

調査報告

大雪山国立公園高山帯におけるマルハナバチ相のモニタリング調査

工藤 岳¹・井本 哲雄²

¹北海道大学地球環境科学研究所・²旭川市末広東2条

Monitoring of bumblebee assemblages in the alpine zone of Daisetsuzan National Park

Gaku Kudo¹ and Tetsuo Imoto²

¹Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, ²Suehiro Higashi 2-jyo, Asahikawa

要旨：環境省生物多様性センターのモニタリングサイト 1000 では、2011 年より高山帯におけるマルハナバチ相のモニタリング調査を開始した。最初の登録地である北海道大雪山国立公園における初年度の調査概要を報告する。赤岳登録地の森林限界から高山帯において、6月上旬から8月下旬にかけて、計12回のライントランセクトによるマルハナバチ相、ならびに訪花植物の調査を行った。調査シーズンを通して、総計473個体が確認された。その内訳は、エゾオオマルハナバチが60%、アカマルハナバチが18%、エゾヒメマルハナバチが14%、エゾナガマルハナバチが7%、エゾトラマルハナバチが1%であり、移入種のセイヨウオオマルハナバチは確認されなかった。出現頻度は、6月中旬と7月下旬以降に高くなる二山分布を示し、前者は越冬明けの女王バチ、後者は働きバチが多数を占めていた。季節を通して約40種の植物への訪花が観察され、マルハナバチ類は高山帯において重要な花粉媒介者であることが確認された。マルハナバチ活動最盛期に黒岳登録地とヒサゴ沼調査地で同様の調査を行なったところ、マルハナバチ相は顕著な地域差が見られた。黒岳登録地ではエゾヒメマルハナバチの頻度が50%と最も高かった。ヒサゴ沼調査地ではエゾオオマルハナバチの頻度が90%以上を占めていた。また、ヒサゴ沼調査地ではセイヨウオオマルハナバチの侵入が初めて観察された。気候変動や移入種の侵入による今後のマルハナバチ相の動向について、継続調査の重要性が示された。

キーワード：高山植物、高山生態系、セイヨウオオマルハナバチ、北海道、モニタリングサイト 1000

Abstract: In 2011, the Monitoring Sites 1000 Project conducted by the Biodiversity Center of Japan started monitoring bumblebee assemblages in alpine ecosystems. This report summarizes the results from Daisetsuzan National Park. We observed the species composition of bumblebees and their flower use pattern at the Akadake site from early June to late August. We recorded 473 bumblebees during 12 observation periods consisting of *Bombus hypocrita sapporoensis* (60%), *B. hypnorum koropokkrus* (18%), *B. beaticola moshkarareppus* (14%), *B. yezoensis* (7%), and *B. diversus tersatus* (1%). The introduced species, *B. terrestris*, was not observed. The frequency of bumblebees showed a bimodal pattern in mid-June (by overwintered queens) and after late July (by workers). Bumblebees visited flowers of about 40 plant species. Comparisons of bumblebee assemblages among three locations during the later periods revealed apparent differences in species compositions. *B. beaticola* was the most common species at the Kurodake site, while *B. hypocrita* represented more than 90% of the individuals observed at the Hisago-Numa site. One worker of the introduced species *B. terrestris* was noted at the Hisago-Numa site although it seemed to be an accidental visit to the alpine area from a lowland colony. Continuous monitoring of bumblebee assemblages in alpine sites is necessary to detect global warming impacts on species composition and the expansion of introduced organisms into alpine ecosystems.

Keywords: alpine ecosystem, alpine plants, *Bombus terrestris*, Hokkaido, Monitoring Sites 1000

¹ 〒060-0810 札幌市北区北10条西5丁目 北海道大学地球環境科学研究所
Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, Sapporo 060-0810, Japan
e-mail: gaku@ees.hokudai.ac.jp 2012年7月10日受付、2012年8月10日受理

はじめに

マルハナバチ類 *Bombus* spp. は温帯高山生態系において重要な花粉媒介昆虫であるが、我が国の高山帯における種組成や生活史の研究は限られており、特に個体群動態の季節変動や年変動についての情報はほとんど無い。マルハナバチ類の季節的活動の変化は、コロニーの生活環を反映しており、多くの高山植物の受粉成功に強く作用すると考えられる (Kameyama and Kudo 2009; Kudo et al. 2011)。気候変動に対するマルハナバチ相の変化や個体数変動は、高山植物へのポリネーションサービスを介して、高山生態系に多大な影響を及ぼすと予想される (Hegland et al. 2009)。近年、世界各地でマルハナバチ類をはじめとする訪花性昆虫のポリネーション機能の低下が報告されており、土地改変や気候変動との関連が指摘されている (Potts et al. 2010)。さらに、北海道においては、農業用にヨーロッパから導入されたセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* (L.) の野生化が加速しており、在来のマルハナバチ類や植物のポリネーションサービスへの影響が懸念されている (Inari et al. 2005; Inoue et al. 2008; Ishii et al. 2008)。現在のところセイヨウオオマルハナバチの定着は、低標高の農地周辺部に集中しているが、近隣の自然植生地への拡大も進行しており、2008年には大雪山系の黒岳の高山帯においてもセイヨウオオマルハナバチの女王バチが確認されている (北海道新聞 2006年8月27日)。今後、高山帯へのセイヨウオオマルハナバチの侵入が起るのかどうかについて、監視体制を強化する必要がある。

このような状況を反映し、環境省モニタリングサイト 1000 高山帯調査では、マルハナバチ相の長期モニタリング項目を導入し、2011年より北海道大雪山系の赤岳ならびに黒岳周辺において調査を開始した (環境省、http://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/newsflash/pdf/kouzan_no.2.pdf, 2012年6月13日確認)。しかし、調査方法の妥当性や得られたデータの解析方法などについては、まだ検討段階にある。本稿では、初年度の調査概要について報告し、長期的なモニタリングと解析に向けて注意すべき点について検討を行った。特に、生育シーズンを通じての個体数の季節変動と山域内の場所間の種組成の変動に着目し、長期モニタリング調査の有効性について検討を行った。さらに、著者らが大雪山系のヒサゴ沼周辺で行っているマルハナバチ訪花状況調査の観察結果と比較し、大雪山系高山帯におけるマルハナバチ相の地域性について報告する。

調査方法

調査の詳細は、環境省モニタリングサイト 1000 高山帯調査マニュアル 2011 年度版 (http://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/reports/pdf/h23_alpin%20zone.pdf, 2012年6月13日確認) に書かれている通りである。登山道に沿って 1 km ~ 3 km 程度の調査ルートを決め、一定の速度でルートを歩きながら登山道周辺で観察されたマルハナバチの種、数、訪花していた植物種を記載するライントランセクト法に基づく。北海道大雪山系では、赤岳周辺と黒岳周辺の 2 カ所がマルハナバチ相の長期モニタリングサイトとして登録されており、7月下旬から8月中旬にかけての好天時に 1 ~ 2 回の調査を行うこととされている。調査時期は、多くのマルハナバチ種のコロニーが発達し、働きバチ生産の最盛期に相当する時期として決められたものである。しかし、これまでの高山帯におけるマルハナバチコロニー発達の観察例はごく限られており、山域によって種構成も異なると考えられるので、調査初年度の 2011 年には、赤岳登録地において季節を通してライントランセクト調査を行った。

赤岳登録地 (北緯 43°40'、東経 142°57') は、標高 1490 m の銀泉台登山口 (森林限界付近) からコマクサ平 (標高 1650 m の風衝地) を経て赤岳第四雪渓 (標高 1845 m の雪田地) に到る約 3.4 km のルートである。このルートを一定の速度で移動しながら、確認できる範囲 (概ね 5 m 程度) でマルハナバチと訪花植物の記録を行なった。調査日は、6月4日、12日、19日、26日、7月2日、18日、23日、30日、8月6日、14日、20日、27日の 12 日間である。

黒岳登録地 (北緯 43°42'、東経 142°55') は、標高 1520 m の 7 合目リフト終点の森林限界付近から、黒岳山頂の風衝地 (標高 1984 m) を経て、黒岳石室の雪田地 (標高 1880 m) に到る約 2 km のルートである。赤岳登録地の北西約 3 km に位置する。調査は、マルハナバチの活動最盛期と考えられる 8月6日に行なった。また、モニタリングサイト 1000 登録地ではないが、著者らは大雪山系中央部に位置するヒサゴ沼調査地 (北緯 43°33'、東経 142°52'、標高 1690 m ~ 1910 m) でマルハナバチ類の訪花状況調査を行なっている。ヒサゴ沼調査地は、赤岳登録地の南西約 15 km に位置する。2011年7月27 ~ 29日に計測したデータ (工藤、未発表) を上記 2 カ所のモニタリングサイト 1000 登録地データと比較し、マルハナバチ相種組成の場所間変動について検討を行なった。

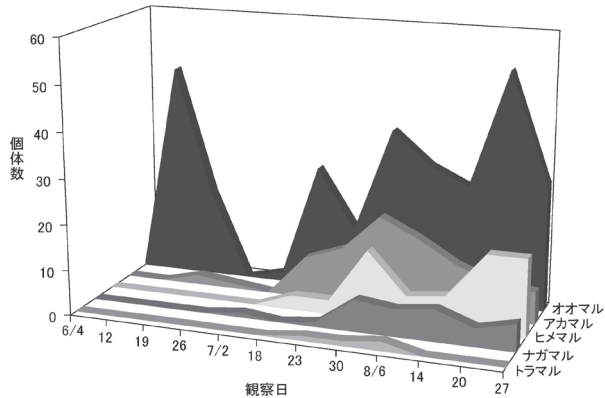


図1. 大雪山系赤岳登録地における2011年の生育シーズン（6月4日から8月27日）を通したマルハナバチ類の観察個体数の季節変動。

結果

12回のライントランセクトを行なった赤岳登録地では、総計473個体のマルハナバチが記録された。その内訳は、エゾオオマルハナバチ *B. hypocrita sapporoensis* Cockerell が60%、アカマルハナバチ *B. hypnorum koropokkrus* Sakagami et Ishikawa が18%、エゾヒメマルハナバチ *B. beaticola moshkarareppus* Sakagami et Ishikawa が14%、エゾナガマルハナバチ *B. yezoensis* Matsumura が7%、エゾトラマルハナバチ *B. diversus tersatus* Smith が1%であり、移入種のセイヨウオオマルハナバチは確認されなかった。出現頻度は、6月中旬と7月下旬以降に高くなる二山分布を示し（図1）、前者はほとんどが越冬明けの女王バチ（ただし、一部アカマルハナバチの働きバチと思われる個体を含む）、後者は働きバチが多数を占めていた。6月下旬から7月上旬にかけては、マルハナバチの観察頻度は非常に低かった。その後、観察頻度は高まり、7月下旬から8月下旬にかけては、多少の変動はあるものの概ね高い頻度が維持されていた。

赤岳と黒岳登録地でマルハナバチの訪花が観察された植物種は、15科37種に及んでいた（表1）。ツツジ科植物が10種（但し、ツガザクラ属植物は1種としてカウント）と最も多く、次いでキク科が7種、バラ科が4種であった。6月中旬の前半の活動ピーク時に観察された個体は、ほとんどがエゾオオマルハナバチの越冬明けの女王バチであり、その約2/3は森林帯上部に生育するエゾノバッコヤナギ *Salix hultenii* var. *angustifolia* Kimura に訪花していた。残りの約1/3は、森林限界周辺部のココウラクツツジ *Menziesia pentandra* Maxim. と風衝地のウ

ラシマツツジ *Arctous alpinus* (L.) Niedenzu で観察された。すなわち、越冬明けの女王バチは森林帯から高山帯にかけて早咲き植物を利用していることが示された。7月中旬以降の働きバチ活動期は、大部分が高山帯での訪花であった。訪花が見られた植物種数は、7月末から8月上旬にかけて最も多かった。また、エゾノツガザクラ *Phyllodoce caerulea* (L.) Babington、コエゾツガザクラ *P. caerulea* var. *yezoensis* Koidzumi、アオノツガザクラ *P. aleutica* (Spreng.) A. Heller などのツガザクラ属植物への訪花は、約40日間に渡って高頻度で観察された。大雪山系高山帯では、ツガザクラ属植物は雪解け傾度に沿って広く分布しているため開花期間が長く、マルハナバチの重要な蜜源植物である。

働きバチが出現し、ほとんどのマルハナバチ種で活動のピークとなっていた8月上旬における赤岳登録地と黒岳登録地、そして7月末にヒサゴ沼調査地で観察されたマルハナバチの種組成を表2に示す。赤岳登録地ではエゾオオマルハナバチが半数以上を占め、次いでアカマルハナバチが1/4、そしてエゾヒメマルハナバチとエゾナガマルハナバチがそれぞれ約1割を占め、概ね季節全体を通した優占順位と一致していた。これは、働きバチ最盛期の種組成はその地域のマルハナバチ相の全体像を反映していることを示すものである。黒岳登録地では、赤岳登録地とわずか3 kmしか離れていないにもかかわらず種構成は大きく異なっており、エゾヒメマルハナバチが半数を占め、次いでエゾオオマルハナバチ、エゾナガマルハナバチと続き、アカマルハナバチは3%に満たなかった。さらに、赤岳登録地の南方約15 kmに位置するヒサゴ沼調査地では、エゾオオマルハナバチが90%以上を占め、エゾヒメマルハナバチが1割以下、アカマルハナバチは2%以下で、エゾナガマルハナバチは確認されなかった。注目すべき点は、移入種であるセイヨウオオマルハナバチの働きバチが1頭、チシマツガザクラ *Bryanthus gmelinii* D. Don に訪花しているのが確認されたことである。ヒサゴ沼調査地では著者らが10年以上に渡り訪花昆虫の調査を行ってきたが、セイヨウオオマルハナバチが確認されたのは初めてであった。

考察

マルハナバチの生活史とモニタリングのタイミング

大雪山の高山帯においては、エゾオオマルハナバチが最も優占するマルハナバチであり、その傾向は特に6月の越冬明け女王バチ活動期に顕著であった。エゾオオマ

表1. 赤岳登録地におけるマルハナバチの訪花が観察された植物種のリスト、ならびに各植物種への訪花観察数。+は、ライトランセクト調査時以外に訪花が見られたものを示す。

種名	科名	6/4	6/12	6/19	6/26	7/2	7/18	7/23	7/30	8/6	8/14	8/20	8/27	計
エゾノバッコヤナギ <i>Salix hulthenii</i> var. <i>angustifolia</i>	ヤナギ科		28	16										44
コヨウラクツツジ <i>Menziesia pentandra</i>	ツツジ科		3	1	+	1								5
ウラシマツツジ <i>Arctous alpinus</i>	ツツジ科		19											19
アキタブキ <i>Petasites japonicus</i> ssp. <i>giganteus</i>	キク科				+									+
キバナシャクナゲ <i>Rhododendron aureum</i>	ツツジ科					1			2					3
クロウスゴ <i>Vaccinium ovalifolium</i>	ツツジ科						4	+						4
クロマメノキ <i>Vaccinium uliginosum</i>	ツツジ科						3	12		1				16
タカネオミナエシ <i>Patrinia sibirica</i>	オミナエシ科						3		2					5
ツガザクラ類* <i>Phyllodoce</i> spp. (<i>P. caerulea</i> , <i>P. aleutica</i> , and <i>P. caerulea</i> var. <i>yezoensis</i>)	ツツジ科						26	14	29	29	15	42	23	178
オオバスノキ <i>Vaccinium smallii</i>	ツツジ科								1					1
ウラジロナナカマド <i>Sorbus matsumurana</i>	バラ科								1					1
チシマヒョウタンボク <i>Lonicera chamissoi</i>	スイカズラ科								1					1
チシマツガザクラ <i>Bryanthus gmelinii</i>	ツツジ科								1	28	5	+		34
イワブクロ <i>Pennelianthus frutescens</i>	オオバコ科								+	5	5			10
ウコンウツギ <i>Weigela middendorffiana</i>	タニウツギ科								5	3				8
ウスユキトウヒレン <i>Saussurea yanagisawae</i>	キク科								3	1	3			7
コマクサ <i>Dicentra peregrina</i>	ケマンソウ科								2	1				3
ミネヤナギ <i>Salix reinii</i>	ヤナギ科								2					2
エゾノレイジンソウ <i>Aconitum gigas</i>	キンボウゲ科								1					1
シラネニンジン <i>Tilingia ajanensis</i>	セリ科									1				1
チングルマ <i>Sieversia pentapetala</i>	バラ科									3				3
ミヤマクロスゲ <i>Carex flavocuspis</i>	カヤツリグサ科									1				1
ミヤマサワアザミ <i>Cirsium kamschaticum</i> var. <i>alpinum</i>	キク科									3	28	28	25	84
ジムカデ <i>Harrimanella stelleriana</i>	ツツジ科									1				1
エゾコザクラ <i>Primura cuneifolia</i>	サクラソウ科									1				1
マルバシモツケ <i>Spiraea betulifolia</i>	バラ科									1				1
エゾヒメクワガタ <i>Veronica stelleri</i> var. <i>longistyla</i>	オオバコ科									+			+	+
タカネトウウチソウ <i>Sanguisorba canadensis</i> ssp. <i>latifolia</i>	キク科									2		+	1	3

表 1. つづき

種名	科名	6/4	6/12	6/19	6/26	7/2	7/18	7/23	7/30	8/6	8/14	8/20	8/27	計
ヨツバシオガマ	ハマウツボ科									2	1	1	+	4
<i>Pedicularis chamissonis</i>														
ナガバキタアザミ	キク科										2	3	6	11
<i>Saussurea riederi</i> ssp. <i>yezoensis</i>														
ミヤマキンバイ	バラ科										1			1
<i>Potentilla matsumurae</i>														
コガネギク	キク科										1	5		6
<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>leiocarpa</i>														
エゾウサギギク	キク科											1		1
<i>Arnica unalashkensis</i> var. <i>unalashkensis</i>														
ミヤマホツツジ	ツツジ科											1		1
<i>Cladthamnus bracteatus</i>														
ウメバチソウ	ウメバチソウ科												1	1
<i>Parnassia palustris</i> var. <i>palustris</i>														
イワギキョウ	キキョウ科												1	1
<i>Campanula lasiocarpa</i>														
ハクサンボウフウ	セリ科												+	+
<i>Peucedanum multivittatum</i>														
マルハナバチ観察総数**		1	47	21	1	3	39	31	80	60	51	81	58	473

* ツガザクラ類には、エゾノツガザクラ、アオノツガザクラ、コエゾツガザクラを含む。

** マルハナバチ観察総数は、植物への訪花以外（飛行、休息など）に観察された個体を含む。

ルハナバチで観察された活動時期の二山分布は、越冬明け女王期と働きバチ活動期の季節性を反映したものであり、著者らがヒサゴ沼周辺で行なってきたこれまでの研究経過と一致する (Kameyama and Kudo 2009; Kudo et al. 2011)。一方で、他のマルハナバチ種においては、シーズン初期の個体数のピークはほとんど観察されなかった。これらの種の女王バチの越冬場所や、越冬後の採餌場所の解明が必要である。6月下旬から7月上旬にかけて一時的に観察個体数が減少したのは、営巣開始後に女王の採餌活動が制限されたためと考えられる。従って、この時期はマルハナバチ相のモニタリングには不適である。働きバチの出現は、いずれの種においても7月下旬から8月上旬にかけてピークとなり、この時期のモニタリングがその地域のマルハナバチ相の推定に最も適していることが示された。

植物への選好性と開花フェノロジーの季節変動との関連

マルハナバチ類は開花状況に応じて利用する花を選択する傾向があり (Goulson 2010)、高山環境においても同様の傾向が示された。2011年に東大雪地域の鹿追町、上士幌町、新得町における市街地を含む低標高帯（標高900 m以下）で実施されたマルハナバチ類の分布調査では（環境省、<http://www.env.go.jp/park/daisetsu/topics/data/120308a.pdf>、2012年6月15日確認）、マルハナバチ類が訪花した植物種は19科45種であり、そのうち

47%が外来・園芸種であった。本調査地で訪花が観察された植物はすべて自生種であり、特にツツジ科、キク科、バラ科植物への訪花頻度が高かった。マルハナバチ種間で利用する植物を巡る競争が生じているかどうかについては、個々のマルハナバチ種の利用植物の選好性や種間の重複比較のデータ蓄積が必要である。

6月の越冬明け女王活動期に訪花が見られたのは、エゾノバッコヤナギやコヨウラクツツジなど亜高山帯に分布する植物が主であった。7月下旬以降の働きバチ活動期には、大部分が高山帯で訪花を行っていた。この時期は高山帯における植物の開花種数と開花量が亜高山帯と比べて多いためであろう。大雪山系における高山植物の受粉成功は、一般にシーズン初期に低く、7月下旬以降に急速に増大することが知られている (Kudo and Suzuki 2002; Kameyama and Kudo 2009)。これは働きバチの出現と伴に送粉サービスが向上するためであり、多くの高山植物がマルハナバチに受粉を依存していることの現れでもある。高山植物にとって、開花時期が働きバチの出現時期と重なるかどうかは、種子生産に強く作用する自然選択圧である。本調査においては、マルハナバチ種の多くは8月下旬まで比較的高頻度で観察された。これは、調査を行った2011年は、花資源が9月上旬まで利用可能であったからと考えられる (工藤・横須賀 2012)。大雪山系のモニタリングサイトでは、市民ボランティアによる開花フェノロジーのモニタリングも行な

表2. 大雪山系3地域におけるマルハナバチ類の種組成比較。ヒサゴ沼調査地のデータは、工藤(未発表)による。調査日は、黒岳と赤岳が2011年8月6日、ヒサゴ沼調査地が2011年7月27～29日。調査を行った標高域を括弧に示した。

マルハナバチ種	黒岳登録地 (1520～1984 m)	赤岳登録地 (1490～1980 m)	ヒサゴ沼調査地 (1690～1910 m)
エゾオオマルハナバチ	49 (33.6%)	60 (51.3%)	294 (90.5%)
エゾヒメマルハナバチ	73 (50.0%)	11 (9.4%)	24 (7.4%)
エゾナガマルハナバチ	20 (13.7%)	11 (9.4%)	-
アカマルハナバチ	4 (2.7%)	32 (27.3%)	6 (1.8%)
エゾトラマルハナバチ	-	3 (2.6%)	-
セイヨウオオマルハナバチ	-	-	1 (0.3%)
総個体数	146	117	325

っているが(工藤・横須賀 2012)、雪解けが早く温暖な年には、8月中旬で花資源はほとんど枯渇してしまう。そのような年には、マルハナバチのコロニーは例年よりも早い時期に終結してしまう可能性があり、植物のフェノロジーと関連させた解析が今後必要となろう。

マルハナバチ相の種構成とセイヨウオオマルハナバチの侵入

今回の調査で最も特徴的であったのは、似通った標高域であるにも関わらず調査地間でマルハナバチの種組成が大きく異なっていたことである。黒岳登録地ではエゾヒメマルハナバチとエゾオオマルハナバチが主要種であり、赤岳調査地ではエゾオオマルハナバチとアカマルハナバチが主要種であった。両地域ではエゾナガマルハナバチも一割程度占めていた。また、赤岳登録地では少数ながらエゾトラマルハナバチも確認された。一方で、大雪山系中央部のヒサゴ沼調査地では、エゾオオマルハナバチが全体の9割を占め、エゾヒメマルハナバチとアカマルハナバチはいずれも1割以下であった。さらに、エゾナガマルハナバチは確認されなかった。このような種組成の違いは、高山帯へのマルハナバチのアクセスの程度を反映していると考えられる。赤岳調査地は高山帯直下まで自動車道が続いており、路肩に群生するヤナギ類や灌木類を伝って、低標高個体群が採餌に訪れ易い環境となっている。また、黒岳では層雲峡からロープウェイとリフトが高山帯直下まで設置されていて、刈り分け地が带状に続いているため、マルハナバチ類は森林帯を経由せずに解放地をたどって高山帯までアクセスできる環境となっている。それに対してヒサゴ沼調査地は、登山道以外の人工物はなく、原生に近い環境が維持されている。従って、低標高個体群から高山帯へ採餌に訪れるこ

とは稀と考えられる。ヒサゴ沼調査地で頻繁に観察されるエゾオオマルハナバチとエゾヒメマルハナバチはいずれも最も高標高まで分布するマルハナバチであり、高山帯で営巣していると考えられる。一方で、アカマルハナバチとエゾナガマルハナバチは山地帯から亜高山帯にかけて良く見られる種であり、高山帯で営巣可能かどうか検討が必要である。また、エゾトラマルハナバチは低地帯から山地帯にかけてよく見られる種であり、高山帯で見かけることは稀である(工藤によるこれまでの観察に基づく私見)。今後の気候変動に伴い、低地性のマルハナバチが高山帯へ進出してくる可能性もあり、各地域の種組成変化を注意深くモニタリングして行く必要がある。

移入種であるセイヨウオオマルハナバチは、前述したように2006年に黒岳高山帯で観察例があるが、今回の調査では、赤岳・黒岳登録地で観察されなかった。しかし、7月27日にヒサゴ沼調査地で、セイヨウオオマルハナバチの働きバチ1個体が初記載された。前述した通り、ヒサゴ沼調査地は低地からのマルハナバチの移動は困難な地域と考えられる。その後の調査ではセイヨウオオマルハナバチは観察されなかったことから(工藤、未発表データ)、7月27日に観察された働きバチは風に吹き飛ばされるなどして偶発的に高山帯にたどり着いた個体であると考えられ、高山帯におけるセイヨウオオマルハナバチの営巣ならびに定常的な採餌活動には至っていないと判断できる。ヒサゴ沼調査地は、新得町に位置しており、東向き斜面上(十勝地方側)にある。十勝地方の山間部ではセイヨウオオマルハナバチの分布拡大が危惧されており、2011年に行なわれた環境省による分布調査(上述したURL)の報告によると、新得町でのセイヨウオオマルハナバチの観察例はなかったが、上士幌

町では営巢の可能性が示唆され、鹿追町では標高 900 m 地点で捕獲されている。このような状況を考慮すると、偶発的な高山帯へのセイヨウオオマルハナバチの訪問は、十分考えられることである。その後 2012 年 8 月 2 日に、ヒサゴ沼から 1.6 km 北側にある化雲平（標高 1870 m）において、富山大学の新庄康平氏によりセイヨウオオマルハナバチの働きバチ 2 個体が捕獲された。高山帯における 2 年間連続のセイヨウオオマルハナバチの確認は、大雪山国立公園においてはこれまでになかったことである。

高山帯へのセイヨウオオマルハナバチの侵入経路の特定には、麓地域におけるセイヨウオオマルハナバチの個体群変動を考慮する必要がある。大雪山系の最高峰である旭岳を有する東川町では、セイヨウオオマルハナバチの監視活動が組織的に行われている（セイヨウ情報、<http://www.seiyoubusters.com/seiyou/>、2012 年 6 月 15 日確認）。このような情報を最大限に利用することが望ましい。そして、高山帯へのセイヨウオオマルハナバチの侵入を監視するための継続的な調査が急務である。さらに、高山帯での定着を阻止するためには、確認後直ちに捕獲する必要がある。

今回大雪山で始まったモニタリングサイト 1000 高山帯のマルハナバチ類調査は、今後の気候変動が既存種の構成変化や移入種であるセイヨウオオマルハナバチの拡大を引き起こす危険性を監視するうえで、大変有効であると判断できる。経年的なデータが蓄積されれば、開花フェノロジーの年変動や気象条件によって引き起こされるマルハナバチの個体群変動メカニズムについても明らかになると期待される。今回の調査により、マルハナバチ相は山域間のみならず、同一山域内でも立地環境によって大きく変動することが示唆された。地域性を踏まえた気候変動への生態系影響予測のために、より多くのモニタリングサイトで同様の調査を行うことが重要である。

謝 辞

学術調査の許認可とご理解を頂いた環境省、文化庁、北海道教育委員会、上川中部森林管理署のみなさま、調査の便宜を図って頂いたりんゆう観光層雲峡事務所、上川総合振興局旭川建設管理部に御礼申し上げます。ヒサゴ沼調査地でのデータ収集は、北海道大学大学院環境科学院の川合由加さんと中村祥子さんにご協力頂きまし

た。本研究は、環境省生物多様性センター、環境省環境研究総合推進費（D-0904）、科学研究費（23405006）の補助を受けました。

引用文献

- Goulson D (2010) *Bumblebees: Behaviour, Ecology, and Conservation*. Oxford University Press, New York.
- Hegland SJ, Nielsen A, Lázaro A, Bjerknes A, Totland Ø (2009) How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecology Letters* 12:184-195.
- Inari N, Nagamitsu T, Kenta T, Goka K, Hiura T (2005) Spatial and temporal pattern of introduced *Bombus terrestris* abundance in Hokkaido, Japan, and its potential impact on native bumblebees. *Population Ecology* 47:77-82.
- Inoue M, Yokoyama J, Washitani I (2008) Displacement of Japanese native bumblebees by the recently introduced *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Insect Conservation* 12:135-146.
- Ishii HS, Kadoya T, Kikuchi R, Suda S, Washitani I (2008) Habitat and flower resource partitioning by an exotic and three native bumble bees in central Hokkaido, Japan. *Biological Conservation* 141:2597-2607.
- Kameyama Y, Kudo G (2009) Flowering phenology influences seed production and outcrossing rate in populations of an alpine snowbed shrub, *Phyllodoce aleutica*: Effects of pollinators and self-incompatibility. *Annals of Botany* 103:1385-1394.
- Kudo G, Kawai Y, Hirao AS (2011) Pollination efficiency of bumblebee queens and workers in the alpine shrub *Rhododendron aureum*. *International Journal of Plant Sciences* 172:70-77.
- Kudo G, Suzuki S (2002) Relationships between flowering phenology and fruit-set of dwarf shrubs in alpine fellfields in northern Japan: A comparison with a subarctic heathland in northern Sweden. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 34:185-190.
- 工藤 岳・横須賀邦子 (2012) 高山植物群落の開花フェノロジー構造の場所間変動と年変動：市民ボランティアによる高山生態系長期モニタリング調査. *保全生態学研究* 17:49-62.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE (2010) Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25:345-353.