sobarocephara</i> sp.1	0	5	0	0	0	0	5
	<i>Sobarocephara</i> sp.2	0	1	0	0	0	0	1
Coenomyiidae	<i>Glutops itoi</i>	0	0	0	0	0	1	1
Conopidae	<i>Myopa buccata</i>	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Myopa testacea</i>	2	3	28	0	9	9	51
Cryptochaetidae	<i>Cryptochaeta nipponensis</i>	0	0	0	0	0	9	9
	<i>Cryptochaeta smaragdinum</i>	49	29	29	2	14	16	139
Diastatidae	<i>Diastata ussrisca</i>	0	1	0	1	3	4	9
	<i>Diastata vagans</i>	1	0	0	0	0	0	1
Dryomyzidae	<i>Neuroctena amblica</i>	0	0	1	1	3	2	7
	<i>Neuroctena ecarcarata</i>	2	0	2	7	1	15	27
	<i>Neuroctena formosana</i>	1	1	0	6	0	0	8
	<i>Neuroctena</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Paradryomyza spinigera</i>	0	0	3	0	4	3	10
Empididae	<i>Chelifera</i> sp.A	0	0	2	1	1	0	4
	<i>Chelifera</i> sp.B	0	0	1	0	1	0	2
	<i>Chelipoda</i> sp.A	1	8	0	0	1	0	10
	<i>Chelipoda</i> sp.B	0	1	1	1	0	2	5
	<i>Clinocera</i> sp.	0	0	0	2	0	0	2
	<i>Dolichocephara irrorata</i>	0	0	2	3	5	6	16
	<i>Dolichocephara</i> sp.	0	0	0	1	0	1	2
	<i>Lamposoma</i> sp.	6	0	4	15	3	23	51
	<i>Empis (Anacrosticus) clavicolor</i>	0	0	0	0	0	1	1

Appendix (continued.)

Family	Species	Number of individuals						Total
		SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120	
Empididae	<i>Empis (Coptophlebia) kawachiensis</i>	0	3	0	0	0	0	3
	<i>Empis (C.) villosipes</i>	0	3	0	0	0	0	3
	<i>Empis (Empis) splendidea</i>	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Empis (Euempis) stigmatica honshuensis</i>	23	5	0	8	0	1	37
	<i>Empis (Eu.) s. ssp.</i>	2	1	2	4	0	2	11
	<i>Empis (Planempis) fovea</i>	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Empis (Pl.) microtheca</i>	2	1	1	3	0	0	7
	<i>Empis (Polyblephalis) sp.1 nr. compsogyne</i>	24	8	3	13	25	17	90
	<i>Empis (Pol.) sp.2</i>	0	0	13	7	45	3	68
	<i>Empis (Xanthempis) sesquata</i>	0	0	0	4	0	0	4
	Genus (nr. <i>Phyllodromia</i>) et sp.	1	0	17	0	3	0	21
	Genus (undescribed) et sp.	0	9	0	0	0	0	9
	<i>Heleodromia japonica</i>	6	11	46	3	40	0	106
	<i>Hilara (Hilara) bellula</i>	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Hilara (H.) dissimilis</i>	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Hilara (H.) echinata</i>	5	1	2	7	0	1	16
	<i>Hilara (H.) funebilis?</i>	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Hilara (H.) galactaptera</i>	2	0	0	0	0	0	2
	<i>Hilara (H.) genuipalida</i>	0	0	0	1	1	0	2
	<i>Hilara (H.) incerstincta</i>	0	0	0	2	0	0	2
	<i>Hilara (H.) incertula</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Hilara (H.) itoi</i>	0	0	10	1	0	0	11
	<i>Hilara (H.) melanogyne</i>	11	9	61	18	7	7	113
	<i>Hilara (H.) microgyne</i>	5	0	0	0	0	0	5
	<i>Hilara (H.) micropyga</i>	0	0	1	1	1	3	6
	<i>Hilara (H.) neglecta</i>	15	9	3	6	0	2	35
	<i>Hilara (H.) pachyneura</i>	2	12	0	1	0	0	15
	<i>Hilara (H.) pulchripes</i>	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Hilara (H.) sp. nr. echinata</i>	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Hilara (H.) sp. nr. microgyne</i>	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Hilara (H.) sp. nr. suspecta</i>	0	0	4	0	0	0	4
	<i>Hilara (H.) sp. nr. neglecta</i>	1	0	0	1	10	0	12
	<i>Hilara (H.) sp.1</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Hilara (H.) sp.2</i>	0	2	0	0	0	0	2
	<i>Hilara (H.) sp.3</i>	0	0	2	0	0	0	2
	<i>Hilara (H.) sp.4</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Hilara (H.) sp.5</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Hilara (H.) sp.6</i>	0	0	0	3	0	0	3
	<i>Hilara (H.) sp.7</i>	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Hilara (H.) suspecta</i>	5	2	26	2	1	4	40
	<i>Hilara (Ochtelohilara) mantis</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Itheaphila sp.1</i>	0	4	0	3	1	0	8
	<i>Itheaphila sp.2</i>	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Itheaphila sp.3</i>	0	0	0	1	3	0	4
	<i>Rhamphomyia (Aclonempis) sp. nr. shirayuki</i>	0	0	6	0	0	1	7
	<i>R. (Calorhamphomyia) complicans</i>	128	0	2	160	33	2	325
	<i>R. (Cal.) flavibasalis</i>	0	3	0	11	5	0	19
<i>R. (Cal.) formidabilis</i>	10	0	15	14	4	7	50	

Appendix (continued.)

Family	Species	Number of individuals						Total
		SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120	
Empididae	<i>R. (Cal.) sapporensis</i>	1	0	0	1	0	1	3
	<i>R. (Cal.)</i> sp. nr. <i>complicans</i>	0	0	0	0	0	3	3
	<i>R. (Cal.)</i> sp. nr. <i>harpago</i>	1	0	0	0	0	0	1
	<i>R. (Cal.)</i> sp. nr. <i>optimalis</i>	0	0	0	0	0	3	3
	<i>R. (Cal.)</i> sp. nr. <i>sapporensis</i>	0	6	0	0	11	0	17
	<i>R. (Cal.)</i> sp.1	3	0	0	0	0	0	3
	<i>R. (Cal.)</i> spp.	0	0	0	0	3	1	4
	<i>R. (Collinaria) arakawae</i>	1	4	0	2	15	32	54
	<i>R. (Col.) japonica</i>	4	0	0	5	0	0	9
	<i>R. (Col.)</i> sp.	0	0	0	0	0	3	3
	<i>R. (Eorhamphomyia)</i> sp.	0	1	0	0	0	0	1
	<i>R. (Holoclea)</i> sp.	0	0	0	8	0	0	8
	<i>R. (Megacyttalus) pilosifacies</i>	48	0	0	3	1	0	52
	<i>R. (M.)</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1
	<i>R. (Orientomyia)</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
	<i>R. (O.) spinifera</i>	0	0	1	3	0	8	12
	<i>R. (Pararhamphomyia) deformipes</i>	0	0	1	0	0	1	2
	<i>R. (Par.) kashiensis</i>	20	0	1	6	0	0	27
	<i>R. (Par.) nigrifemina</i>	0	0	0	0	0	4	4
	<i>R. (Par.) setulosa</i>	0	0	0	0	0	7	7
	<i>R. (Par.)</i> sp. nr. <i>kashiensis</i>	0	0	0	0	0	1	1
	<i>R. (Par.)</i> sp.1	64	3	0	18	0	0	85
	<i>R. (Par.)</i> sp.2	2	0	0	6	0	0	8
	<i>R. (Par.)</i> sp.3	1	0	0	0	0	0	1
	<i>R. (Par.)</i> sp.4	1	0	0	0	0	0	1
	<i>R. (Par.)</i> sp.5	0	0	10	0	0	0	10
	<i>R. (Par.)</i> sp.6	0	0	6	0	0	0	6
	<i>R. (Par.)</i> sp.7	0	0	0	1	0	0	1
	<i>R. (Par.)</i> sp.8	0	0	0	1	0	0	1
	<i>R. (Par.)</i> sp.9	0	0	0	0	0	8	8
	<i>R. (Par.)</i> spp.	0	0	0	3	0	0	3
	<i>R. (Rhamphomyia)</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
	<i>R. (R.) vernalis</i>	0	0	0	0	1	0	1
	<i>R.</i> (subgn.) sp.	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Trichocheza</i> sp.1	4	2	1	1	2	1	11
	<i>Trichocheza</i> sp.2	0	0	0	0	0	5	5
<i>Trichocheza</i> sp.3	0	0	0	0	0	1	1	
Ephydriidae	<i>Ditrichophora pernigra</i>	2	1	0	0	0	2	5
	Genus et sp.1	0	0	0	0	0	1	1
	Genus et sp.2	1	1	0	0	0	0	2
	<i>Hyadina pulchella</i>	0	0	1	0	0	1	2
	<i>Limmellia stenhammari</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Scatella paludum</i>	0	1	0	0	0	1	2
Heleomyzidae	<i>Anyptacta</i> sp.	0	0	3	0	3	2	8
	<i>Eccoptomera itoi</i>	0	1	1	4	0	0	6
	<i>Heleomyza eoa</i>	1	1	3	1	0	1	7
	<i>Oechothea</i> sp.1	1	1	1	4	0	0	7
	<i>Oechothea</i> sp.2	0	1	1	1	1	0	4

Appendix (continued.)

Family	Species	Number of individuals						Total
		SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120	
Heleomyzidae	<i>Orbellia tokyoensis</i>	0	0	1	1	0	0	2
	<i>Schloederella nipponica</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Scoliocentra engeli</i>	0	0	4	0	1	0	5
	<i>Suillia brunneipennis</i>	0	0	0	0	1	1	2
	<i>Suillia elbergi</i>	0	7	1	3	3	6	20
	<i>Suillia gorodkovi</i>	0	0	0	0	4	0	4
	<i>Suillia grunini</i>	0	2	0	0	1	1	4
	<i>Suillia matsutakevora</i>	28	8	7	0	4	13	60
	<i>Suillia nartshukella</i>	3	2	0	2	0	6	13
	<i>Suillia oldenbergi</i>	0	0	0	2	0	0	2
	<i>Suillia rubida</i>	0	0	0	3	0	12	15
	<i>Suillia stroblii</i>	10	10	19	35	18	26	118
	<i>Suillia</i> sp.1	1	4	0	1	0	0	6
	<i>Tephroclamys japonica</i>	10	10	15	30	11	17	93
Hybotidae	<i>Allantharia pallida</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Drapetis</i> sp.1	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Drapetis</i> sp.2	3	0	0	0	0	0	3
	<i>Hybos aurifer</i>	12	0	2	4	0	6	24
	<i>Hybos flavipes</i>	3	6	4	1	1	1	16
	<i>Hybos grossipes</i>	6	2	16	14	0	65	103
	<i>Hybos japonicus</i>	6	0	0	3	0	0	9
	<i>Hybos longispina</i>	11	0	1	0	0	0	12
	<i>Hybos setosus</i>	0	0	0	3	0	0	3
	<i>Hybos</i> sp.1	32	7	21	100	27	21	208
	<i>Hybos</i> sp.2	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Hybos spinipes</i>	5	0	10	0	0	0	15
	<i>Leptodromyiella</i> sp.	1	5	10	1	14	11	42
	<i>Leptopeza flaviantennata</i>	0	0	4	0	0	0	4
	<i>Leptopeza</i> sp.	0	4	0	0	0	0	4
	<i>Oedalea</i> sp.1	1	0	2	0	0	0	3
	<i>Oedalea</i> sp.2	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Oedalea</i> sp.3	2	2	0	0	0	1	5
	<i>Oedalea</i> sp.4	0	1	0	0	1	0	2
	<i>Platypalpus</i> sp.1	7	5	12	14	12	1	51
	<i>Platypalpus</i> sp.2	1	4	8	6	0	4	23
	<i>Platypalpus</i> sp.3	2	0	2	2	10	8	24
	<i>Platypalpus</i> sp.4	0	1	0	0	0	1	2
	<i>Platypalpus</i> sp.5	0	0	4	1	0	3	8
	<i>Platypalpus</i> sp.6	0	0	38	11	1	1	51
	<i>Platypalpus</i> sp.7	0	0	4	0	6	1	11
	<i>Platypalpus</i> sp.8	0	0	2	0	0	0	2
	<i>Platypalpus</i> sp.9	0	0	1	0	2	0	3
	<i>Platypalpus</i> sp.10	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Platypalpus</i> sp.11	0	0	0	1	8	15	24
<i>Platypalpus</i> sp.12	0	0	0	0	0	2	2	
<i>Platypalpus</i> sp.13	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Syneches grandis</i>	0	2	0	0	0	0	2	
<i>Syneches</i> sp. 1	1	0	0	0	1	0	2	

Appendix (continued.)

Family	Species	Number of individuals						Total
		SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120	
Hybotidae	<i>Syneches</i> sp. 2	1	1	2	0	0	4	8
	<i>Syneches</i> sp. 3	2	0	0	1	1	0	4
	<i>Syneches</i> sp. 4	0	2	1	0	0	0	3
	<i>Syneches</i> sp. 5	0	0	0	3	0	0	3
	<i>Tachydromyia shatakini</i>	0	3	1	0	0	0	4
	<i>Tachypeza fennica</i>	0	1	6	4	0	2	13
	<i>Tachypeza</i> sp.1	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Tachypeza</i> sp.2	0	1	0	0	3	2	6
	<i>Tachypeza</i> sp.3	0	0	1	0	0	0	1
Lauxaniidae	<i>Homoneura aulatheca</i>	16	15	29	4	40	37	141
	<i>Homoneura euaresta</i>	1	4	0	0	4	2	11
	<i>Homoneura hirayamae</i>	15	4	10	29	6	3	67
	<i>Homoneura interstincta</i>	0	0	1	0	0	2	3
	<i>Homoneura mayrhoferi</i>	52	64	37	5	15	25	198
	<i>Homoneura pyriformis</i>	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Homoneura sphincta</i>	0	0	0	0	0	3	3
	<i>Homoneura trifurcata</i>	11	0	0	0	0	0	11
	<i>Homoneura unguiculata</i>	0	12	29	0	4	3	48
	<i>Homoneura variinervis</i>	39	49	9	8	12	5	122
	<i>Homoneura yamagishii</i>	0	0	0	0	2	0	2
	<i>Homoneura</i> sp.1	469	28	2	0	0	7	506
	<i>Homoneura</i> sp.2	0	0	0	2	0	0	2
	<i>Noeetomyia radiata</i>	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Pachycerina pulchra</i>	0	0	1	5	1	0	7
	<i>Sapromyza flavopleura</i>	12	21	23	5	6	13	80
	<i>Shatalkinia supraorientalis</i>	42	57	23	33	33	31	219
<i>Trigonometopus forficula</i>	0	3	0	0	0	0	3	
Lonchopteridae	<i>Lonchoptera japonica</i>	2	7	0	0	6	3	18
	<i>Lonchoptera stackelbergi</i>	1	4	15	3	8	9	40
	<i>Lonchoptera</i> sp.1	0	0	6	1	6	25	38
	<i>Lonchoptera</i> sp.2	12	1	9	1	10	3	36
Megamerinidae	<i>Texara compressa</i>	13	13	4	2	3		35
Microphoridae	<i>Anthalia</i> sp.1	0	2	13	1	1	5	22
	<i>Anthalia</i> sp.2	0	1	9	1	5	3	19
Milichiidae	<i>Phyllomyza</i> sp.	1	1	1	0	1	4	8
Opomyzidae	<i>Geomyza advena</i>	0	0	0	1	0	1	2
Pallopteridae	<i>Palloptera ustulata</i>	0	21	0	0	1	1	23
	<i>Temnosira simillima</i>	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Toxoneura carterosoma</i>	0	0	0	0	0	1	1
Periscelididae	<i>Cyamops</i> sp.	4	0	0	0	0	0	4
	<i>Periscelis annulipes</i>	0	1	0	0	1	0	2
Phaeomyiidae	<i>Pelidonoptera</i> sp.1	0	1	0	0	4	7	12
	<i>Pelidonoptera</i> sp.2	6	5	7	2	3	0	23
Pipunculidae	<i>Cephalopus annulipes</i>	11	6	0	0	0	0	17
	<i>Cephalopus furcata</i>	0	0	0	0	0	3	3
	<i>Cephalopus hirashimai</i>	0	0	1	0	0	1	2
	<i>Cephalopus kumatai</i>	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Cephalopus obtusinervis</i>	0	0	3	0	0	0	3

Appendix (continued.)

Family	Species	Number of individuals						Total
		SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120	
Pipunculidae	<i>Cephalopus pecatus</i>	2	1	0	0	0	0	3
	<i>Charalus fimbriata</i>	0	0	1	2	0	0	3
	<i>Charalus latifrons</i>	1	1	0	0	0	0	2
	<i>Dorylomorpha extricata</i>	0	2	0	0	2	0	4
	<i>Dorylomorpha imparata</i>	0	0	0	0	9	0	9
	<i>Dorylomorpha rectiterminata</i>	0	0	0	0	0	3	3
	<i>Dorylomorpha rufipes</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Dorylomorpha valipes</i>	17	14	0	4	3	4	42
	<i>Drylomorpha spinosa</i>	13	2	0	0	3	0	18
	<i>Dorylomorpha</i> sp.	2	0	0	0	0	0	2
	<i>Eudorylus cargexitus</i>	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Eudorylus duocolis</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Eudorylus piquis</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Eudorylus suwai</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Eudorylus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Nephrocerus grandis</i>	0	0	0	4	2	2	8
	<i>Nephrocerus spineus</i>	3	0	0	0	0	3	6
	<i>Pipunclus nitor</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Pipunclus oldenbergi</i>	0	1	0	0	0	2	3
	<i>Pipunclus subvalipes</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Pipunclus varipes</i>	0	1	0	0	0	0	1	
<i>Pipunclus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1	
<i>Verrallia sectabilis</i>	0	0	0	0	0	1	1	
Platypezidae	<i>Paraplatypeza</i> sp.	1	1	0	0	0	0	2
Platystomatidae	<i>Lamprophthalma japonica</i>	0	0	1	1	0	0	2
	<i>Prosthiochaeta flavihirta</i>	0	0	1	1	0	0	2
	<i>Rivellia apicalis</i>	1	0	0	0	0	0	1
Psilidae	<i>Chyliza crinita</i>	0	0	0	0	0	3	3
	<i>Chyliza flavifrons</i>	1	1	0	0	2	9	13
	<i>Chyliza splendida</i>	5	0	0	0	1	0	6
	<i>Chyliza vittata</i>	7	4	0	0	1	1	13
	<i>Chyliza</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Loxocera quadrimaculata</i>	0	2	0	0	0	0	2
	<i>Psila nartshukae</i>	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Psila nigripalpis</i>	0	1	0	0	1	0	2
	<i>Psila nigriseta</i>	2	2	0	10	29	0	43
	<i>Psila nitida</i>	0	0	0	2	0	1	3
<i>Psila sibilica femoralis</i>	0	0	0	0	0	3	3	
Pyrgotidae	<i>Paradapsila trinotata</i>	10	0	0	0	0	0	10
Rhagionidae	<i>Rhagio</i> sp.1	7	12	8	9	1	0	37
	<i>Rhagio</i> sp.2	11	4	6	10	10	0	41
	<i>Rhagio</i> sp.3	4	42	16	38	36	3	139
	<i>Rhagio</i> sp.4	0	1	11	6	9	1	28
	<i>Rhagio</i> sp.5	2	6	0	2	10	0	20
	<i>Rhagio</i> sp.6	0	0	3	0	0	0	3
	<i>Rhagio</i> sp.7	1	0	1	1	10	4	17
Sciomyzidae	<i>Colobaea eos</i>	0	0	1	0	0	0	1

Appendix (continued.)

Family	Species	Number of individuals						Total	
		SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120		
Sciomyzidae	<i>Pherbellia grinescens</i>	0	0	0	3	0	0	3	
	<i>Pherbellia tricolor</i>	2	2	9	4	4	6	27	
Sepsidae	<i>Sepsis monostigma</i>	0	3	1	1	4	1	10	
	<i>Themira lutulenta</i>	1	19	2	0	0	2	24	
	<i>Themira mesopleuralis</i>	0	1	0	0	0	1	2	
Stratiomyidae	<i>Actina japonica</i>	6	0	5	3	2	0	16	
	<i>Actina jezoensis</i>	3	1	11	0	2	6	23	
	<i>Actina nigripes</i>	0	8	1	3	1	1	14	
	<i>Actina</i> sp.	0	0	4	0	0	0	4	
	<i>Allognosta flavofemorialis</i>	1	0	0	0	0	0	1	
	<i>Allognosta japonica</i>	1	0	9	1	0	1	12	
	<i>Allognosta shibuyae</i>	0	2	0	0	1	0	3	
	<i>Bellis hirotsui</i>	0	0	0	1	0	0	1	
	<i>Craspedometopon frontale</i>	4	4	8	6	2	1	25	
	<i>Ptecticus matsumurae</i>	0	3	2	1	0	3	9	
	<i>Sargus metallinus</i>	2	0	0	1	1	0	4	
	<i>Sargus nipponensis</i>	0	0	0	0	0	1	1	
	Strongyl- ophthalmiidae	<i>Strongylophthalmyia caliginosa</i>	7	1	1	2	4	9	24
		<i>Strongylophthalmyia crinita</i>	4	11	1	1	0	24	41
<i>Strongylophthalmyia japonica</i>		0	2	2	2	1	0	7	
Syrphidae	<i>Baccha maculata</i>	2	3	0	6	8	4	23	
	<i>Betasyrphus seriarius</i>	1	0	0	0	0	0	1	
	<i>Blera japonica</i>	1	0	2	0	1	0	4	
	<i>Brachyopa dorsata</i>	0	0	1	0	0	0	1	
	<i>Brachyopa panzeri</i>	1	2	1	3	2	8	17	
	<i>Brachypalpoides flavifacies</i>	1	0	0	0	0	0	1	
	<i>Brachypalpoides brunneipes</i>	1	0	1	1	2	1	6	
	<i>Chalcosyrphus ambiguus</i>	19	5	2	2	1	5	34	
	<i>Chalcosyrphus frontalis</i>	41	5	2	0	6	7	61	
	<i>Chalcosyrphus japonicus</i>	17	0	3	1	0	1	22	
	<i>Cheilosia abbreviata</i>	14	2	3	12	2	0	33	
	<i>Cheilosia facialis</i>	2	1	0	0	2	0	5	
	<i>Cheilosia fuscipennis</i>	0	0	1	0	0	0	1	
	<i>Cheilosia latifaciella</i>	30	6	12	20	4	10	82	
	<i>Cheilosia nuda</i>	2	0	0	0	0	0	2	
	<i>Cheilosia opaca</i>	0	0	0	14	0	0	14	
	<i>Cheilosia scutellata</i>	0	0	0	3	0	0	3	
	<i>Cheilosia</i> sp. 1	2	13	0	0	1	0	16	
	<i>Cheilosia</i> sp. 2	3	0	0	0	0	0	3	
	<i>Cheilosia</i> sp. 3	1	0	0	0	1	3	5	
	<i>Cheilosia</i> sp. 4	0	0	0	0	1	0	1	
	<i>Cheilosia</i> sp. 5	4	0	0	0	0	0	4	
	<i>Cheilosia</i> sp. 6	3	0	0	0	0	0	3	
<i>Cheilosia yesonica</i>	0	0	0	0	1	3	4		
<i>Criorhina apicalis</i>	0	1	0	0	3	1	5		
<i>Criorhina narumii</i>	1	1	6	1	2	10	21		
<i>Criorhina takaensis</i>	0	1	2	0	6	1	10		

Appendix (continued.)

Family	Species	Number of individuals						Total
		SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120	
Syrphidae	<i>Dasysyrphus bilineatus</i>	0	3	5	7	4	11	30
	<i>Didea fasciata</i>	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Dideoides latus</i>	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Epistrophe grossulariae</i>	1	0	0	0	1	0	2
	<i>Epistrophe balteata</i>	7	5	4	6	12	19	53
	<i>Eristalis kyokoae</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Eristalis cerealis</i>	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Eristalis tenax</i>	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Eumerus japonicus</i>	7	0	1	0	2	0	10
	<i>Eupeodes bucculatus</i>	1	1	1	1	1	0	5
	<i>Eupeodes corollae</i>	1	1	0	0	1	0	3
	<i>Ferdinanda cuprica</i>	26	7	2	3	4	0	42
	<i>Ferdinanda nigrifrons</i>	4	2	10	3	2	1	22
	<i>Graptomyza alabeta</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Graptomyza itoi</i>	7	0	0	10	0	0	17
	<i>Helophilus virgatus</i>	0	1	0	1	1	0	3
	<i>Lejota ambigua</i>	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Liogaster metallina</i>	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Melangyna cincta</i>	0	3	2	1	3	39	48
	<i>Melangyna coei</i>	0	0	0	0	4	0	4
	<i>Melangyna olsufjevi</i>	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Melangyna</i> sp.	0	0	0	0	0	2	2
	<i>Melanostoma interruptum</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Melanostoma scalare</i>	2	20	11	18	128	1	180
	<i>Meliscaeva cinctella</i>	0	2	0	1	4	13	20
	<i>Meliscaeva omogoensis</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Milesia undulata</i>	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Neoscia confusa</i>	8	1	4	0	5	0	18
	<i>Paragus haemorri</i>	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Paragus jozanus</i>	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Parasyrphus aeneostoma</i>	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Pipiza austriaca</i>	0	2	0	1	0	1	4
	<i>Platycheirus scambus</i>	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Platycheirus urakawensis</i>	1	1	0	0	0	0	2
	<i>Platycheirus</i> sp.	0	0	2	0	0	0	2
	<i>Psarochilosia djakonovi</i>	4	4	1	0	0	1	10
	<i>Rhingia laevigata</i>	5	0	1	5	1	1	13
	<i>Sphaerophoria philanthus</i>	1	1	0	0	0	0	2
	<i>Sphaerophoria viridaenea</i>	2	0	0	0	1	0	3
	<i>Sphegina (Asiosphegina) fleyana</i>	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Sphegina</i> (A.) sp.1	0	4	0	1	12	1	18
	<i>Sphegina</i> (A.) sp.2	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Sphegina</i> (A.) sp.3	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Sphegina (Sphegina) violovitshi</i>	0	0	1	1	6	5	13
<i>Sphegina</i> (S.) sp.1	0	1	0	0	4	1	6	
<i>Syrphus ribesii</i>	1	1	0	2	0	1	5	
<i>Syrphus torvus</i>	0	0	0	0	0	2	2	

Appendix (continued.)

Family	Species	Number of individuals						Total	
		SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120		
Syrphidae	<i>Syrphus vitripennis</i>	0	2	0	0	0	0	2	
	<i>Takaomyia sexmaculata</i>	7	5	4	0	1	4	21	
	<i>Temnostoma fumosum</i>	3	4	0	1	1	9	18	
	<i>Temnostoma jozankeanum</i>	0	0	0	0	0	1	1	
	<i>Temnostoma nitobei</i>	0	0	0	0	0	2	2	
	<i>Tricopsomyia</i> sp.	4	0	0	0	0	0	4	
	<i>Volucella pellucens tabanoides</i>	0	0	0	1	0	0	1	
	<i>Xylota amamiensis</i>	4	0	0	0	2	3	9	
	<i>Xylota coquilletti</i>	0	1	0	3	2	0	6	
	Tabanidae	<i>Chrysops japonicus</i>	2	2	1	0	0	0	5
<i>Chrysops suavis</i>		0	0	0	0	0	1	1	
<i>Hirosia humilis</i>		8	2	1	4	4	90	109	
<i>Hybomitra distinguenda</i>		0	0	1	0	0	0	1	
<i>Stonemyia yezoensis</i>		0	0	0	0	1	0	1	
<i>Tabanus chrysurus</i>		1	0	0	0	0	0	1	
<i>Tabanus trigeminus</i>		1	0	0	1	0	0	2	
<i>Tabanus trigonus</i>		39	31	8	31	5	18	132	
<i>Tabanus yoneyamai</i>		0	0	0	0	0	1	1	
<i>Tabanus</i> sp.1		0	1	0	0	0	0	1	
<i>Tabanus</i> sp.2		0	0	0	0	0	1	1	
Tephritidae		<i>Acidiella accepta</i>	1	0	0	0	0	0	1
		<i>Acidiella japonica</i>	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Acidiella maculata</i>	0	2	0	1	0	0	3	
	<i>Anomoia apicalis</i>	5	2	6	3	2	2	20	
	<i>Anomoia vulgaris</i>	2	0	0	1	0	0	3	
	<i>Erectovena speciosa</i>	9	0	0	13	1	1	24	
	<i>Euphranta cameliae</i>	1	0	2	0	0	0	3	
	<i>Hemilea infuscata</i>	0	0	0	1	0	0	1	
	<i>Hemilea longistigma</i>	0	0	0	0	1	0	1	
	<i>Homoeotricha longipennis</i>	0	0	0	0	0	1	1	
	<i>Hyleurinus kalopanax</i>	1	0	0	0	0	0	1	
	<i>Lenitovena trigona</i>	11	14	5	26	0	24	80	
	<i>Matsumurania sapporensis</i>	0	1	0	0	0	2	3	
	<i>Morinowotome egregia</i>	1	1	0	0	0	1	3	
	<i>Oreurinus cuspidatus</i>	0	0	0	1	0	0	1	
	<i>Orotava hamula</i>	0	2	1	0	0	4	7	
	<i>Ortalotrypeta issikii</i>	0	0	0	0	1	0	1	
	<i>Paragastrozona japonica</i>	4	69	2	49	3	4	131	
	<i>Paramyolia takeuchii</i>	1	0	0	0	1	0	2	
	<i>Paratephritis takeuchii</i>	0	0	0	0	0	1	1	
	<i>Pogonangelus pachypogon</i>	0	0	2	0	0	1	3	
	<i>Proanoplomus japonica</i>	2	0	0	0	0	0	2	
	<i>Sinacidia esakii</i>	2	0	3	2	1	0	8	
	<i>Tephritis majuscula</i>	0	0	0	1	0	0	1	
	<i>Trupanea gratiosa</i>	1	3	0	0	0	0	4	
	<i>Trypeta artemisicola</i>	1	5	7	0	1	2	16	
	<i>Trypeta</i> sp.	2	0	0	0	0	1	3	

Appendix (continued.)

Family	Species	Number of individuals						Total
		SC5	SD44	SB47	PA57	SA70	OA120	
Tephritidae	<i>Vidalia rohdendorfi</i>	0	0	1	0	0	2	3
Teratomyzidae	<i>Teratomyza</i> sp.	0	0	0	3	1	3	7
Therevidae	<i>Dialineura shirozui</i>	3	0	0	0	0	0	3
	Genus et sp.	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Pandivirilia sapporensis</i>	0	0	0	0	0	2	2
Ulididae	<i>Herina</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
Xylomyidae	<i>Macroceromys longicornis</i>	0	0	0	4	0	0	4
	<i>Solva flavoscutellaris</i>	1	1	4	20	3	3	32
	<i>Solva harmandi</i>	0	0	7	12	4	0	23
	<i>Solva japonica</i>	5	0	0	1	1	0	7
	<i>Xylomya moiwana</i>	0	1	0	0	0	0	1
Xylophagidae	<i>Xylophaga albipilosa</i>	2	9	5	5	4	1	26
	<i>Xylophaga matsumurai</i>	0	6	1	1	1	5	14
	<i>Xylophaga</i> sp.	0	2	1	1	1	5	10