

平成 27 年度

大雪山セイヨウオオマルハナバチ
対策検討業務

—業務報告書—

平成 28 年（2016 年）3 月

株式会社さっぽろ自然調査館

目 次

1	業務概要.....	1
	(1) 業務の目的	1
	(2) 業務概要	1
2	業務工程計画	3
	(1) 業務工程	3
3	業務実施体制	4
	(1) 業務実施体制.....	4
	(2) 連絡体制	4
4	結果.....	5
	(1) 現状のモニタリング手法及び実施体制の整理.....	5
	(2) 大雪山高山帯とその山麓におけるこれまでのモニタリングの現状と成果.....	17
	(3) 必要なモニタリング手法の整理	23
	(4) 積極的防除を行なうタイミングの判断に関する検討.....	34
	(5) 大雪山高山帯におけるセイヨウ防除のあり方.....	38
	(6) 有識者へのヒアリング.....	45
	(7) コメントの反映と要約.....	54
	(8) 関係者との意見交換	58
5	今後の課題と提案 高山帯における外来種対策のモデルケース	60
	(1) 他機関での普及啓発事業、研究事業の動向の把握 (1～3年目)	62
	(2) 低地～山麓を含めた確認記録の収集・整理、空間環境データを含めた GIS による整理 (1～3年目)	62
	(3) 分布の拡大と移動分散経路の分析、そのための現地調査 (1年目)	62
	(4) これまでの防除効果の検証 (1年目)	62
	(5) 調査手法マニュアルの作成、在来種図鑑の製作、講習 (1年目)	63
	(6) 在来種を含めた簡易的なデータ収集システムの検討 (2年目)	63
	(7) モニタリングの担い手養成に向けた取り組み (2年目)	63
	(8) 高山帯における定着状況に関する指標の検討 (姿見の池周辺での詳細現地調査) (2年目)	63
	(9) 新たなモニタリング手法、薬剤を使用した防除手法に関するヒアリング (3年目)	63
	(10) 高山帯における侵入モデルの構築と指標の作成、各段階における対策に関する提案 (3年目)	64
6	文献.....	65

1 業務概要

(1) 業務の目的

特定外来生物セイヨウオオマルハナバチ（以下、セイヨウ）は、農業用の送受粉用資材として道内のトマト栽培等で広く使用されているが、逸出したセイヨウが全道に広く定着し、生態系への悪影響が懸念されている。特に平成 18 年からは、大雪山国立公園の高山帯（以下、大雪山）でも断続的に確認されており、今後の推移に注意を要する。

セイヨウによる大雪山の生態系等への被害の深刻度に応じ、実効性のある対策を講ずるため、本業務は、今後の大雪山でのセイヨウのモニタリング体制の確立及び薬剤防除も含む積極的防除手法の導入可否の検討を行うために必要な情報整理、関係者との情報交換、各種検討等を行うものである。

(2) 業務概要

業 務 名：平成 27 年度大雪山セイヨウオオマルハナバチ対策検討業務
委 託 期 間：平成 27 年 8 月 28 日～平成 28 年 3 月 25 日
発 注 者：北海道地方環境事務所
受 注 者：株式会社さっぽろ自然調査館
業 務 内 容：以下に仕様書に示された内容を元に業務内容を示した。

1) 現状のモニタリング手法及び実施体制の整理

表大雪地域におけるセイヨウのモニタリング体制の現状について、関係者 4 名程度（いずれも上川地方在住を想定）から聞き取りを行い、調査者、調査場所、調査時期及び頻度、調査項目等の調査手法及び実施体制について整理する。

2) 必要なモニタリング手法の整理

セイヨウの生息数の動向や生態系への影響を把握し、積極的防除を行うかどうか判断するために必要となるモニタリング項目及び調査手法を整理する。このとき、ボランティア等により継続的なモニタリングが行われることを前提に、簡易かつ有効な調査手法となるよう考慮する。また、現状の調査手法とのギャップについても整理する。

3) 積極的防除を行う必要性判断の指標に関する検討

モニタリングから積極的防除に移行すべきかどうか判断するための指標について、検討する。検討にあたって、他地域・他の外来生物等について文献・資料等により 3 件程度事

例等を収集するとともに、積極的防除を行う指標については、定性的な指標のほか、定量的な指標についても検討すること。

4) 有識者へのヒアリング

(1)～(3)の実施にあたり、有識者3名程度(札幌在住1名、道外在住2名を想定)にヒアリングを行う(各人2時間程度)。有識者が道外在住の場合には、電話・メール等によりヒアリングを行う。有識者には、請負者から謝金(謝金は1名に対し日額10,800円とする。)を支払う。なお、有識者の選定は担当官と調整のうえ、決定する。

5) 関係者との意見交換

平成28年3月に開催予定のセイヨウオオマルハナバチモニタリング報告会(上川総合振興局主催、参加者30名程度、旭川市内、3時間程度)にて、(1)～(3)の内容について、ボランティア及び関係行政機関と意見交換を行う。報告会にて配布する資料は請負者において作成し、意見交換の結果を記録する。

6) 報告書の作成

上記(1)～(6)の業務内容を報告書に取りまとめる。

7) 成果物及び提出部数等

報告書 3部(A4版 50頁程度 簡易製本)

電子データを収納した電子媒体 3式

2 業務工程計画

(1) 業務工程

業務工程は下表の通り計画する。

年月日	8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月	
	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
1) 現状のモニタリング手法及び実施体制の整理			●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2) 必要なモニタリング手法の整理							●	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3) 積極的防除を行う必要性判断の指標に関する検討			●	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4) 有識者へのヒアリング							●	—	●	—						
5) 関係者との意見交換														●	—	●
6) 報告書の作成														●	—	●
協議打合せ			●									○				●

1) 現状のモニタリング手法及び実施体制の整理

表大雪地域におけるセイヨウのモニタリング体制の現状、今年度の調査結果について、関係者にメール・文書等でヒアリングする。対象者は今年度調査を実施している井本哲雄氏ら4名程度とする。現地調査が終了する9～10月ごろに実施する。

2) 必要なモニタリング手法の整理

これまでの大雪地域での確認状況や、モニタリングの実施体制、ヒアリングによる実施上の課題の把握などを踏まえ、必要となるモニタリング項目及び調査手法を整理する。

3) 積極的防除を行う必要性判断の指標に関する検討

積極的防除の判断に関わる指標について検討する。セイヨウについては確認個体数も少なく、検討可能なデータが少ないことから、他地域・他の外来生物等についての文献・資料を収集して検討材料とする。資料は9月以降、環境省から提供を受けるほか、ヒアリングや文献検索により収集する。

4) 有識者へのヒアリング

上記の検討のためにマルハナバチの専門家にヒアリングを行う。対象者は、工藤岳北海道大学准教授、石井博富山大学准教授、杉浦直人熊本大学准教授の3名を予定する。面会または、電話・メール等により、10～12月頃にヒアリングを実施する。

5) 関係者との意見交換

平成28年3月に開催予定のセイヨウオオマルハナバチモニタリング報告会(上川総合振興局主催)に提出する資料を事前に作成し、出席の上補足説明・議事概要の作成をする。

3 業務実施体制

(1) 業務実施体制

業務は、以下の者が担当して実施する。

	技術者名	所属・役職	資格等	担当する分担業務の内容
管理 技術者	わたなべおさむ 渡辺 修	株式会社さっぽろ自然調査館・代表取締役	技術士(環境-自然環境保全/建設-建設環境/森林-林業/総合技術監理-建設環境)	全体総括・監理
担当 技術者	にわしんいち 丹羽真一	株式会社さっぽろ自然調査館・主任技師	技術士(建設-建設環境)・生物分類技能検定1級(植物部門)	ヒアリング、調査手法・指標の検討、とりまとめ

(2) 連絡体制

[受注者連絡先]	株式会社 さっぽろ自然調査館 〒004-0051 : 札幌市厚別区厚別中央1条7丁目1-45 山岸ビル TEL : 011-892-5306 FAX : 011-892-5318 E-mail : chosakan@cho.co.jp
[発注者連絡先]	環境省北海道地方環境事務所 野生生物課 〒060-0808 : 札幌市北区北8条西2丁目 札幌合同庁舎3階 TEL : 011-299-1954 FAX : 011-736-1234

4 結果

(1) 現状のモニタリング手法及び実施体制の整理

表大雪地域において行なわれているセイヨウのモニタリングについて、手法や実施体制、課題、今年度の調査結果などについて、関係者にメール・文書等でヒアリングした。対象者は今年度調査を実施している井本哲雄氏ら4名とした。なお、文書での回答についても文意を変えない範囲で修正を加えている。

① ヒアリングの結果

■井本哲雄氏（セイヨウオオマルハナバチバスターズ）へのヒアリングの結果は以下の通り。

(1) 今年度の調査結果

高山帯では赤岳など6山系、41回のモニタリングを実施し、在来種を含めて6種3,026頭を確認した。また、低地では旭川など12市町で計3,551頭のセイヨウを捕獲した（このうち上川中部では3,166頭を捕獲）。

(2) 調査体制（調査時の人数など）

2014年から旭川市在住の住吉氏とともに実施している。2015年は全41回のモニタリングのうち、27回は一人、住吉氏同行が9回、妻同行が6回。住吉氏は開花モニタリング調査のため、銀泉台～黒岳7合目を週に2回縦走し、都合や天気が合えば2人で調査している。

(3) 調査開始年

高山帯は2011年から開始。低地の駆除活動は2007年から開始している。

(4) 主な調査地

低地－上川中部（旭川15地区、愛別2地区、上川2地区、比布2地区、東神楽1-2地区、東川1地区、美瑛1地区）、上川北部（和寒1地区、士別1地区、名寄1地区、美深1地区）、その他（枝幸1地区）。

(5) 調査時期及び頻度

高山帯は2011年が14回、2012年が23回、2013年が38回、2014年が38回、2015年が41回となっていて、過去5年間の合計は154回にのぼる。このほかに低地において駆

除活動を実施している。また、過去 2 年間は旭川市内などで、セイヨウ防除を目的とした野外における薬剤塗布試験も並行して行なっている。

(6) 調査方法や項目等

高山帯では各山域にそれぞれ固定調査ラインを設定し、ラインセンサス方式による調査を実施。各固定ラインはいくつかの区間に分け、区間ごとにセイヨウのほか、在来マルハナバチについても個体数をカウントし、個体ごとに行動や訪花植物などを記録している。セイヨウオオマルハナバチバスターズに登録しており、セイヨウを確認した場合はその場で捕殺する。

低地では定点でセイヨウの捕殺を行ない、毎回の個体数を記録している。また近年一部の定点で在来種個体数も記録している。

(7) 実施に必要な費用など

- ・ 交通費ーガソリン・車両費 5,000 円/回×40 回=200,000 円
- ・ ロープウェイ代 黒岳 2,450 円×10 回+旭岳 2,800 円×5 回=38,500 円、複数で行なう場合は×人数。

(8) モニタリングを継続するうえでの課題

- ・ 同定の困難さ

在来種の調査では悪影響を与えないように、一切捕殺はせず目視によって行なっている。マルハナバチは動きが敏捷であることから、外見がよく似た種間や日齢が進むなどして色ぬけした個体では、しばしば同定の難しさを感じる。

- ・ 防除活動のモチベーション維持の困難さ

低地での積極的な防除活動を始めて 10 年過ぎたにもかかわらず、セイヨウの減少が一向に見られない。これでは防除活動のモチベーションが下がるし、防除活動への勧誘も難しい。

- ・ 費用

交通費などの負担が相応にある。

- ・ その他

登山口まで車両を利用するので排気ガスの影響を懸念している。高山帯のモニタリングの場合、毎回同じ場所に出掛けて何が楽しいのか尋ねられることがある。

(9) データの保管や活用状況

- ・ 調査データは自宅 PC に入力、保管。
- ・ 高山帯の調査データは北大工藤准教授、薬剤塗布試験は国立環境研究所にそれぞれ提出。

- ・発表の機会があれば、セイヨウの捕獲数の状況や在来種を含めたマルハナバチ相、薬剤塗布試験などの報告を行なっている。

(10) 今後の方針

- ・高山帯におけるマルハナバチ調査は5年間のデータ収集を目標としている。したがって赤岳と黒岳は後1シーズン、旭岳裾合平・富良野岳などは2シーズン。その後のモニタリング継続については体調次第と考える。

- ・低地の捕獲は成果が現れないため、方針が定まらない。

- ・薬剤塗布試験については継続する。旭川市内では営巣情報を得て塗布観察を行ない、枝幸町ではフィールドで塗布防除観察を行なってきた。

(11) その他

- ・国立環境研究所が発表したセイヨウ防除に関する新手法（薬剤塗布による）について、各関係行政機関でもフィールド試験を実施し、成果に関するデータ等を収集し、関係者に対して説明していくことを望む。

- ・前述の通り、ネット捕獲で減少させる目論見は非常に厳しい結果に終わっているので、今後は薬剤防除試験を農地付近、原野、山麓などで実施し、検証する必要がある。

- ・マルハナバチの種組成にはかなりの年変動が見られるので、薬剤塗布の効果を正確に評価するには、試験の前後にそれぞれ数年のデータを収集しておくのがベストだろう。

表 1. 井本氏のセイヨウ防除の取り組み(2015年)

市町村	捕獲地点	高山帯	3次メッシュ	4-5月		6月		7月		8月		9-10月		11月		集計		
				女王	働	女王	働	女王	働	女王	働	女王	働	女王	働	女王	働	合計
旭川市	6条通9丁目(旭川市役所前庭)		6542-5229					162								0	162	162
	嵐山(北郊野草園)		6542-5254	2												2	0	2
	江丹別嵐山		6542-5242													0	0	0
	釜釜町1丁目(石狩川河川敷/旭川市立病院横)		6542-5239					7	341							7	341	348
	春光3条7-9丁目		6542-5269	42	34		3	5								45	39	84
	春光5条5丁目		6542-5268	1												1	0	1
	春光5条8丁目		6542-5269			1										1	0	1
	春光5条9丁目		6542-5279	1												1	0	1
	春光7条5丁目		6542-5268													0	0	0
	春光7条5丁目(国道交差付近)		6542-5268													0	0	0
	春光7条6丁目		6542-5268													0	0	0
	春光7条7丁目		6542-5278						28							0	28	28
	春光7条8丁目		6542-5279	1												1	0	1
	春光台公園(春光台1-1/春光7-7横)		6542-5268	1				4	50							5	50	55
	新富1条-流通2条(石狩川左岸堤防)		6542-53					13	1	114	1					127	2	129
	未広2条1丁目		6542-5360													0	0	0
	未広5条3丁目		6542-5370	2												2	0	2
	未広東1-2条5丁目		6542-5361	9												9	0	9
	未広東1-2条7-10丁目		6542-5361													0	0	0
	未広東2条3丁目		6542-5361	36		2	16	4	195	2		1	1		1	45	213	258
	未広東2条4丁目		6542-5361	105	3	5	2	1	20	2			1			113	26	139
	未広東3条4丁目		6542-5361													0	0	0
	未広東3条1-3丁目(石狩川右岸堤防)		6542-5351	15						1		10	2			26	2	28
	未広東3条4-6丁目の石狩川右岸堤防		6542-5351							6						17	0	17
	未広東3条7-12丁目(石狩川右岸堤防)		6542-5362					3		202	7					205	7	212
	未広東3条13-東鷹橋3条3(石狩川右岸堤防)		6542-5372				1		19	3						20	3	23
	常盤公園		6542-5238													0	0	0
	豊岡15条6丁目		6542-5322													0	0	0
	永山2条7丁目(勇山前庭)		6542-5352	73	5											73	5	78
	花咲1-5丁目(石狩川右岸堤防)		6542-5249							243	19					243	19	262
	花咲5-7丁目(石狩川右岸堤防)		6542-5350													0	0	0
	東3条6-11丁目(石狩川左岸堤防)		6542-5349					26	5	154	2					180	7	187
	東旭川町倉沼 旭山公園		6542-5328													0	0	0
	東鷹橋3条4丁目(興国神社境内)		6542-5392	218												218	0	218
	東鷹橋東3条4-5丁目(石狩川右岸堤防)		6542-5384				1		1							2	0	2
	東山(突哨山・勇山自然公園)		6542-63	11												11	0	11
	流通2条-永山北3条(石狩川左岸堤防)		6542-5373						30							30	0	30
	東2条1丁目(営業)		6542-5239				1									0	1	1
	新富3条1丁目(営業)		6542-5340			6	12	28	197	170						209	204	413
	永山1条16丁目(営業)		6542-5374							57	216	3	14			60	230	290
	(小計)			517	42	11	30	72	830	1,028	418	25	18	0	1	1,653	1,339	2,992
	東川町	キトウシ森林公園		6542-4472												0	0	0
		羽衣公園		6542-4431	6											6	0	6
		勇駒別(VC前無料駐車場周辺)		6542-3683												0	0	0
		旭岳橋合平(分岐)		6542-4617												0	0	0
旭岳橋合平(嬰兒駅から約1km)			6542-4606												0	0	0	
(小計)			6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6		
東神楽町	南1条西1丁目(役場南側)		6542-4336												0	0	0	
	南13号(稲荷神社境内)		6542-4316	35											35	0	35	
(小計)			35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	35		
美瑛町	北美瑛(JR駅)		6542-3348												0	0	0	
	美沢9線(畜産センター)		6542-2389	7	3										7	3	10	
	美沢18線		6542-2443	2											2	0	2	
	美沢21線(農道)		6542-2424	0											0	0	0	
	雲ノ平		6542-1524	0											0	0	0	
(小計)			9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	12		
比布町	南町2丁目1(球技場)		6542-6348	3											3	0	3	
	北町1丁目2(役場前庭)		6542-6358	0											0	0	0	
	基線1号(休耕地)		6542-6316												0	0	0	
(小計)			3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3		
愛別町	中愛別(パークゴルフ場)		6542-6563					0							0	0	0	
	中央(15線バス停)		6542-6571				6								0	6	6	
	豊重2区		6542-6580	5	6	23	49								28	55	83	
	(小計)			5	6	23	55	0	0	0	0	0	0	0	28	61	89	
上川町	白東		6542-6602			1									0	1	1	
	菊水		6542-5655				6								0	6	6	
	東町		6542-6612				1								0	1	1	
	黒岳登山道		6542-47						1						1	0	1	
	赤岳登山道		6542-47								1				1	0	1	
(小計)			0	0	0	8	0	0	1	0	1	0	0	2	8	10		
和寒町	西町(和寒神社境内)		6642-0322	11											11	0	11	
	三笠山公園		6642-0313												0	0	0	
(小計)			11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	11		
士別市	西3条17-19丁目		6642-1391					242							0	242	242	
	(小計)			0	0	0	0	242	0	0	0	0	0	0	0	242	242	
名寄市	共和		6642-3394				115								0	115	115	
	(小計)			0	0	0	115	0	0	0	0	0	0	0	0	115	115	
美深町	開道町(ふれあい公園)		6642-5278							4	19				0	23	23	
	(小計)			0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	23	23	
枝幸町	山白		6742-15								2	11			2	11	13	
	(小計)			0	0	0	0	0	0	0	2	11			2	11	13	
旭川市以外集計			69	9	23	178	0	242	1	4	3	30	0	0	96	463	559	
捕獲 合計			586	51	34	208	72	1,072	1,029	422	28	48	0	1	1,749	1,802	3,551	

■戸島あかね氏（大雪山マルハナバチ市民ネットワーク）へのヒアリングの結果は以下の通り。

(1) 今年度の調査結果

活動をまとめた資料、各会議録（第1～7回）、「調査協力のお礼と週間報告」などを参照のこと（※提供いただいた資料から受注者が表を作成）。これ以外に東川と上富良野で年1回ずつ花資源調査、突哨山周辺定点観察をしている（調査票は寺島代表が管理）。

(2) 調査体制（調査時の人数など）

各種資料を参照のこと。これ以外に東川と上富良野で1回ずつ花資源調査、突哨山周辺定点観察をしている（調査票は寺島代表が管理）。

(3) 調査開始年

私個人としては2010年秋からになる。

(4) 主な調査地

私個人としては、美瑛町市街地（自宅）と白金地区（職場）の2点間を中心にした身の回りを調査地としている。マルハナネットでは、各世話人から会議の時に報告があったものについて、記録している（各種資料を参照のこと）。他にパソコンを使わない会員1名からデータ入力依頼があったので、それは把握している（西神楽周辺）。データは、「セイヨウ情勢」に入力している。それ以外の会員については把握していない。各世話人は自宅や河川敷、公園、身の回りで少しデータをとっているくらいで、高山帯のデータはこれまでもらっていない。上川の佐藤氏から、メールで「山でも見なかった」という連絡があるくらいで、調査としての高山のデータはない。

(5) 調査時期及び頻度

各種資料を参照のこと。東川と上富良野で1回ずつ花資源調査、突哨山周辺定点観察をしている（調査票は寺島代表が管理）。

(6) 調査方法や項目等

虫取り網を持参して目視での確認をしていて、特別な方法はない。定点では方形区を設定することもある。花資源調査では、花資源の面積を計測している（「調査協力のお礼と週間報告」（上川町旭ヶ丘）を参照のこと）。これ以外に東川と上富良野で1回ずつ花資源調査、突哨山周辺定点観察をしている（調査票は寺島代表が管理）。今年から春と秋の学習会時に参加者アンケートをとっている。記録・集計を参照のこと。

表 2. 大雪山マルハナバチ市民ネットワークによる取り組み(2009~15年)

年	月日	活動内容	資料・報告	会場	確認数	参加者数	演者	演題
2006	9月	設立				44		
2009	11/28	セイヨウ監視活動報告会		東川町農村改善センター				
2010	8/8	学習講演会	あり	旭川市神楽公民館			鷲谷いづみ氏	「生物多様性と外来種問題」
2010	9/4	一斉防除活動		旭川市常盤公園				
2010	9/5	戸島セイヨウ調査開始		主に美瑛町内				
2011	8/23	連絡会議(振興局)						
2011	9/10	一斉防除会(振興局)		上富良野町日の出公園				
2011	11/8	連絡会議(振興局)						
2012	1/31	連絡会議(振興局)						
2012	3/24	モニタリング報告会	あり	旭川市上川合同庁舎				
2012	5/19	一斉防除会(振興局)		東川町開拓記念羽衣公園				
2012	6/5	第1回世話人会議	あり	旭川市神楽公民館				
2012	6/7	第3回定点観察	第2回セイヨウ運営会議録	突硝山				
2012	6/14	第4回定点観察	第2回セイヨウ運営会議録	突硝山				
2012	7/3	第2回会議	あり	旭川市神楽公民館				
2012	7/10	臨時会議						
2012	7/22	一斉防除会(守る会/ネット)	まるはな便り2	旭川市常盤公園	Q1/w60/♂7	32		
2012	8/7	第3回会議	あり	旭川市神楽公民館				
2012	9/4	第4回会議	あり	旭川市神楽公民館				
2012	9/8	一斉防除会(振興局)	まるはな便り3	上富良野町日の出公園	Q29/その他145	20		
2012	10/2	第5回会議	あり	旭川市神楽公民館				
2012	10/8	花資源調査	まるはな便り3	美瑛町内		20	8	
2012	11/3	合同教研集会発表	まるはな便り3	札幌市かてる27				戸島あかね氏
2012	11/8	グループモニタリング	捕獲体験と現地学習会資料	美瑛町内			8	
2012	11/16	第6回会議	あり	旭川市神楽公民館				
2012	12/1	マルハナバチ学習会		旭川市			21 丹羽真一氏	「マルハナバチの生態と外来種駆除のあり方」
2013	2/5	第7回会議		旭川市神楽公民館				
2013	3/15	モニタリング報告会(振興局)	マルハナネット通信1	旭川市上川合同庁舎				
2013	4/2	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2013	4/22	美瑛マルハナバチの会調査	あり	美瑛町題が丘	Q1			
2013	4/23	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2013	5/1	定点観察		突硝山			5	
2013	5/7	総会	マルハナネット通信1/総会	旭川市神楽公民館			13	
2013	5/18	監視活動(振興局)	あり	東川町羽衣公園				
2013	5/29	美瑛マルハナバチの会調査		美瑛町白金	Q2			
2013	5/31	美瑛マルハナバチの会調査		美瑛町藤野	Q47			
2013	5/31	美瑛マルハナバチの会調査		美瑛町白金	Q1			
2013	6/4	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2013	6/9	美瑛マルハナバチの会調査		美瑛町白金	Q1			
2013	6/13	美瑛マルハナバチの会調査		美瑛町白金	Q1			
2013	6/16	捕獲体験と現地学習会	マルハナネット通信1	旭川市神楽公民館	Q1/w6		11	
2013	6/18	美瑛マルハナバチの会調査		美瑛町白金	Q1			
2013	6/22	サイバル展示	マルハナネット通信1					
2013	6/23	美瑛マルハナバチの会調査		美瑛町白金	Q1			
2013	7/1	美瑛マルハナバチの会調査		美瑛町白金	Q1			
2013	7/2	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2013	7/23	花資源調査	あり/総会資料	美瑛町置牝牛			6	
2013	8/1	美瑛マルハナバチの会調査		美瑛町白金	w1			
2013	8/6	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2013	8/27	花資源調査	あり	上川町旭ヶ丘		0	7	
2013	9/1	まるはなトラップ原画展	マルハナネット通信1	美瑛町図書館ロビー				
2013	9/3	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2013	9/14	監視活動(振興局)		上富良野町日の出公園				
2013	9/21	美瑛マルハナバチの会調査		美瑛町白金	w1			
2013	9/26	花資源調査	あり	上川町中愛別-層雲峡			6	
2013	10/1	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2013	10/29	美瑛マルハナバチの会調査	あり	美瑛町市街地	w2			
2013	11/2	合同教研集会発表	あり					戸島あかね氏
2013	11/5	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2013	11/16	マルハナバチ学習会	マルハナネット通信2	旭川市			28 西川洋子氏	「石狩浜のマルハナバチ類と花との結びつき、そしてセイヨウオオマルハナバチの侵入が生態系に及ぼす影響は？」
2014	2/4	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	3/4	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	3/28	モニタリング報告会	マルハナネット通信3	旭川市上川合同庁舎				
2014	4/1	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	4/15	総会	マルハナネット通信3				12	
2014	5/1	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	5/8	定点観察	総会資料	突硝山				
2014	5/10	捕獲体験と現地学習会	マルハナネット通信4	旭川市神楽公民館	Q3		13	
2014	5/22	定点観察	総会資料	突硝山				
2014	5/29	定点観察	総会資料	突硝山				
2014	6/3	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	6/26	グループモニタリング	総会資料	遊水公園-旭岳温泉線			5	
2014	7/1	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	8/5	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	8/7	グループモニタリング	グループモニタリング中間報	上川町菊水旭ヶ丘		0	6	
2014	8/27	グループモニタリング		上川町旭ヶ丘			6	
2014	9/2	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	9/4	グループモニタリング		日の出公園-十勝岳温泉線			4	
2014	9/13	監視活動(振興局)		上富良野町日の出公園				
2014	10/7	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	11/4	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	12/2	世話人会議		旭川市神楽公民館				
2014	12/6	マルハナバチ学習会		旭川市			29 稲荷尚記氏	「マルハナバチをめぐる多様な関係—天敵・寄生者・競争相手…植物だけが相手じゃない!—」

(7) モニタリングを継続するうえでの課題

・ 同定技術

セイヨウは世話人のみなさん見わけられる。在来種の見分けができる人が一人しかいない。私も見分けはするが、大体であり自信がない。

・ メンバーの確保

世話人のみなさんは固定メンバーで7, 8割くらい出てくださいている。みなさん慣れてきたので、以前よりスムーズ。人数的にもメンバー的にも現状維持+α位がいいと思う(私が事務局をやるのであればキャパシティもあるので)。義務的でなく、楽しく参加いただける同年代か若い人がいると元気が出ると思う。

・ 費用負担

助成金を毎年1つつ当てるのが出来、助かっている。会費500円/年、これに寄付金を足してくださる方も結構いる。なるべく会員に負担をかけたくないという事務局長の気持ちで、申請・報告事務を頑張っている。

(8) データ保管や活用状況

事務局長のノートパソコンに保有。一部寺島代表がもっている。

(9) 今後の方針

マルハナネットについては毎年2月～総会前の会議で決める。事務局長としてはせっかくここまできたので継続がよいだろうと思うが、一人で出来ることではないので、代表と世話人数名でも続けられる人がいれば支えたいと思っている。身の回りのモニタリングは、身近に大きな変化がない限り継続したいと思う。

(10) その他

私自身は、この会でこの地方のセイヨウの課題を独占する気はなく、若い世代や他組織でも魅力を感じて元気に取り組む人ができれば外来種の課題も未来が見える気がすると思う。

■ 鶴岡恒男氏(大雪と東川町の自然を守る会)へのヒアリングは電話取材の形で行なった(1/18)こともあり、他の対象者とは回答項目がやや異なる。結果は以下の通り。

・ これまでの防除活動など

大雪山のセイヨウについては、NPO法人大雪山自然学校での取り組みに参加したことがある。姿見周辺で1回/週、2ヶ月ぐらい監視活動をした。その後は、大雪と東川町の自然を守る会という小さな会などで、低地の駆除活動をやってきた。東川は旭岳のすぐ麓にあり、山に入れさせないためには下での活動が重要だと考えている。今から8-9年前に始めたころに比べて、東川ではかなり少なくなっている。ただ、3年ぐらい前に高山帯に上がって

しまった。私も、自分の目で実際に見ている。高山帯にセイヨウが入ってしまったからは、環境省の職員から、高山帯で網による捕獲を許してもらった。ただ、あまり目立ってしまうのはよくないということで、なるべくは目立たないようにした。

大雪と東川町の自然を守る会での防除活動は以前は集まってやっていたが、今は個人個人でということが多い。75歳以上の会員が多くなって、毎回集まるとするのが難しい。活動的な会員は約7名。以前は、仲間内で報告を出してもらおうようにしていたが、それも負担感が出るので止めた。会ったときなどに口頭でお互いに確かめ合っている。

よく見ているところの状況は把握しているが、感覚的なもので特にデータの整理はしていない。そういうことは、大雪と石狩の自然を守る会（寺島代表）のところ为抓手りやっている。

・モニタリングについて

雪解けから紅葉まで、高山帯で実態把握をしっかりすることが大事だと思う。働きバチやオスが多く見つければ営巣しているということ。あとは、生態系への影響を把握するために盗蜜を調べることも必要だろう。

風が強い日にはチョウやさまざまな昆虫が吹き上げられてくるように感じる。そういう形でセイヨウも侵入してきているのだと思う。旭岳温泉で女王を捕獲したこともあるから、そうした場所からやってきているのではないかと想像している。

・対策について

まずはセイヨウを使用しているハウス農家が正しく取り扱い、野外に逸出させないことが大事だと思う。それなしにはいくら駆除をやっても意味はない。

以前、大学の先生にセイヨウの生態などを教えてもらったことがある。われわれの駆除活動が実際に減らすことにつながっているのかと尋ねたら、増殖率からみるとそうはなっていないらしいという回答で、がっかりしたことがある。駆除だけでは改善しないので、他の方法も検討してほしい。

加えて、今は長期的で大きな方針がないが、今後は必要になると思う。そういうものがないと、モチベーションが続かず、飽きてしまう。本当に貴重な自然に対して大きな被害があるというなら、それをもっと前面に出すほうがよい。このごろはマスコミの話題にも取り上げられにくくなって関心が落ちている。毎年5月に行なっているイベントも、以前よりはセイヨウが取れないこともあり、盛り上がりなくなっている。町内の若い人もイベントには来てくれるけど、通常の活動に参加してくれるところまではなっていないくて課題。その点でいうと、例えばウチダザリガニは被害が明らかで、長く活動が継続されている印象である。参考にすべき点はあるのではないかと。以前、学校と一緒にセイヨウの防除活動に取り組んだこともあるが、セイヨウ自体が悪いわけでもないのに命の問題はどうなのか、子どもがもし刺されたらといった課題が出て、今はやめている。

■中島浩之氏（上川総合振興局保健環境部環境生活課自然環境係長）へのヒアリングの結果は以下の通り。

・モニタリング及び防除活動開始年、実施内容、成果、捕殺データの管理などについて
平成 19 年度から開始し、当初は東京大学、大雪と石狩の自然を守る会、大雪山マルハナバチ市民ネットワークと共催した。その後、当振興局の主催（関係町、大雪と石狩の自然を守る会、大雪山マルハナバチ市民ネットワーク、大雪と東川町の自然を守る会等の協力により実施）で、春の女王蜂捕獲のために 5 月に東川町、秋の新女王蜂捕獲のために 9 月に上富良野町で実施。捕獲データは、セイヨウ情勢に登録している。

表 3. 上川総合振興局によるセイヨウ防除の取り組み (H24～27 年)

	H 2 4	H 2 5	H 2 6	H 2 7
東川町	5/19 32 名 1 頭(女王 1 頭)	5/19 28 名 88 頭(女王 88 頭)	5/17 雨天中止	5/9 22 名 4 頭(女王 4 頭)
上富良野町	9/8 19 名 174 頭(女王 29 頭)	9/14 12 名 91 頭(女王 6 頭)	9/13 13 名 46 頭(女王 6 頭)	9/12 14 名 123 頭(女王 12 頭)

・防除活動の課題について

(1)場所の選定

振興局としては、セイヨウを大雪山国立公園内に侵入させないことを目標に、協力を得られる公園周辺の自治体と実施してきたが、実施をしていない他の自治体への働きかけ等が不十分であることから、今後の監視場所の拡大について検討が必要と考える。また、国立公園内の侵入防止だけを目的とするのではなく、外来種対策ということで進める場合は、管内全ての自治体への働きかけも今後必要と考える。

(2)参加人員の広がり

バスターズをはじめ、積極的な活動をされている防除団体からの参加者が同じ顔ぶれであり、活動の中心となる方々が年々高齢化している状況から、今後の若手の育成について早急な対応が必要と思われる。

・振興局やボランティアが行なってきたこれまでの取り組み評価・成果、課題について
管内では平成 28 年 1 月現在 97 名のバスターズ登録をいただいているが、登録されている各人の活動結果がわかるシステムではないため、活動を公開している方を除くとバスターズとしての評価はできない。しかし、ボランティア団体、例えば大雪と石狩の自然を守る会、大雪山マルハナバチ市民ネットワークの個々の活動についての取り組みは十分に評価に値するものと考えている。むしろ、これらの団体の活動がなければ、当振興局管内全

体の活動は実質停滞するものと思われる。

現在、当振興局は自ら防除活動を積極的に行うというよりは、上記団体やバスターズの方々と日々連絡を取り合うなど、連絡調整等を主に行っている。その際に問題となるのは、防除効果の見えないなかで、活動のモチベーションをどのように確保していくかが最大の課題である。また前述したように、早急な担い手の育成と確保が求められている。

また、バスターズのシステムを見直す時期にきていると思われる。個々の活動が把握できないことから、その都度活動への働きかけもできない状況である。理想としては、各人ができる範囲で(例えば防除活動に出かけるのではなく自宅の庭等で実施)継続的に行うことができるとうい。

・振興局が主催する報告会や勉強会の役割、成果、課題などについて

報告会等の実施については、連絡調整等を主に行っている立場から、各団体を繋ぐ場として機能してきたと考える。また、その際に環境省の協力も時折いただきながら、防除活動に係わる専門家から講演をいただくなどにより、モチベーションのアップにも貢献してきたと思われる。

ただし、前述のとおり毎年の参加者が同じ顔ぶれであることから、新たな活動の広がりが期待できないことや、大雪と石狩の自然を守る会と大雪山マルハナバチ市民ネットワークの会員も一部重複して活動していることから、振興局が報告会等を主催するのではなく、ボランティア団体の主催による方式に変更し、自主的な活動を促していく時期にきていると考える。

そのような考えから、本年度は、例年までのようなマルハナバチの報告会ではなく、外来種対策(マルハナバチを含めウチダザリガニやカブトムシなども)として、住民の一番身近な窓口にいる市町村職員のスキルアップのための情報交換会として開催し、実際のボランティア団体の活動内容も報告いただきながら、市町村職員と関係団体の繋がりのかきかけとなればと考えているところである。

・長期的なモニタリングや防除活動の継続のための課題について

まずは、環境省がセイヨウに関する侵入状況や被害状況等を整理し、それを幅広く情報発信することが必要と考える。それに基づき、各地域がどうしても侵入してほしくないエリアなどを決め、その防除対策(多数のボランティアの協力によるモニタリングと捕獲活動)を行うのが効果的と考える。個人的には根絶は不可能と思うので、モニタリング等に携わる限られた方々の活動をより効果あるものにするのが重要で、全てのエリアで絶滅を目指しても掛け声倒れと息切れに終わるとと思われる。

また、ボランティアに携わる方々のスキル向上と増員、そして、モチベーションのアップのために、魅力ある講習会等の実施によって直接的に知識や捕獲技術を伝達していく方法と、セイヨウ情勢等を活用し捕獲数を競争させるなどしていく間接的な方法の両輪が不

可欠ではないかと思われる。

ただし、継続的な活動を行う場合は、必ず防除効果の検証が必要で、その検証についても環境省で評価しフィードバックしていくことが必要と思われる。この魅力ある講習会等の実施に当たっては、科学的な知見に基づくモニタリングの知識の習得が不可欠だが、その指導員が現在限られていることや高齢化していることから、後継者の育成が課題である。

なお、いまだにセイヨウが産業用として使用されていることから、国において、在来のマルハナバチによる代替について早急に検討する必要がある。

加えて、セイヨウ以外にも多様な外来種が数多く生息しているため、行政として、どの種にどれくらいの力を注ぎこめるかについて、検討していく必要もある。

・今後も長期的にモニタリング・防除活動を継続していくために必要なこと

地域のボランティアはかなり疲弊しているように感じる。早急に、中期的な目標設定とその具体的な推進計画のようなものが必要と考える。また、既に高山帯でもセイヨウが捕獲されていることから、その該当地域でのモニタリングも不可欠と思われる。

また、環境省では捕殺以外の手法として薬剤塗布による手法を試験的に行っているが、生態系への影響等について科学的な知見を集積し、中長期的な計画に位置づけができるかについて検討していくべきである。

今後の取り組みについては、モニタリング結果などから侵入を許さない地域を決めるなどして、ボランティアと連携してその地域の防除に取り組むことが必要ではないかと思われる。

・振興局（道）の今後の方針について

振興局としては、監視活動は継続していく必要はあると考えるが、春期に捕獲するほうが、開花する花の種類が少なく、林内などはまだ葉をつけていないことから見通しがよく捕獲しやすいので、秋よりは春の捕獲に重点を置いてもいいかと考えている。

また、報告会については、前述のとおり、ボランティア団体主催による方式にして自主的な取り組みを促すのが良い。

新たな事業については、振興局として、現在、ウチダザリガニなど幅広い外来種対策にどのように取り組むかについて検討中である。その中で、セイヨウへの取り組みをどうしていくかを考えていく。

② モニタリングの現状まとめ

モニタリングや防除は、上川管内の各地で行なわれている。個人による活動のほか、パークボランティア、大雪と石狩の自然を守る会、大雪山マルハナバチ市民ネットワーク、美瑛マルハナバチの会調査、上川総合振興局、環境省（監視業務等）などの組織・団体によって実施されている。

任意に行なわれている活動も多いが、低地では定点（例えば、井本氏による旭川市内の春光台公園や金星町の調査、上川総合振興局による上富良野町日の出公園の調査、美瑛マルハナバチの会調査による美瑛町白金の調査など）、高山帯では固定ライン（井本氏による表大雪および十勝連峰の調査）による経年的な調査もそれぞれ行なわれている。また、パークボランティアやアクティブレンジャー、監視員らによるパトロールを兼ねたモニタリングも行なわれている。このほか、研究者らによる任意のモニタリングがある（表4には、本業務の受注者であるさっぽろ自然調査館の所蔵データも加えている）。

上川管内におけるセイヨウのモニタリングは、ボリューム的に井本氏個人によるところが大きい。特に高山帯については、カバーエリア、頻度とも突出している。井本氏による高山帯のモニタリング調査は2011年から開始され、毎年3～6山系について14～41回の踏査が行なわれ、2015年までの5年間に計6山系、154回の踏査が行なわれている。また、旭岳姿見周辺においては、2008年からパークボランティア等によって8月を中心に継続的なモニタリング調査が行なわれている（2010～2015年に計24回）。これらでカバーされている山系は、赤岳、黒岳、赤岳-北海岳-黒岳石室、旭岳姿見-裾合平、美瑛富士、富良野岳で、黒岳と赤岳は2011年から、旭岳姿見-裾合平は2012年から、その他の山岳では2013年からそれぞれモニタリングされている。

関係行政機関の業務や専門家による調査もあるが、在野による調査でここまで広域かつ精力的にモニタリングができていることは特筆に値する。

課題としては、長期的に活動を維持する仕組み、防除活動のモチベーション、費用負担、同定の困難さ（在来種）などが挙げられている（井本氏）。また、団体で活動する場合は、事務作業の負担もある。

(2) 大雪山高山帯とその山麓におけるこれまでのモニタリングの現状と成果

表 4 に、大雪山とその周辺におけるモニタリングの取り組み（2008～15 年）を一覧で示す。井本氏、パークボランティア、環境省（ねおすに委託）、環境省（さっぽろ自然調査館に委託）、さっぽろ自然調査館によるモニタリングが得られている。なお、これらの情報については、後述する平成 25 年度報告書において整理されている。

表 4. 大雪山とその周辺におけるモニタリングの取り組み(2008～15年)

調査者	調査年	環境	山岳	頻度	調査期
井本哲雄	2015	高山帯	赤岳(銀泉台-駒草平-山頂)	17	5-9月
	2015	高山帯	黒岳(7合目-黒岳石室)	9	7-9月
	2015	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	4	6-8月
	2015	高山帯	美瑛富士(望岳台-雲の平)	3	6-8月
	2015	高山帯	富良野岳(登山口-山頂)	5	7-8月
	2015	高山帯	稜線(赤岳-北海岳-黒岳石室)	3	7-8月
	■井本氏による2015年の高山帯モニタリングの小計				41
	2015	低地	旭川市		4-11月
	2015	低地	東川町		4-5月
	2015	低地	東神楽町		4-5月
	2015	低地	美瑛町		4-5月
	2015	低地	比布町		4-5月
	2015	低地	愛別町		4-6月
	2015	低地	上川町		6-10月
	2015	低地	和寒町		4-5月
	2015	低地	士別市		7月
	2015	低地	名寄市		6月
	2015	低地	美深町		8月
	2015	低地	枝幸町		9-10月
■井本氏による2015年の低地モニタリングの小計					
	2011	高山帯	赤岳(銀泉台-駒草平-第4雪渓)	12	6-8月
	2011	高山帯	黒岳(7合目-黒岳石室)	1	8月
	2011	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	1	8月
	2012	高山帯	赤岳(銀泉台-駒草平-第4雪渓)	15	6-9月
	2012	高山帯	黒岳(7合目-黒岳石室)	7	7-9月
	2012	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	1	8月
	2013	高山帯	赤岳(銀泉台-駒草平-第4雪渓)	13	6-9月
	2013	高山帯	黒岳(7合目-黒岳石室)	9	6-8月
	2013	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	6	6-9月
	2013	高山帯	美瑛富士(望岳台-雲の平)	5	6-8月
	2013	高山帯	富良野岳(登山口-山頂)	5	7-8月
	2014	高山帯	赤岳(銀泉台-駒草平-第4雪渓)	15	5-9月
	2014	高山帯	黒岳(7合目-黒岳石室)	8	6-9月
	2014	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	6	6-8月
	2014	高山帯	美瑛富士(望岳台-雲の平)	4	6-8月
	2014	高山帯	富良野岳(登山口-山頂)	2	7-8月
	2014	高山帯	稜線(赤岳-北海岳-黒岳石室)	3	7-8月
■井本氏による2011-2015年の高山帯の小計				154	
パークボランティア	2010	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	5	8月
	2010	高山帯	赤岳(銀泉台-駒草平-赤岳)-白雲岳避難小屋	1	8月
	2011	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	2	8月
	2012	山麓	旭岳温泉	2	8月
	2012	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	4	8月
	2013	山麓	旭岳温泉	2	8月
	2013	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	3	8月
	2014	山麓	旭岳温泉	1	8月
	2014	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	2	8月
	2015	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	2	8月
■2010-2015年の高山帯モニタリングの小計				24	
環境省(ねおす)	2009	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	41	6-9月
	2009	山麓	旭岳温泉	17	6-9月
■2009年の高山帯および山麓モニタリング小計					

表 4. 大雪山とその周辺におけるモニタリングの取り組み(2008～15年)

調査者	調査年	環境	山岳	頻度	調査期
環境省(調査館)	2013	高山帯	旭岳裾合平(姿見駅または登山口-姿見園路及び裾合平)	2	7-8月
	2013	高山帯	緑岳(高原温泉～緑岳山頂)	1	8月
	2013	山麓	旭岳温泉・忠別湖	4	6-8月
	2013	山麓	愛山溪	1	7月
	2013	山麓	層雲峡・清川・日東	4	8-9月
	2013	山麓	高原温泉・大雪湖ダム	1	8月
	2013	高山帯	黒岳(7合目-黒岳石室)	2	8-9月
■2013年の高山帯および山麓モニタリング小計				15	
さっぽろ自然調査館	2008	山麓	鹿追町然別湖・白樺峠	1	7月
	2008	山麓	上士幌町西クマネシリ岳	1	7月
	2008	山麓	南富良野町シーソラプチ川	1	7月
	2008	山麓	新得町トムラウシ・ヌブントムラウシ	1	7月
	2009	山麓	美瑛町上俵真布	1	9月
	2009	山麓	愛別町協和・旭山	1	9月
	2009	山麓	上川町層雲峡・中越	1	9月
	2009	山麓	新得町ニベソツ川上流	1	9月
	2009	山麓	東川町忠別ダム上流	1	9月
	2010	山麓	上士幌町黒石平・糠平・十勝三股・三国峠	1	7月
	2010	山麓	新得町トムラウシ温泉	1	7月
	2010	高山帯	黒岳(7合目-黒岳石室)	1	9月
	2010	高山帯	白雲岳	1	9月
	2010	高山帯	赤岳	1	9月
	2010	山麓	上士幌町十勝三股	1	9月
	2010	高山帯	ユニ石狩岳	1	9月
	2010	高山帯	富良野岳	1	9月
	2011	山麓	鹿追町然別湖・白樺峠	1	7月
	2011	山麓	上士幌町糠平温泉郷	1	7月
	2011	山麓	層雲峡	1	7月
	2011	高山帯	ニセイカウシュッペ山	1	7月
	2011	高山帯	緑岳・小泉岳・白雲岳・高根ヶ原	1	7月
	2011	高山帯	平山	1	8月
	2011	山麓	高原温泉	1	9月
	2011	高山帯	トムラウシ山	1	9月
	2012	山麓	層雲峡	1	8月
	2012	高山帯	黒岳(7合目-黒岳石室)	1	8月
	2014	低地	旭川市嵐山	1	5月
	2014	山麓	層雲峡・大雪湖ダム	1	7月
	2014	山麓	上士幌町黒石平・糠平・十勝三股・三国峠	1	7月
	2014	山麓	鹿追町然別湖・白樺峠	1	7月
	2014	低地	旭川市中江丹別	1	9月
2014	山麓	層雲峡・大雪湖ダム	1	9月	
2014	山麓	新得町トムラウシ	1	9月	
2015	低地	旭川市嵐山	1	6月	
2015	山麓	鹿追町然別湖・白樺峠	2	6月	
2015	山麓	上士幌町糠平温泉郷・温泉山	1	6月	
2015	高山帯	赤岳(銀泉台-駒草平-山頂)～白雲岳	1	7月	
2015	山麓	層雲峡・高原温泉	1	8月	
2015	高山帯	赤岳(銀泉台-駒草平-山頂)～白雲岳	1	8月	
■調査館による2008～2015年の高山帯および山麓、低地モニタリング小計				41	

※収録されていないが、旭川市嵐山に工藤岳北大准教授らによるモニタリングデータもある。

また、大雪山系におけるセイヨウの侵入状況に関しては、2013年の環境省業務（「平成25年度大雪山セイヨウオオマルハナバチ対策業務報告書」http://hokkaido.env.go.jp/to_2013/data/0307ba.pdf）により、高山帯を中心とした分布の現状と、初めて侵入が確認された2006年以降の状況がまとめられている。

2006～2011年までは旭岳姿見地区と黒岳地区での散発的な侵入にとどまり、定着を示す証拠は得られなかった。なお、定義として、侵入とは少数個体による不定期的な出現のことで、繁殖虫または単独の働きバチしか確認されていない段階とする。これに対し、定着とは高山帯で営巣に成功したか恒常的に採餌利用が行なわれている状況を指し、一地区に働きバチを年2頭以上確認したことをもって判定する。ところが、2012～2013年に確認地点数、個体数がともに増加し、高山帯での定着を示す確実な証拠が初めて得られた。特に、2013年はこれまで未確認だった大雪山の東部や奥地での初確認（かつ定着）が相次いだことから、前年にできた高山帯（旭岳姿見地区）のコロニーから二次的に分散した可能性も疑われた。しかし、一転して2014年には分散個体（新女王やオスバチ）を含めてまったく確認されず、2015年には再び確認されたものの、わずかな数にとどまった（井本哲雄氏らによる）。完全な収束ではないとしても、高山帯におけるセイヨウの個体群サイズが縮小したことを捉えたものと思われる。楽観はできないが、高山帯の厳しい環境とまだセイヨウの生息密度が低いことなどの要因が組み合わさり、安定的な定着を妨げていることも考えられる。

なお、高山帯におけるセイヨウの利用環境はほぼ雪田群落（一部は雪潤草原）に限定されていたこと、セイヨウの確認は8月に集中すること（モニタリングは5月下旬から9月下旬まで行なわれている）、いずれの地点でもセイヨウの密度はごくわずかなことなどが分かった。また、2006～2013年を通して、ロープウェイ姿見駅周辺（半径500m以内）でセイヨウの確認が多かったことも注目される。姿見地区は、分散源である上川盆地との直線距離が近いこと、高山帯としては低標高であること、雪田群落が広がっていること、比較的規模の大きな人工施設（駅舎等）があることなどが影響していると思われる。

また、大雪山の山麓部（標高400～1100m）にはセイヨウの生息適地となりうる広大な人工草地（温泉街やダム周辺など）が各地に点在するにもかかわらず、それらの場所では今のところまとまった生息が見つかっていない。山麓部と高山帯の侵入時期（初確認）にはほとんど差がないか、むしろ高山帯のほうが早かった（表）。これらのことから、高山帯へは山麓を飛び石伝いに侵入してくるのではなく、高密度化している低地（上川盆地）から一気に侵入している可能性が高いと予想された。また、高山帯におけるセイヨウ個体群の不安定さは、高山帯のセイヨウ個体群が低地からの分散個体の供給に下支えされていることを示している可能性もある。

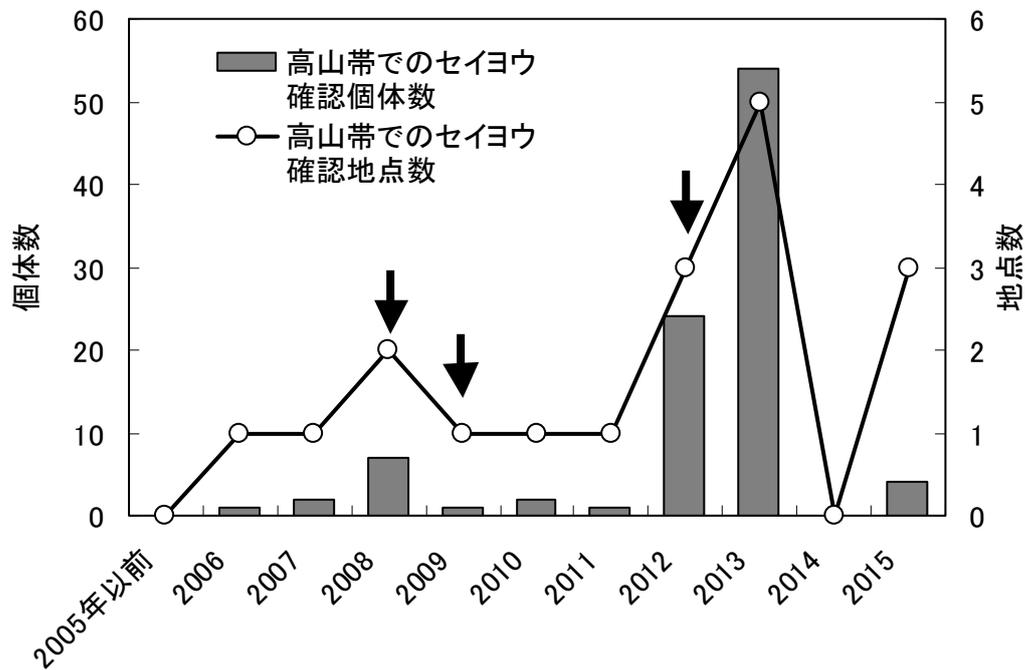


図 1. 大雪山高山帯におけるセイヨウの確認状況(2006~15年)

表 5. 大雪山高山帯とその山麓におけるセイヨウの確認状況(2006~15年)

植生帯	エリア	山域名	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
高山帯	表大雪	旭岳(姿見・裾合平)		不明2	Q4 ♂1 w1	w1	Q1 不明1		Q3 ♂2 w15	w24 不明2		不明1	
		黒岳	Q1		不明1							Q1 w1	
		赤岳							Q2	w7 不明2		Q1	
		緑岳								w2 不明7			
		化雲岳								w2	Q1 w5		
		ヒサゴ沼							w1				
		十勝連峰	美瑛岳									w3	
山麓	表大雪	旭岳温泉			Q4			w1					
		忠別湖			w2					w2			
		層雲峡	♂1								♂2		
	東大雪	糠平					w1 不明1		w10				
		十勝三股					Q1		Q1				
		士幌高原							Q7 ♂4 w8 不明1	Q1 ♂64 w12 不明2			
		然別湖							Q1 ♂2				

網がけは、セイヨウの働きバチが2個体以上確認され、定着を示す

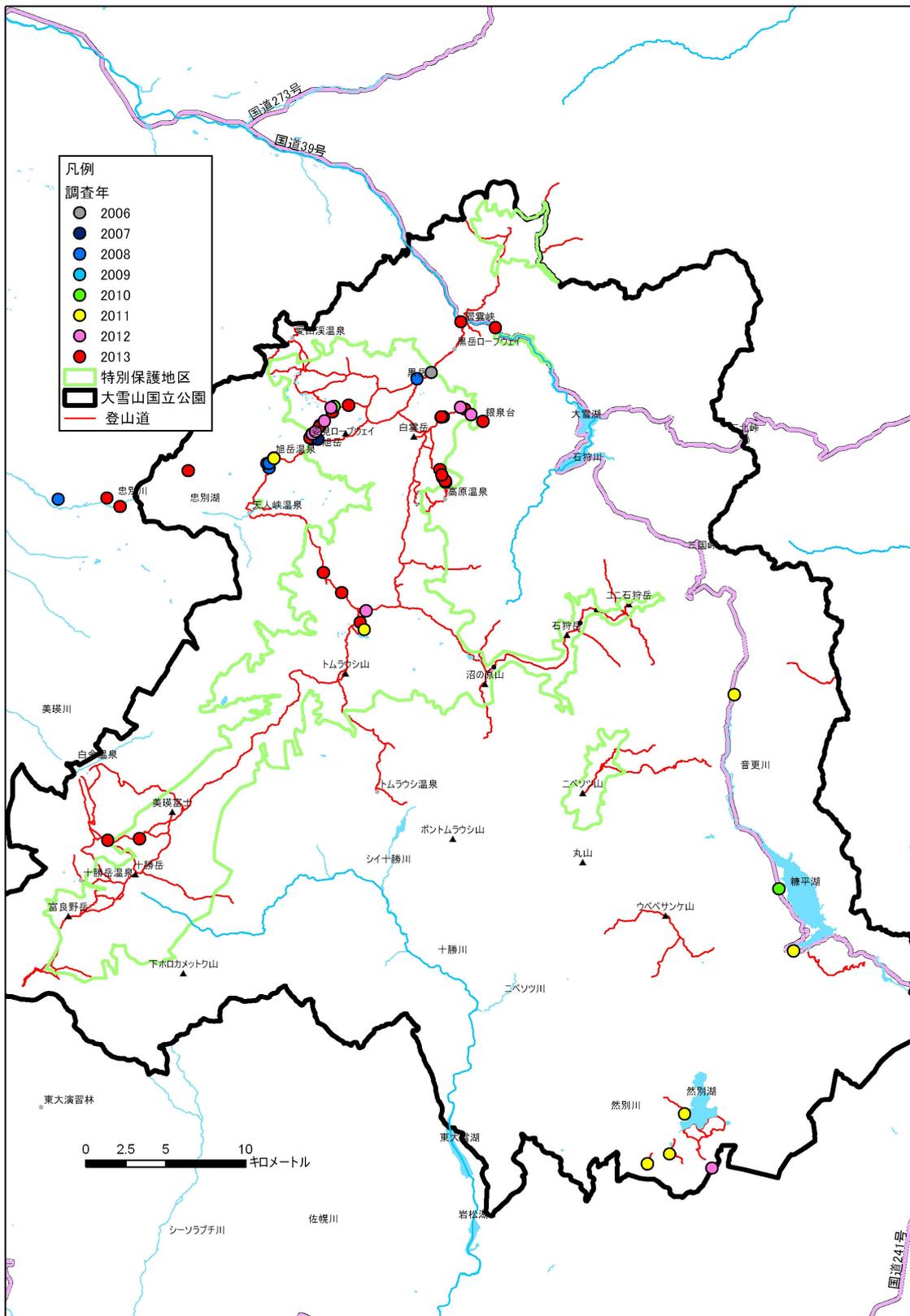


図 2. 大雪山高山帯とその山麓におけるセイヨウの確認状況 (2006～13 年)

(3) 必要なモニタリング手法の整理

① モニタリングに関する課題と対応

大雪山におけるセイヨウのモニタリング等に関する現在の課題と望ましいと思われる対応方針を以下に挙げて説明する。

(a) 山麓部のモニタリング不足

現在は高山帯では比較的モニタリングがよく行なわれている一方、山麓部では井本氏や戸島氏のモニタリングのほか、2013年度の環境省の業務で行なわれたものの、モニタリングの努力量が高山帯や低地に比べてやや不足している（関心度が高山帯に比べて低く、ボランティアのモニタリング従事者の生活地からは遠いため）。今のところ山麓部ではまとまったセイヨウの生息地は見つかっていないものの、好適地は点在しており（層雲峡、旭岳温泉、忠別ダムなど）、今後高密度化するおそれはある。そうなると、高山帯との距離が近いだけに、侵入源となる可能性が高い。こうした山麓部も高山帯に準ずる重要地とみなし、定期的にモニタリングする体制の整備が望まれる。

(b) 一部の高山帯におけるモニタリング不足

北大雪や東大雪では表大雪に比べて十分な監視がなされておらず、もし仮に侵入しても気づかれるのが遅くなる可能性がある。過去の報告書で明らかになった高山帯におけるセイヨウの侵入状況や行動様式からすれば、表大雪に比べて雪田群落がそれほど発達せず、分散源からも遠い北大雪や東大雪にセイヨウが侵入する可能性はそれほど高くはないかもしれない。必ずしも優先順位は高くないが、今後モニタリングが必要なエリアであり、定期的にモニタリングする体制の整備が望まれる。

(c) モニタリングのデータを集積、共有、活用する仕組みにおける課題

モニタリングのデータを集積・共有する仕組みとしては、ウェブ上の「セイヨウ情勢」(<http://www.seiyoubusters.com/seiyou/>)が長く機能してきたほか、上川総合振興局が毎年開催している情報交換会がその役目のある程度果たしている。ただし、集積・共有したデータを用いて分析し、施策などに活かす戦略的な仕組みはない（研究事例としては、Kadoya et al. 2009、Kadoya et al. 2009、堀本ら 2013 など）。また、各個人やグループ内にとどまっているデータや、データとして記録されていないものも多いと考えられる。これは、データがないから戦略的な取り組みができないというよりも、モニタリングデータを施策などに活かす仕組みがもともとないために、データ収集が積極的に行なわれないという面もある。今後、自然発生的にデータ分析がなされる可能性は低く、関係行政が施策への活用まで見据えた形でのデータ分析を行ない、データ収集と分析の方法を確立することが求められる。

(d) 長期的かつ広域的なモニタリング体制の整備における課題

現在は井本氏個人によるところが大きく、組織的なモニタリング体制ができているとはいえない。ヒアリングで明らかになったように、井本氏としては今後 1~2 年程度を目標にモニタリングを継続していく考えである。その後の継続の可能性もあるが、いずれにしてもセイヨウに対する取り組みが相当長期に及ぶ可能性が高いことを考えると、より恒久的なモニタリングを続けられる体制の整備が求められる（この点については有識者へのヒアリングでも指摘されている）。パークボランティアらによるモニタリング体制がある旭岳姿見-裾合平はよいとしても、それ以外のエリアにもセイヨウが侵入した実績があり、広域的にカバーできるようにする必要がある。

(e) 在来マルハナバチを含めたモニタリングの実施における課題

高山生態系に対するセイヨウの影響を把握するためには、在来マルハナバチの生息状況についても把握することが望ましい（有識者へのヒアリングで工藤氏も指摘）。過去の監視業務等（特定非営利活動法人ねおす 2009、(株) さっぽろ自然調査館 2013）や井本氏によるモニタリングでも、このような考えに基づいて在来種の生息状況の把握を行ってきた。また、セイヨウ情勢でも現在は在来種の情報についても登録できるようになっている。しかし、井本氏も指摘するように（「マルハナバチは動きが敏捷であることから、外見がよく似た種間や日齢が進むなどして色ぬけした個体では、しばしば同定の難しさを感じる」）、在来種の同定は必ずしも容易なことではない。過去の報告書でも、在来種の写真にはいくつかの誤同定が見られる（表 8 参照、確認記録にあるエゾコマルハナバチやシュレンクマルハナバチ、ハイイロマルハナバチは、基本的に高山帯には生息しない）。このことは、長年、セイヨウのモニタリングや防除に携わってきた関係者でも、在来種を含めたモニタリングができるわけではないことを示している（「(会の中には) 在来種の見分けができる人が一人しかいない」（戸島氏））。

在来種を含むモニタリングは相応に難易度が高いため、すべての関係者が対応することは想定しないが、熟練者や希望者などを対象に講習会を開催することや、携帯用の図鑑を作成することが考えられる。

(f) モニタリングの担い手の高齢化、固定化

担い手の高齢化、固定化が課題としてしばしば指摘されている（鶴岡氏へのヒアリング参照）。現在よりも今後は大きな課題となっていく可能性が高い。

恒久的なモニタリング体制の整備や正確なモニタリング実施のために、モニタリングを担う人材に対し、モニタリングの基本的な方法やポイント、記録の取り方や在来種の同定に関するレクチャーの機会を設けることが考えられる。

また、一般の登山者向けにセイヨウの確認情報の提供を呼びかけることも考えられる。

登山口やロープウェイ駅、避難小屋などにポスター等を設置し、セイヨウを見かけた場合の連絡先や報告方法などを記しておく。また、関心のある登山者にはモニター登録をしてもらい、登山したルートと日時、セイヨウ確認の有無などを毎回報告してもらうことも考えられる。この方法だと、セイヨウの確認がなかったときのデータも収集され、モニタリングの検証により役立つと考えられる。参加や報告の方法を簡便にするため、ウェブサイトやアプリなどを用いた方法も考えられる。

(g) これまでの捕殺による防除活動の効果の検証の不足

セイヨウの高山帯への侵入が低地からの供給で成り立っている以上、低地での密度抑制は決定的に重要である。実際、低地においてこれまで積極的に防除が行われてきたが、必ずしも明瞭に減少したことを実感できる状況になく、その効果を疑問視する意見もある。ただし、他地域も含めてセイヨウの防除の効果についてはこれまでほとんど検証されておらず、課題となっている。環境省などがまとめた「外来種被害防止行動計画」でも、防除によって外来種が減少しているか、外来種による被害が軽減しているかといった知見から防除の効果を測定し、防除計画に反映させる必要があることを強調している(pp89-91、【コラム】防除における科学的知見の重要性)。

現状では効果の検証のためのデータが不足しているが、セイヨウ情勢から、上川管内におけるセイヨウの確認頭数の経年変化をグラフにして示した。これによると、上川全体では2008年の37,310頭をピークに減少しているように見えるが、実際には旭川一市の確認頭数の傾向に引っ張られたものであり、他の町村では必ずしもそのような傾向にはなっていない。旭川市でも、確認頭数の減少は主に働きバチの捕獲数減少によるもので、これは途中から防除対象を主に女王に絞ってきたことによるものと思われる。女王についてみると、2008～2009年に比べてやや減少しているが、働きバチで見られるような顕著な減少ではない。

全般に確認頭数と捕獲頭数に大きな違いはなく、確認頭数の変化は調査(防除)の努力量の年変動を反映している可能性がある。

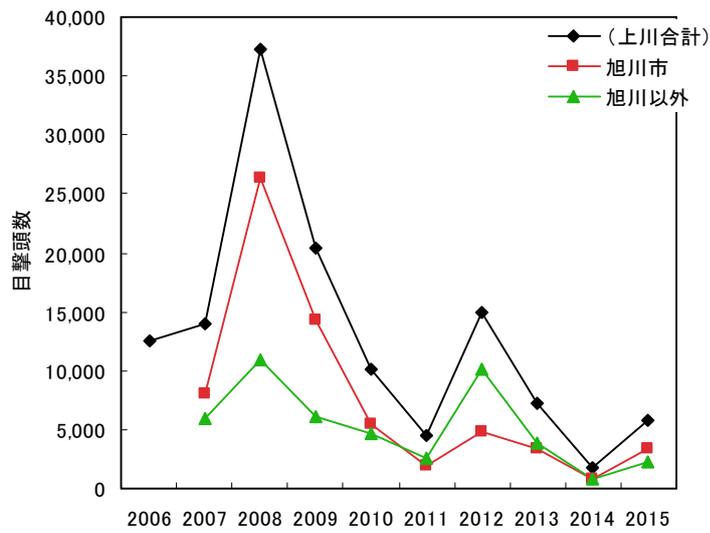


図 3. 上川管内におけるセイヨウの目撃頭数の経年変化(2006～15年)
 ※上川全体、旭川市、それ以外の市町村の合計(セイヨウ情勢から)

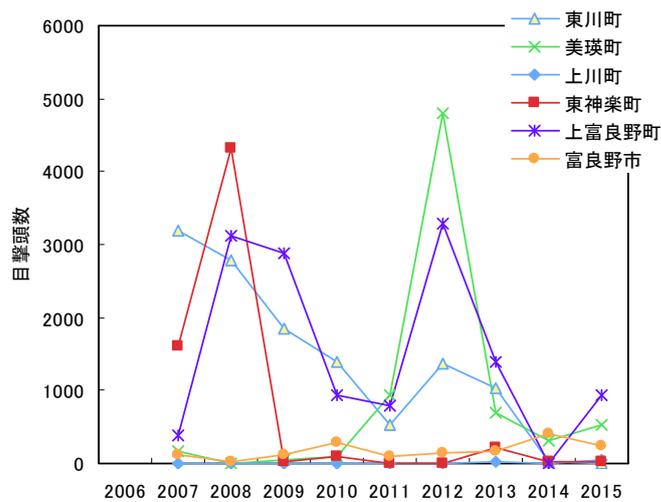


図 4. 上川管内におけるセイヨウの目撃頭数の経年変化(2006～15年)
 ※旭川市以外の市町村の詳細(セイヨウ情勢から)

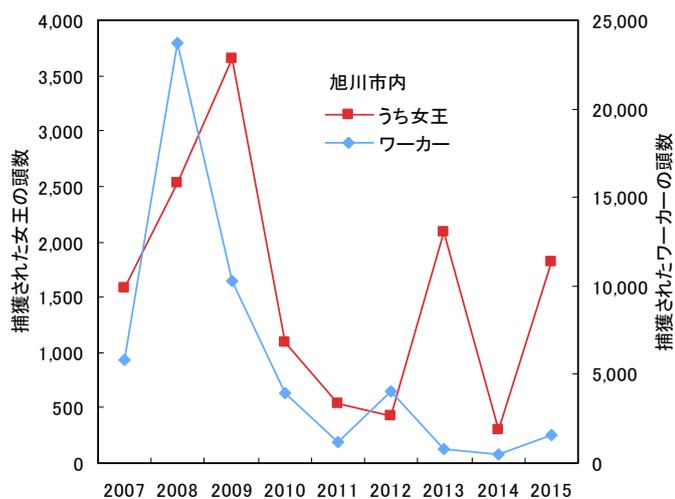


図 5. 旭川市内におけるセイヨウの捕獲頭数の経年変化 (2007～15年)
 ※女王とワーカー(働きバチ)別に示す(セイヨウ情勢から)

調査努力量についての情報は限られるが、上川全体の参加者数については、2007～2011年までは各年のデータがあった。また、報告件数については2007年以降は各市町のデータがあった。これらの値を調査努力量の指標と考え、それらでセイヨウの目撃頭数を除して、経年変化を調べた(図6～8)。参加者数で確認頭数を除した場合は、2008年をピークとし、2011年にかけて低下する傾向が見られた(図6)。

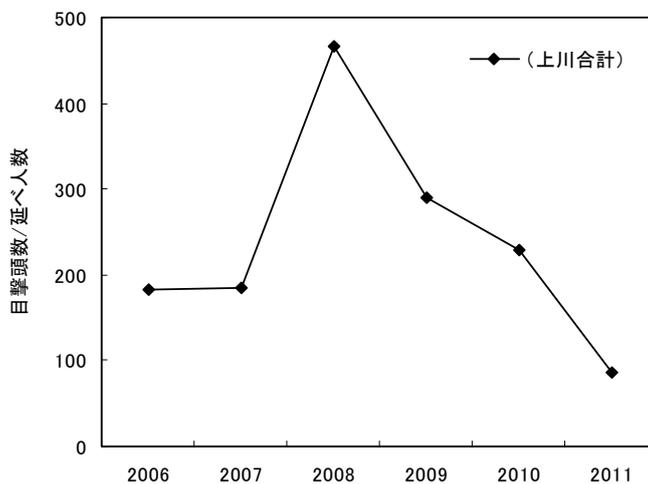


図 6. 上川管内全体において各年のセイヨウの目撃頭数を参加者数で除したものの経年変化 (2007～11年) ※セイヨウ情勢から

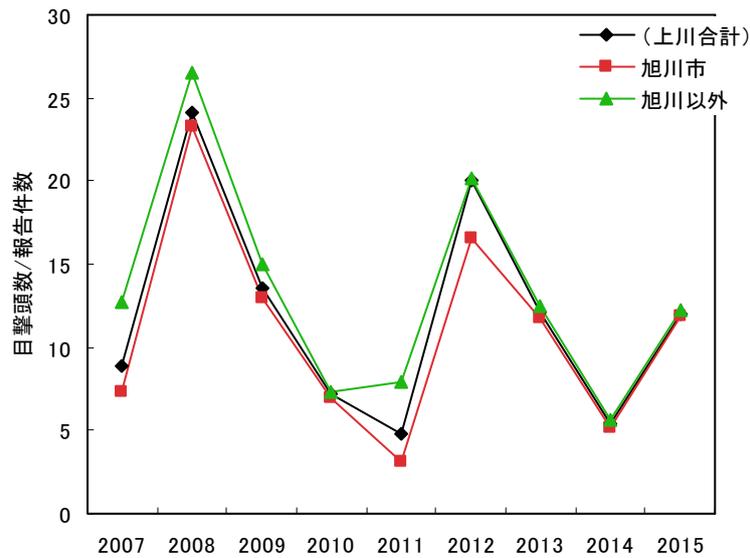


図 7. 上川管内全体において各年のセイヨウの目撃頭数を報告件数で除したものの経年変化 (2007～15年) ※上川全体、旭川市、それ以外の市町村の合計(セイヨウ情勢から)

また、報告件数(調査頻度に近似できると考えられる)で確認頭数を除した場合は、2008年と2012年、2015年をピークとした年変動を示し、経年的に減少する傾向は見られなかった(図7)。また、旭川市とそれ以外に分けた場合では、それぞれ同調的で、各年の値にほとんど差がなかった(図7)。一方、旭川市以外について各市町に分けると、あまり明瞭な傾向は認められなかった(図8)。

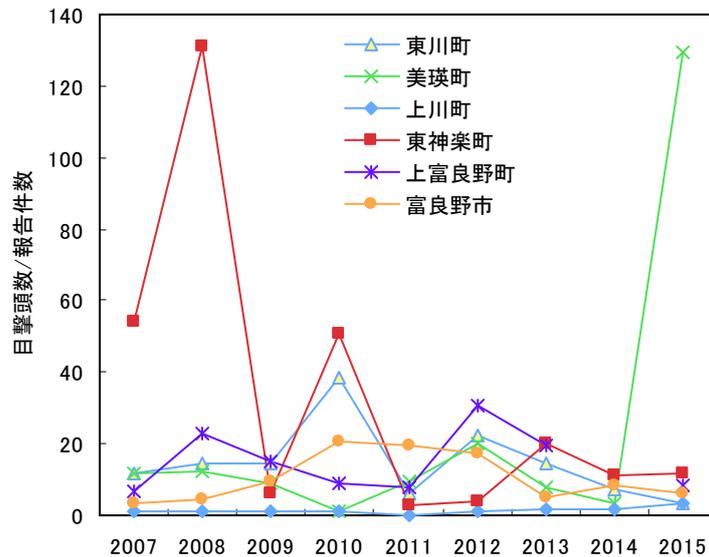


図 8. 上川管内全体において各年のセイヨウの目撃頭数を報告件数で除したものの経年変化 (2007～11年) ※旭川市以外の市町村の詳細(セイヨウ情勢から)

森林総研の永光輝義氏らは、石狩低地帯で行なった研究 (Nagamitsu *et al.* 2009) で、セイヨウを徹底的に駆除した場所では、翌年のセイヨウ (女王) の個体数が有意に減少することを示した。また、セイヨウの減少と同時に、在来種のエゾコマルハナバチやエゾオオマルハナバチの女王が増加することも示した。すなわち、捕殺によるセイヨウの防除は有効であり、在来種にとっても意味があることを示している。

しかし、このような調査は他地域ではなされておらず、長期間ボランティアで行われている防除活動の士気が上がりにくい要因の一つとなっている。これまで、官民の多様な主体がセイヨウの防除活動に携わってきたが、すべての主体が防除活動そのものにフォーカスしすぎていた可能性がある。適切に役割を分担することによって効果の検証を行ないつつ防除を進めることは十分可能であり、防除がさらに長期に及ぶことを考えると必要な取り組みであると思われる。

表 7. 駆除による効果の検証例 (Nagamitsu *et al.* (2009) から)

種	従属変数	切片	回帰係数				
			年		除去		
			2005	2006	2005	2006	
(a)セイヨウ	全個体数	1.508***	0.755***	0.746*	-0.462***		捕殺によって個体数は減る
	女王の個体数	0.245ns	1.228***	0.999*	-0.439*		
	働きバチの個体数	1.298***				0.327*	
(b)在来種 (5種)	全個体数	1.771***			0.343***	0.336***	セイヨウの捕殺によって在来種は増加
	女王の個体数	0.537*			0.753***	0.386***	
	働きバチの個体数	1.298***			0.485***	0.493**	
(c)コマル	全個体数	0.328ns	0.181ns		1.149***	0.463*	セイヨウの捕殺によってコマルは増加
	女王の個体数	-0.920ns	0.364*				
	働きバチの個体数	-0.308ns	0.278ns				
(d)トラマル	全個体数	-0.672ns	-1.344*	0.885ns		1.185ns	セイヨウの捕殺によってエゾオオは増加
	女王の個体数	-1.088*	-1.961ns			2.011ns	
	働きバチの個体数	-1.464**	0.938*	1.257*	-0.586ns		
(e)エゾオオ	全個体数	0.612**	-0.653***		0.447*		セイヨウの捕殺によってエゾオオは増加
	女王の個体数	-1.087***			1.381***		
	働きバチの個体数	0.213ns	-0.747***				

*** P<0.001; ** P<0.01, * P<0.05; ns>0.05

(h) 調査シートの課題

井本氏やパークボランティアの調査では、それぞれ調査シートが用いられている。記録漏れが生じないようにするには調査シートは有効である。ただ、現状では以下の課題がある。1マスに複数の種名が書き込まれているなどして分かりにくく、複雑にセルが連結されていてすぐに集計ができない (集計することがイメージされていない)、記録内容もセイヨウに比べて在来マルハナバチの情報がやや少なく、偏りが感じられる。種の同定において誤りが含まれている。これに対する対応については、以下の「②必要となるモニタリング項目及び調査手法の提案」とも関係するので、そちらで検討する。

表 8. パークボランティアによるモニタリング用の調査シート記入例

平成26年 8月21日		大雪山国立公園 旭岳地区		従事者名				
天気・気温	調査時間	場所 (詳細に)	ハチの種類	観察した花の開花 状況 やハチの様子等	見つけ た数	捕まえた数		写真 番号等
						合計	内・女王バチ 合計 花粉付	
18℃	9:20	姿見周辺	エゾナガ	ミヤマアキノキリン ソウ	5			①
18℃	9:30	姿見周辺	シュレンク	ミヤマアキノキリン ソウ	4			
18℃	9:40	姿見周辺	ハイイロ	ミヤマアキノキリン ソウ	15			
19℃	10:00	姿見周辺	エゾナガ	シラタマノキ	10			
19℃	11:00	姿見周辺	エゾナガ、 ハイイロ	エゾオヤマノリンドウ	10			
20℃	11:30	姿見周辺	エゾオオ	エゾオヤマノリンドウ	15			
20℃	12:00	姿見周辺	ハイイロ	ミヤマアキノキリン ソウ、エゾオヤマノ リンドウ	20			
20℃	12:45	姿見周辺	ナガマル	ミヤマアキノキリン ソウ	25			
20℃	13:10	姿見周辺	エゾナガ	エゾオヤマノリンドウ	10			

①
シュレンク、ハイイロは高山帯には生息しない

それぞれの頭数が不明になるので一つのマスに複数種を書かないほうがよい

ヒメマルが混じる可能性

② 必要となるモニタリング調査手法及び項目

今後、高山帯において積極的な防除を開始するかどうかの判断に迫られる場面においても、検討のための十分なモニタリングデータがあることが必須となる。データ収集は有事と思われる状況になってから始めればよいのではなく、平時（未定着）のときから継続しておく必要がある（早期発見・在来種への影響評価）。必要なモニタリングの手法や項目は特殊なものではなく、現状でいえば、高山帯に関しては井本氏による毎年のモニタリングによって、質・量の両面において判断に必要な情報がほぼ得られている。しかし、長期的なモニタリング体制の不備など、以上に挙げた課題もあることから、必要となるモニタリング項目及び調査手法を整理する。ここで想定するモニタリング従事者は、基本的に今まで同様、パークボランティア等とする。また、分散源である低地や山麓に関しても、一帯でモニタリングの対象とし、分析していく必要がある。手法や項目などについては、高山帯と特に変わらない。

(a) 手法

現在までのように未定着か侵入しても生息密度が低い状況においては、現在行なわれている目視による調査が有効である（まん延期になれば衝突板トラップを用いて密度推定することも可能）。モニタリングは登山道などを利用して行なう。量的な面では、大雪山系の広範囲（例えば7～8割）を網羅し、各調査エリアとも年に複数回の踏査を継続的に行なう

ことが目標となる。質的な面では、セイヨウだけでなく、在来種のモニタリングも同じ努力で行なうことが目標となる。以下に記したような項目について記録することが重要である。

(b) 項目

モニタリングで記録すべき項目としては、調査日時、踏査ルート（図があると良い）、調査者（全員の氏名）、天候・気温等、確認されたマルハナバチに関する情報となる。マルハナバチに関する情報としては、個体単位で、確認された時間、種名（不明の場合でも在来かどうかだけでも分かれば記載する）、カースト（分からない場合は不明とする）、行動（訪花・飛翔・巣場所探し・静止・死亡など）、訪花の場合は訪花植物名、花粉荷（花粉ダング）の有無などを記録する。基本的には個体単位での記録が望ましいが、一つのパッチに集中している場合には頭数を記録することで省力化する。セイヨウの場合には、GPS による測位情報、地図へのマッピング、捕殺の有無など、詳しく記録する。また、セイヨウに限らず、第三者でも調査時の状況が分かるように備考を活用する。写真も撮影しておく。これまでの調査シートを改良したシートを以下に提案する。活用しながら、必要に応じてさらに改良していく。

また、前述の通り、一般の登山者向けにセイヨウの確認情報の提供を呼びかけることも考えられる。その場合も基本的には上記の通りだが、簡便化のために在来種の情報任意とする。必要な情報としては、調査者の氏名、登山行程、セイヨウの確認の有無、セイヨウの確認日時と場所（できるだけ詳細に）、カースト（分かれば）、行動（訪花・飛翔・静止など）、捕殺の有無、周辺環境、写真の添付などである。

(c) 時期

本来的にはセイヨウの活動シーズン全般を網羅することが望ましい。しかし、人的資源に限られる場合や未定着期～定着初期においては、調査時期はこれまでのモニタリング結果を元に、セイヨウの確認が集中する 8 月にモニタリングを行なうのが効率的である（これまでの高山帯における監視では、セイヨウは 7 月下旬～9 月上旬に観察されることがほとんどだった）。ただし、女王の把握も重要なので、可能な限り女王の活動期（高山帯では 5 月下旬～7 月上旬）においてもモニタリングを行なう。特に、これまで繰り返し侵入が見られた旭岳姿見周辺はモニタリングの重要性が特に高く、ロープウェイを利用したアクセスも可能であることから、シーズン全般を通じたモニタリングが望ましい。

(d) 場所

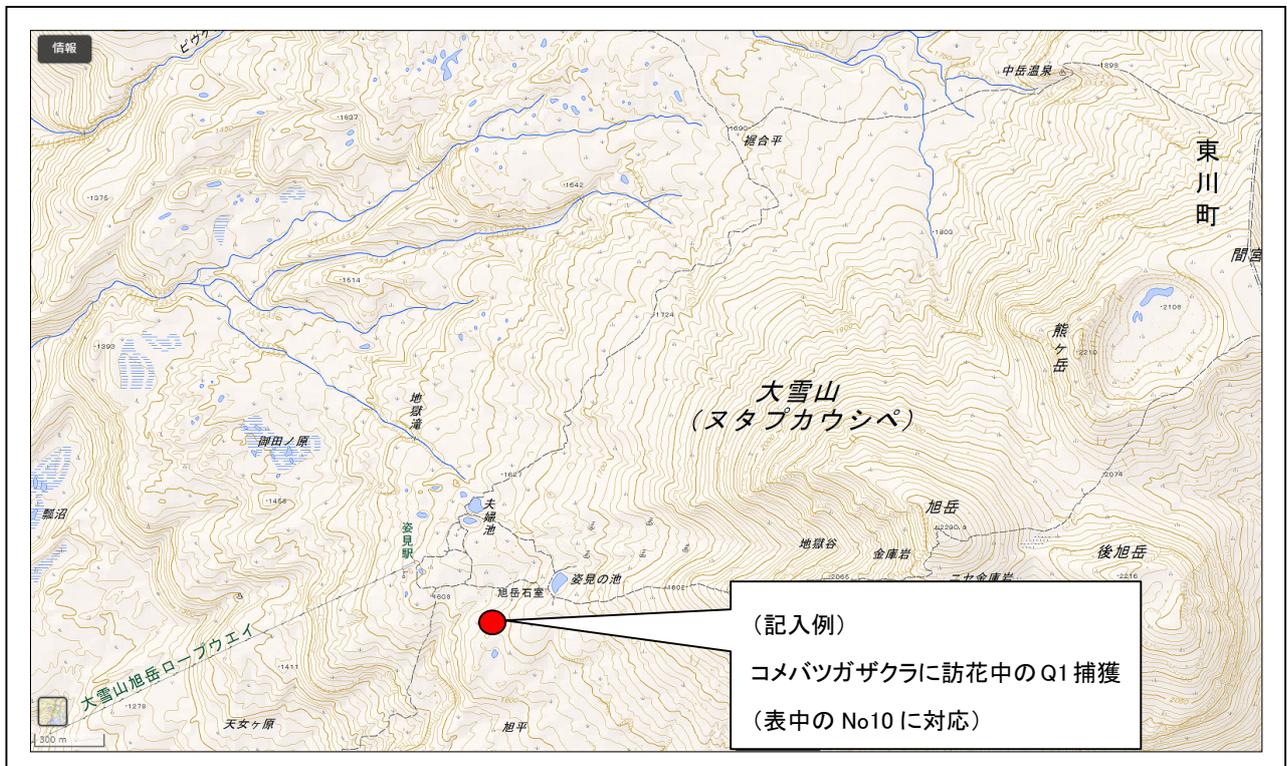
高山帯のすべての場所が対象だが、特にセイヨウがよく見つかっている雪田群落や雪潤草原を中心に行なうとよい（エゾオヤマリンドウやツガザクラ類、チングルマなどを訪花するマルハナバチに注意する）。

(e) 分析と活用

課題でも挙げたように、これまではモニタリングの調査データを収集・分析したり、施策に活用されたりしてこなかった。高山帯に関しては現時点では確認情報も少なく、可能な分析も限られる。しかし、高山帯と一体でデータ収集・分析をすべき山麓や低地については、過去及び今後のデータが期待できる（今年度の業務対象外）。モニタリング体制の整備と同時に、データの収集・分析・診断のシステムの整備、市民調査データを使った研究を参照しながらセイヨウに合った方法を考案する必要がある。具体的には、広域的な生息密度推定、データ不足エリアの抽出、高山帯への侵入経路の推定（潜在的な移動分散）などを行ない、防除対策などに活用する。

調査票の改良案(表面にデータの書き込み票、裏面に書き込み用の地図)

調査日		調査開始時刻		終了時刻		調査地		環境(雪田・風衝地など)					
年 月 日		(:) ~		(:)									
調査参加者(記入者に○をつける)					天候		メモ						
No	時刻	マルハナ種名	女王[Q] 働き蜂[w] オス[σ] 不明[u]	頭数	行動 (訪花・飛翔・静止・巣探し・その他)	花	花粉だんご	詳しい場所	標高m	GPS番号	メッシュ(3次)	備考 (セイヨウの場合は捕獲の有無、GPS記録など)	写真
(例)	8:12	エゾオオ	w	1	訪花	アオハツガザクラ	○	鏡池北	1620	012	6542-3696	花に盗蜜痕あり	○
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													



(4) 積極的防除を行なうタイミングの判断に関する検討

ここでは積極的防除として、薬剤を用いた防除を想定している。

① 薬剤を用いた防除の概要

国立環境研の五箇公一氏によって開発された手法である。働きバチに薬剤を塗布し、その個体が帰巢することによって巣内に薬剤が運び込まれる仕組み（巣をターゲット）で、既に室内実験において有効性が確かめられている。また、環境への影響についても比較的安全性が高いことが確認されている。今後は、野外における有効性の検証や、効果的に用いるための工夫などの検討を進めていく必要がある。

五箇公一氏の講演資料、「セイヨウオオマルハナバチの化学的防除手法開発試験」から、開発コンセプト、使用する薬剤の種類等について以下に抄録した。

【開発コンセプト】

社会性ハチ類の防除では、帰巢習性を利用した、巣への持ち帰り型薬剤処方が効果的である。実際に特定外来生物アルゼンチンアリの防除ではフィプロニルという薬剤を含むベイト剤を餌として与え、巣に持ち帰らせることで、次世代の幼虫の成長や新女王の生産を抑制して巣を崩壊させるという防除手法を適用しており、根絶に成功した事例もある。同じコンセプトで、採餌中の働き蜂を捕獲、薬剤を塗布した後、再放逐して、薬剤を巣に持ち帰らせ、巣ごと防除する（「ハチの巣コロリ」方式）。

【使用する薬剤】

薬剤を塗布された働き蜂が帰巢中に死亡してしまうと効果がないので、幼虫のみに作用する薬剤を選定する。この点から昆虫成長制御剤 IGR(Insect Growth Regulator)が候補となる。この薬剤は、昆虫の外骨格を構成するキチンを合成する酵素を阻害することで幼虫の脱皮を妨げ、死に至らしめる。脱皮をする節足動物にのみ効果があり、哺乳類や鳥類には影響が少ない。文献調査や予備試験の結果から、エトキサゾールを試験薬剤としている。

【室内試験の成績】

働き蜂 5 匹だけで巣を作らせ、産卵が始まったところで、働き蜂 1 匹にだけ 100ppm エトキサゾール水溶剤を散布して巣に戻し、その後の卵数、幼虫数、羽化個体数の推移を測った結果、薬剤処理された巣では生産数が著しく低下することが判明している。

【ハウス内の試験】

ハウス内に花畑を作り、セイヨウおよびクロマルハナバチの商品コロニーを 1 つずつ設置し、どちらも自由に訪花できるようにした。セイヨウの働きバチのみ 10 匹捕獲し、

100ppm エトキサゾール水溶剤を散布後、放逐した。その後 4 週間、ハウス内の飛翔個体数を計測し、4 週の調査後巣も解体して巣内の個体数を計測した。

その結果、クロマルハナバチでは、働きバチの飛翔数が減少するにつれて新女王およびオスの飛翔数が増加したのに対して、セイヨウは、試験終了まで働きバチしか飛翔せず、新女王およびオスの飛翔は確認されなかった。

巣内の個体数も合わせて、セイヨウとクロマルハナバチのカースト構造を比較した結果、セイヨウでは次世代繁殖虫(新女王・オス蜂)の生産に失敗しており、さらに幼虫死亡数も増加していることが示された。この試験の結果は、薬剤の散布でセイヨウを抑制させながら、花資源を共有する他種に影響を及ぼさないことが可能であることを示している。

② 高山帯での積極的な防除開始のタイミング

薬剤を用いた防除手法については、野外における技術的な確立、環境に対する安全性の確保、一般市民の理解などの課題はあるが、これらが近い将来にクリアされる前提で、あらかじめ実施開始のタイミング等の検討を進めておく必要がある。

外来種対策の原則からすると、防除の成功率とコストの両面で、少しでも早いタイミングで対策を講じることが望ましい。環境負荷の面でも、一般に初動が早いほうが薬剤の総使用量を抑制できる。一方、セイヨウの場合、最初の確認が必ずしも定着を意味しないこと、高山帯では低地に比べて有効な対策が取りにくいこと、防除活動による負の側面にも配慮が必要なことから、適切な防除開始のタイミング（シグナル）や各段階にふさわしい手法を前もって検討しておき、適切に判断して効果的なタイミングで防除を開始できればベストである。そのためには客観的な指標に基づいて判断することが望ましく、例えば、高山帯で自律的にコロニー数が増加し始める生息密度などがティッピングポイント（閾値）としてあらかじめ分かっていることや、コロニー数の推定が可能であることが条件となる。しかし、現実にはそうした閾値は既知ではなく、コロニー数の推定も容易ではない。高山帯でセイヨウの侵入が組織的にモニタリングされているのは大雪山系のみであり（高山帯でコロニーの定着が確認されたのも大雪山のみ）、これを検討するデータが不足している。残念ながら、海外においてもセイヨウの高山帯への侵入-定着-増加過程の報告事例も見当たらない（ニュージーランドでは高山帯への侵入が知られているが、どのような過程を経て広がっていったのか不明）。また、上記の理由により、他の外来種では「生息確認イコール防除の開始」であり、参照できる事例もない。

有識者のコメントでも、工藤氏は、初期段階では捕獲とし、定着期やまん延期における活用を提唱しているのに対し、石井氏は定着初期の地域こそ有益で、そうした地域のみ留めるべきではないかとしている（いずれも使用は自然環境への負荷に配慮しながら）。したがって現時点では、現時点では明確な答えはなく、今後も専門家を交えた議論が必要である。

③ 他の外来種の事例

高山帯での確認事例や検討可能なデータが少ないことから、積極的防除を開始するタイミングの判断に関わる指標について検討するため、他地域・他の外来生物等についての文献・資料を収集して検討材料とした。

外来生物法の施行により、以前にも増して多くの外来種について防除が行われるようになってきている。また、そうした防除活動の記録や、防除の手引きも環境省を中心にとりまとめられている（「アルゼンチンアリの防除手引き」（環境省 2013）など）。これらを参照した結果、ほぼすべての侵略的外来種で「生息の確認」が定着を意味し、それによって防除が開始される。高山帯に侵入したセイヨウに対する防除対策のように、積極的防除を開始するタイミングを特別に検討したものは見つからなかった。(1) 侵入前：予防を目的とした取り組みと早期発見努力、(2) 侵入初期：根絶を目的とした速やかな防除計画の策定、初期対応、(3) 定着・分布拡大期：分布拡大阻止を目的とした状況把握、適切な防除、防除効果の把握と防除計画への反映というように、各段階別に目標と手段が決められている。

アルゼンチンアリのケース：

本種は南米原産で、侵入先における分布拡大速度が速く、在来アリを駆逐したり人家に入り込んで不快昆虫となったりすることなどから、特定外来生物に指定されている。セイヨウとは異なる点も多いが、同じハチ目の社会性昆虫であるだけでなく、分布拡大速度が速く、巣が見つけづらいことなど共通点もある。

本種の防除も、セイヨウと同様、市民の監視や駆除によるところが大きい。「アルゼンチンアリ防除の手引き」（環境省 2013、以下では「手引き」）では、被害防止・低減のための方策として、未侵入の地域における「①新たな侵入の防止」、「②早期発見・初期対応」、既に侵入した地域における「③防除」、「④分布拡大の防止」の 4 段階に整理している。このうち、①は検疫的なことになるが、②～④では市民の役割が重視されている。



環境省の外来生物法のサイトから

ヒアリのケース：

南アメリカ原産のアリ。交易に伴い、さまざまな物資について分布を拡大したと考えられている。体長 2-6mm、主に赤茶色のアリで、高い採餌能力や防御物質の分泌、ワーカーの侵略などにより他種のアリと競合し駆逐する性質がある。女王アリは一日に 2000～3000

卵を産卵できる。ハチのように毒針を持ち、刺されると火傷のような激しい傷みを生じることから「火蟻 fire ant」と呼ばれ、世界各地で問題となっている。アメリカでは年間 100 名以上の死者が出る危険動物となっている。生態系に関わる被害としては、極めて攻撃的なため、節足動物の他爬虫類、小型哺乳類をも集団で攻撃し捕食することが知られている。また、集団で攻撃することにより鳥類の営巣・雛の生育に影響を及ぼした例がある（環境省、外来生物法のサイトから）。日本国内での生息は未確認だが、亜熱帯～温帯に生息できることから今後侵入する可能性があり、警戒を要することから、特定外来生物に指定されている（既に植物検疫での発見事例がある）。

環境省（2009）ではヒアリに関するパンフレット「ストップ・ザ・ヒアリ～危険な外来昆虫「ヒアリ」による被害を防ぐために～」を作成し、注意を呼びかけている。また、このパンフでは被害防止だけでなく、ヒアリへの関心を高めてもらい、早期発見のための市民による監視や駆除にも期待している。

ツマアカスズメバチのケース：

アジア南部（アフガニスタンから中国、東南アジア）原産のスズメバチ。全体的に黒っぽく、腹端が赤褐色となるのが特徴。体長は、地域差があり、原産地の東南アジアでは女王バチ 18mm 前後、働きバチ 14-17mm、雄バチ 16mm 前後であるのに対し、ヨーロッパ（帰化）では女王バチ 25-30mm、働きバチ約 25mm と大きい。越冬明けの女王バチは、茂みや低木の中、土中等の閉鎖的な環境で営巣を開始し、コロニーが大きくなると働きバチとともに樹木の上部に引越す。他のスズメバチ類と同様に様々な昆虫を獲物とし、飛行中の昆虫（ミツバチ、アシナガバチ、チョウ、ハエ、トンボ、各種幼虫、クモなど）を捕らえる。国内では、2012 年に長崎県対馬市で働きバチが初めて確認され、翌 2013 年には対馬上島を中心に巣が見つかり、定着が確認された（2011 年には既に侵入していた可能性が示唆されている）。また、2015 年 8 月には福岡県北九州市でも営巣が確認されている。生態系への被害としては、韓国（釜山）では本種の侵入により在来種のケブカスズメバチを激減させ、優占種となったことが報告されている。生態系の上位に属する広食性の捕食性昆虫であるため、生態系への影響が大きいことが予想される。農林水産業に関わる被害としては、養蜂業への影響が報告されている。韓国では、本種によって 2～3 週間のうちにミツバチ 300 群中 50 群が消滅したという報告がある。中国では本種がトウヨウミツバチよりもセイヨウミツバチの巣を好んで襲い、捕食成功率もセイヨウミツバチを襲う方が高いという報告がある。人への刺傷被害の可能性もある。分布拡散速度は速く、韓国では 10～20km/年、ヨーロッパでは 100km/年と推定されている（環境省、外来生物法のサイトなどから）。

本種の場合は、侵入初期の段階だが、福岡県北九州市でも営巣が新たに確認され、分布拡大が懸念されている。環境省では定着・拡散を防ぐために侵入初期の対策が重要と考えて、営巣が確認された福岡県北九州市や定着が確認されている対馬だけでなく、周辺の山

口県下関市や韓国釜山港と貨客船の往来のある港において、緊急的にツマアカスズメバチの生息・営巣状況調査等を実施している（2015年11月06日、（お知らせ）福岡県北九州市等でのツマアカスズメバチの営巣状況調査の結果（速報）http://kyushu.env.go.jp/pre_2015/post_28.html）。今回の調査で追加の発見はされなかったものの、もし発見された場合にはすぐに駆除を行なう方針が採られていた（平成27年9月11日、（おしらせ）福岡県北九州市内でのツマアカスズメバチの営巣の確認について <http://www.env.go.jp/press/101471.html>）。すなわち、発見され次第、防除という方針となっている。

（5）大雪山高山帯におけるセイヨウ防除のあり方

上記の事例のうち、特に先進的であるアルゼンチンアリの取り組みを参考にしうえて、高山帯におけるセイヨウの防除のあり方（案）を以下に提案する。

① 防除の目標設定

これまではいわば初期対応の延長で防除活動（緊急対策）が継続され、適切な目標設定がなされてこなかったが、高山帯においては侵入や定着の状況（段階）に応じた目標設定が必要である。例えば、未定着ならできるだけ侵入させないことが第一の目標であり、そのための対策としては分散源である低地（上川盆地）での生息密度を抑制することが重要である。しかし、もし高山帯に定着した場合には早めの根絶が新たな目標となり、増加・拡散する状況では高山帯での拡散（二次的な分散）を抑止することも目標となる。さらに、高山帯での拡散が認められれば、深刻なエリアでの密度低下や重要なエリアでの根絶が目標となる。

② 高山帯における定着段階

段階別の目標等を設定するため、セイヨウの定着段階として、以下の4段階に区分し、それぞれ評価基準を定めた。状況をより詳細に診断（段階の判定）するには、各段階の間に移行期を設けることも考えられる。これらの判定には十分なモニタリングが必要である。十分なモニタリングとは、例として、大雪山系でモニタリングルートを定め、その7～8割程度の範囲に対して、コロニーが大型化する7月下旬～8月下旬に複数回のモニタリング頻度をクリアするといったことが考えられる。なお、定着段階の指標の一つとして定着箇所数を使用したが、溶岩円頂丘の連なりでできている大雪山においては、その一つ一つの箇所を山城と捉えることを提案する（主要な鞍部から鞍部までとするなど）。

（a）未定着（未侵入）

セイヨウがまったく見られないか、分散個体（女王またはオスバチ）のみの確認にとどまる。

(b) 定着初期（侵入期）

1-2 箇所の山域でコロニーの定着を示す働きバチが複数見られる。

(c) 分布拡大期（定着期）

多数の山域で働きバチが複数見られる。ただし、出現頻度（個体密度）は在来種に比べて（かなり）低い。

(d) まん延期

多数（8 箇所以上）の山域で複数の働きバチが恒常的に見られ、出現頻度は在来種に匹敵するレベルである。

図9 侵略的外来種の定着段階と防除の困難度



参考. 段階別の防除の目標、必要な行動、困難度（「外来種被害防止行動計画」（環境省・農水省・国交省 2015）から）

③ 現状評価

2005 年以前は高山帯におけるセイヨウの確認がなく、未定着だったと考えられる。また、2006～2011 年も、分散個体か単体の働きバチのみの確認にとどまり、未定着と判断される。一方、2012 年は旭岳姿見と化雲岳の 2 箇所でそれぞれ定着を示す複数の働きバチが確認されていることから、定着初期（侵入期）の段階にあったと判断される。さらに 2013 年は、

生息密度は低いながら5箇所で定着が確認されていることから、分布拡大期（定着期）に差し掛かっていたと判断される。その意味では危機的ともいえる状況だったが、幸運なことに2014～2015年は再び未定着の段階に戻っている。

このように見てくると、高山帯への一時的な侵入や定着はあるものの、高山帯での安定的な世代交代を示す証拠は得られていないことから、現状は未定着または侵入期の段階にあると考えられる。

なお、視野を広げて考えると、全道レベルではすでにまん延期にあり、「（高山帯という）保護地域等での地域根絶・被害の低減」を防除目標に据え、「（高山帯という）重要地域における監視・被害防除対策・集中的な防除」が必要になっていると捉えることができる。

④ 段階ごとの防除対策

(a) 未定着（未侵入）段階

・根本的な対策として、分散源である低地（上川盆地）の生息密度を抑制する

高山帯への侵入防止という予防的対策としても、低地におけるハウスからの逸出防止の徹底と野外における防除（将来的には薬剤の使用をした防除を含む）が重要である。なお、今後、高山帯への侵入定着が進んでしまったとしても、これらの防除は引き続き実施していく必要がある。

・早期発見のためのモニタリングを行なう

モニタリングはすべての対策の基本であるが、早期発見のためのモニタリングを行なうことが重要である。現状レベルのモニタリングが行なわれることが望ましいが、高山帯のモニタリングに投入できる人的資源に限られる状況では、8月に集中させるとよい。過去に姿見周辺で連続的に確認されたことを考えると、今後もこの付近でのモニタリングが特に重要である。また、山麓には今のところ高密度に定着した場所は見つかっていないが、高山帯への足がかりになる可能性もあり、モニタリングを行なっていくことが望ましい。この地区では、ロープウェイを使ったアクセスが可能であり、女王の活動期のモニタリングも行なう。

・今後想定される事態に備える

2012～2013年にかけては実際にいくつかの山域で定着が見られたことから、大雪山の高山帯にセイヨウが広く定着していく可能性は否定できない。したがって、今後想定される事態に備えておく必要がある（有効な防除技術の確立や安全性の確認、周知等を含む）。

(b) 定着初期（侵入期）段階

・早期対応により拡散（高山帯での二次的な分散）を阻止する

高山帯におけるセイヨウの定着が再び確実視された場合は、高山帯での防除対策を追加

する。対策としては、捕獲による駆除と薬剤を使用した駆除（巣をターゲット）が考えられる。薬剤による駆除の適用は、野外における効果、安全性を考慮して判断する。

・定着状況のモニタリングを行なう

モニタリングを行ない、定着の広がりや密度に関して評価する。

(c) 分布拡大期(定着期)

・拡散を抑止する

それ以上の拡散を抑止するため、定着が見られる山域それぞれで、捕獲による駆除と薬剤を使用した駆除を行なう。生息密度が高い場所があれば優先的に防除を行なう。モニタリングで防除の効果を把握しながら、防除の努力量を配分して進める。防除の実績なども正確に記録しておく。拡散に至ったプロセスや防除方法の課題を明らかにし、今後の対策に役立てる。

・定着状況のモニタリングを行なう

モニタリングを行ない、定着の広がりや密度に関して評価する。

(d) まん延期

・優先順位を決めて拡散を抑止する

生息密度が高い場所や保全の必要性が高い場所で優先的に防除を行なう。

・定着状況のモニタリングを行なう

モニタリングを行ない、定着の広がりや密度に関して評価する。在来種や生態系への影響についても可能な限り行なう。

⑤ 防除計画区域の設定

高山帯の保全が目的だが、そのためには大雪山高山帯と隣接する上川盆地の全域（上川中部・南部）が対象となる。高山帯では、侵入を受けた山域が直接の対象となるが、潜在的には過去に侵入のあった表大雪や十勝連峰だけでなく、北大雪や東大雪の各高山帯も含まれる。

低地では上川盆地の全域（行政区域では上川中部と南部）が対象である。対策として第一にハウスからの逸出防止を徹底して取り組む必要があり、ハウス農業が盛んな地域が重要な区域といえる。また、捕殺による防除も、薬剤による手法が確立されるまでは主要な手法であり、できるだけ広範囲を対象とすることが望ましいが、大雪山への侵入防止という点では、山岳域に近い地域が重要と考えられる。

なお、本来的にはセイヨウに対する全道レベルの総合対策計画が必要であり、その中の

重要な取り組みの一つとして位置づけることが望ましい。別の言い方をすれば、将来、全道レベルの総合対策計画が策定されるときに、現在検討中の大雪山高山帯の取り組みを速やかに組み入れることができるようにしておく必要があるといえる。また、他地域の高山帯でも同様の課題が持ち上がる可能性も否定できず（一時的な侵入は雨竜沼湿原、夕張岳、知床遠音別岳など各地の山岳で記録されている。ただし一時的でも定着が確認された山岳は大雪山以外にない）、現在行なわれている大雪山を対象にした検討が先進事例モデルとなることも考えられる。

⑥ 防除の取り組み体制の構築・維持

防除対象が広域的で、かつ長期的な取り組みが必要となる。作業項目も、全体としては、駆除だけでなく、モニタリング調査（監視）、防除手法の検討、計画の立案、防除の実施、評価、取りまとめ、計画見直しや、防除に関わる調査研究など多岐にわたる。現在も、環境省や上川総合振興局だけでなく、市町村の関係者や農業関係者、工藤岳北大准教授ら研究者、旭川在住の井本哲雄氏らセイヨウオオマルハナバチバスターズの関係者、自然保護団体など、多くの機関・個人が関わって駆除、監視、モニタリング調査などが行なわれている。成果を挙げるには、防除体制を長期的に維持していくことが不可欠であり、作業負担やコスト負担の面でも持続可能な体制にしていくことが求められる。また、特に高山帯の監視活動はできるだけ多くの人に担ってもらうことが、監視の精度を高める上でも、監視の持続性のためにも必要なことといえる。人材育成の仕組みづくりのほか、一般の登山者に情報提供を呼びかけ、簡易に情報投稿できるシステムを構築することも考えられる。

⑦ 防除手法

セイヨウの防除方法としてはこれまで捕殺がほとんどだったが、上述したように外来アリなどの防除で用いられている殺虫剤（ベイト剤）を利用した防除（働きバチに塗布して巣に持ち込ませる）も、将来的には捕殺による防除と組み合わせ（または使い分け）ることが可能になると期待される（総合的有害生物管理）。今後は、野外における有効な実施方法の技術確立、安全性の確認、マニュアル化（手引きの作成）、指導者や担い手の育成、一般市民の理解を得るための普及活動などが求められる。

一方、捕殺による防除の現場では、働きバチよりも女王のほうが防除効果が大きいと信じられてきた。女王は、雪解け～初夏にかけてと8～9月に地上活動を行なうので、そのときに捕殺の適期となる。しかし、女王の捕殺による防除にはいくつか課題もある。一つ目は、巣を創設できる越冬女王は全体のわずかで、たまたま捕殺できた女王が営巣するかどうか分からないことである（営巣に成功しなかった女王のほうが地上活動が盛んな可能性もあるし、密度効果により生き残った女王の営巣成功率が増加する可能性もある）。二つ目は、高山帯の場合、女王の個体密度が非常に低く、そもそも発見が難しいことである。特に、夏季に現れる新女王はそれほど地上活動をせずに休眠するので、見つけることはかな

り難しいだろう。実際、これまでも高山帯で女王が発見される機会はかなり限られていた。2013年の例でいえば、計54頭のセイヨウが高山帯で確認されたが、そのうち女王はわずか1頭のみである。一方、働きバチの捕殺はコロニーの駆除には直結しないが、コロニーの労働力を削ぐことは可能である。このようなことから、女王バチだけでなく働きバチも捕殺することで防除効果を高めることができるだろう。

⑧ 防除スケジュール

(a) 計画期間

低地での生息密度が低下しない限り高山帯への侵入のおそれはなくならないため、低地での防除については非常に長期にわたる計画が必要になる。

高山帯での防除については、定着規模によって必要年数を想定する。防除効果の検証のためにも、複数年の期間が必要となる。

(b) セイヨウの生活史を踏まえた年間スケジュール

セイヨウ（女王）の寿命は約1年で、コロニーは秋までに崩壊する。在来種を参考にすると、高山帯では5月下旬～7月上旬にかけてが越冬女王の活動期であり、6月下旬～9月上旬に働きバチが活動、8月以降に繁殖虫（新女王やオスバチ）が現れる（ただし、環境によって大きく変わることが予想される）。コロニーサイズが発達するのは7月下旬ごろからと考えられ、これまでの監視でも7月下旬～9月上旬に観察されることがほとんどだった。セイヨウの活動期間のすべてで監視を行なうことが望ましいが、未定着期における侵入の確認はこの時期に集中的に行なうのがよい。

⑨ 有効な防除を行なうために必要なこと

(a) 空間的な生息情報の把握

現在は低地におけるセイヨウの生息密度分布や重点的に防除すべき場所が十分把握されないまま、防除が行われている。効果的な対策のためにはそれらの把握が前提となる。次のような調査が考えられる。

・資料調査および聞き取り調査：セイヨウ情勢によって2007年以降の広域的な捕獲・確認情報を入手することが可能である（特に低地）。得られた情報を元に、クリギングなどの統計学的手法を利用して密度推定を行ない、優先的に防除を行うべきエリアを特定する。また、高山帯においては環境省に集められた各種情報のほか、避難小屋や石室関係者らにセイヨウの出現状況（どのくらい以前から見られたか、どの季節に見られるかなど）をヒアリングすることが考えられる。

・現地調査：捕獲行事などで集まる分布や個体数の情報を随時追加していく。在来種の情報も合わせて収集することにより、セイヨウの優占度や生態系への影響の把握につながる。

(b) 定量的なモニタリングによる防除効果の把握と防除計画への反映

防除の重要地点においては、防除実施の前後に生息状況を定量的にモニタリングすることにより、防除の効果（複数の手法を想定）を確認するとともに、得られた結果を今後の防除計画に反映させて、より効果的・効率的に防除を進めることができる。また、ボランティアの力を借りることが多い防除活動において、その継続に必要なモチベーションの維持に役立てることもできる。

ただし、マルハナバチの個体数は年変動が大きく、注意が必要である。正しい評価のためには、できるだけ前後数年間のデータがあるとよい。

(c) 生息状況や防除に関する情報の地図化

セイヨウ情勢も地図化の機能を有するが、どこにセイヨウが多くいるのか、経年的に分布がどのように変化してきたか、どこでいつどのような防除が行われているか、といったことが視覚的に把握できるようにしておくことは重要である。

(d) 高山帯における生活史に関する情報

セイヨウの一般的な生活史に関しては多くの情報があるが、高山帯での生活史情報はまだ非常に限られている。大雪山において、セイヨウが確認された環境（植生）、訪花していた植物などの情報などは「平成 25 年度大雪山セイヨウオオマルハナバチ対策業務報告書」にまとめられているが、効果的な防除や生態系への影響評価を行なうためにも今後こうした情報の蓄積が必要である。

(6) 有識者へのヒアリング

上記の検討のためにマルハナバチの専門家にヒアリングを行なった。対象者は、大雪山のマルハナバチやセイヨウの問題に詳しい工藤岳北海道大学准教授、石井博富山大学准教授、横山潤山形大学教授の3名の生態学者である。これらの方々には、ご多忙にも関わらずお引き受けいただいたことに加えて、数々の有益な助言をいただいたことに厚くお礼申し上げます。

ヒアリングに当たっては、最初に次のような説明を行なった。現在環境省（北海道地方環境事務所野生生物課）では、将来的に大雪山高山帯にセイヨウオオマルハナバチが侵入定着した場合に備え、今後の防除のあり方を検討しており、この2年間で現状の整理と対策の検討をする予定になっていること、今年度は、現状分析、資料整理、防除のあり方（考え方）の取りまとめを行なうこと、今後、防除の手引き案の作成を目指していることである。また、参考資料として、今年度の業務報告書（案）を送付した。その上で、高山帯におけるセイヨウ防除において論点になると思われることなど、以下の項目を提示し、議論をお願いした。

- ・ 全体的な考え方は妥当か
- ・ 各段階の対応は妥当か
- ・ 高山帯における薬剤を使った防除の注意点
- ・ 薬剤による防除対策を開始するタイミングの設定は可能か（薬剤使用による防除をどのタイミングで開始するべきか）

以下に各専門家からいただいたコメント（全文）を掲載する。

① 工藤岳北海道大学准教授のコメント

(a) 大雪山高山帯へのセイヨウオオマルハナバチ定着の判断について

報告書では、2012~2013年に高山帯での営巣成功を示す「確実な証拠」が得られた、と記載されています。働きバチが同一地点で複数確認されたことがその根拠とされているようですが、この判断基準はやや早計な気がします。私の観察では、大雪山高山帯ではエゾオオマルハナバチ、エゾヒメマルハナバチ、アカマルハナバチ、エゾナガマルハナバチ、エゾトラマルハナバチ（稀）の5種の在来種が確認されていますが、このうち高山帯で営巣を行なっていることが確認されたのはエゾオオマルハナバチとエゾヒメマルハナバチの2種のみです。他の3種は高山帯に採餌に訪れていると思われます（工藤・井本 2012でも言及）。すなわち、定着＝営巣とはいえないでしょう。

2012~2013年に高山帯で観察されたセイヨウオオマルハナバチも、より低標高のコロニーから高山帯に採餌に来ている可能性も高いと思われます。もし、高山帯で営巣があり、それが少数コロニー（初期段階）であるならば、複数の働きバチは同じ遺伝子型を持って

いる可能性が高いと思います。働きバチの遺伝子型判定も、高山帯での営巣の有効な判断材料になるかもしれません。高山帯でのセイヨウオオマルハナバチの存在が低標高からの侵入によるものかどうかの判断は、山麓でのモニタリングに基づく個体群の同調性（低地個体群が拡大した際に高山帯での目撃例が増えるかどうか）や、高山帯で観察された際の気象条件（例えば猛暑の際に高山帯で目撃例が増えるなど）が重要になるでしょう。

(b) セイヨウオオマルハナバチ定着の段階区分について

「侵入」と「定着」を明確に定義する必要があると感じます。私の判断では、「侵入」とは高山帯に時折訪れる状況で、「定着」とは恒常的に存在する状況です。先に述べたように、定着には、恒常的に採餌場所として利用する状況と、営巣を行なって高山帯で生活環を完結する状況があります。アカマルハナバチやエゾナガマルハナバチのように、高山帯で営巣していなくても頻繁に高山帯を利用する状況になれば、セイヨウオオマルハナバチが定着したと判断して良いと思います。

報告書 p.34 では「高山帯における定着段階」で5段階を設定していますが、p.36の「段階ごとの防除対策」では4段階の対応を提唱しており、整合性がありません。また、防除対策として、未定着段階以外のすべての段階で、捕獲駆除と薬剤駆除が併記されており、段階分けがあまり効率的に機能していないように見受けられます。段階区分については、以下の4段階が実質的かと思います。

- (1) 未侵入期：現在の(a)段階と同様
- (2) 侵入期：少数（1～2箇所）の高山帯で働きバチが複数見られる
- (3) 定着期：多数の高山帯で複数のワーカーが恒常的に（経年的に）見られる。しかし、

出現頻度は在来種に比べて低い

(4) まん延期：多数の高山帯で複数のワーカーが恒常的に見られ、出現頻度も在来種レベルである

それぞれの段階の間に移行期を位置づけたら良いと思います。大雪山の現段階は、(b)の侵入期と思われます。

(c) 段階ごとの防除対策について

上記 (1), (2)段階では捕獲駆除を行う。(3)段階では高山帯での営巣が疑われる場合に捕獲駆除に加えて薬剤駆除を検討する。(4)段階では集中的な捕獲駆除・薬剤駆除を検討。ただし薬剤駆除の導入には、下記に示した注意点を考慮すべき。

(d) 高山帯での防除対策の基本スタンスについて

(1) 在来種を含めたマルハナバチモニタリングに基づき、個体数変動を把握することが最も重要。これが高山帯への侵入・定着判断の基礎データになる。山麓での同様のモニタリングも重要。駆除効果の評価・検証は不可欠。

(2) 捕獲駆除が基本。高山帯は低地と異なり、侵入ルートが限定されているので、捕獲による防除は効果が期待できる。Nagamitsu et al. (2009) による防除効果の検証実験は、捕獲駆除の有効性を示している。

(3) 高山帯での薬剤駆除は、低地個体群からの頻繁な侵入が高山帯でのセイヨウオオマルハナバチ出現の主要因である場合には、効果は低いと考えられる。高山帯での営巣可能性が高いと判断された時点で（セイヨウオオマルハナバチの出現頻度が高く恒常的、同一遺伝子を持った働きバチの確認、あるいは営巣の確認）、薬剤駆除の導入を検討するが望ましい。

(e) 薬剤防除の有効性と注意点について

原生自然地域での薬剤防除は、野外での有効性と安全性が検証された上での導入検討を行うべきです。マルハナバチ類は個体数の年変動が激しいので、その変動を考慮した上での防除効果の検討が必要です。導入数年前より、在来種も含めた個体数の定量化を行うべきです。特に、在来種への影響を最低限にすることが導入の前提となるでしょう。

② 石井博富山大学准教授のコメント

セイヨウオオマルハナバチは、元来の生息域をヨーロッパとその周辺に持つマルハナバチの仲間である。1980年代後半に受粉用昆虫として家畜化されて以来、世界中に輸出されるようになり、日本にも1991年以降、毎年多くのコロニー（巣）が輸入されてきた。しかし、在来マルハナバチ種との競合 (Inoue et al. 2007; 高橋ら 2010) や、在来植物の繁殖への負の影響 (Dohzono et al. 2008) など、生態系への悪影響が指摘されている。

北海道では、1996年に野外での営巣が確認されて以来、急速にその分布域が拡大してきた(鷲谷 1998)。分布拡大の初期は、その範囲は主に農村部や市街地といった人為的な環境に限られていた (Kadoya et al. 2009)。これは、セイヨウオオマルハナバチが好む環境が木々の少ない開けた環境であり (Ishii et al. 2008)、セイヨウオオマルハナバチの移動分散が森林によって妨げられていたためと思われる。しかしその後、オホーツク沿岸の海岸自然植生においても、セイヨウオオマルハナバチが頻繁に観察されるようになった (セイヨウ情勢: <http://www.seiyoubusters.com/seiyou/coneco/seiyou1.html>)。報告書にあるように、2006年以降には、大雪山等の高山植生帯でもセイヨウの働き蜂が捕獲されるようになり、高山植生帯での定着までもが懸念される事態となっている。

北海道大雪山の高山帯では、2012年と2013年に観察数が多かったものの、2014年と2015年には観察数が大幅に減少した。報告書で考察されているように、観察数が多かった2012年と2013年を除けば、働きバチはほとんど観察されていないことから、現時点では、大雪山の高山帯ではセイヨウオオマルハナバチの本格的な定着は起きていないのだと思われる (注: 働きバチの観察から判断するのは、営巣していない女王は生産された巣から広範囲に分散されるため、女王の目撃情報は必ずしもその地域における巣の存在を意味しないが、巣から数kmの範囲内で採餌を行う働きバチは、付近の巣の存在を示唆する存在だから)。しかしこれは、セイヨウオオマルハナバチが、高山という厳しい環境下で定着できないことを意味しているわけではない。なぜならば、ニュージーランドの高山帯では、働きバチを含む、多くのセイヨウオオマルハナバチ個体が観察されるからである (石井 私信)。従って、現在までに大雪山の高山帯で本格的な定着が起きていないのは、高山帯への散発的な侵入はあるものの、自律的にコロニー数が増加し始める生息密度に達してこなかったからである可能性が高い。

一旦、本格的に定着した外来種を駆除することは、そこが閉ざされた狭い環境でないかぎりには、不可能に近いほど困難である。従って、報告書にあるように、高山帯での本格的な定着を阻止するには、自律的にコロニー数が増加し始める生息密度に達しないよう、侵入数を低く抑えつづけることが、何より大事である。そして、もしも侵入が見られた場合は、初期の段階で、できる限り速やかに駆除することが求められる。万が一、蔓延期に入ってしまったら、そこからの駆除は非常に困難である。手遅れにならないよう、早期発見のための継続的なモニタリングが求められる。以下、具体案に対するコメントを記す。

(a) 高山における、未定着段階（＝現時点）の対応に関して

報告書には、高山における未定着段階の侵入を低く抑える努力として、分散源である低地（上川盆地）の生息密度を抑制することと、早期発見のためのモニタリングを行なうことが提案されている。この提言は妥当であり、非常に重要である。低地（上川盆地）の生息密度を抑制するための手法として、女王だけでなく、働きバチの捕獲も行う価値があるとする提言も妥当であると思う。特に、巣が成長する時期である初夏の働きバチの労働力は、巣がその後大きくなれるかどうかを左右するものである。このため、初夏の働きバチを捕獲することは、春先に営巣場所を巡って他個体と競合している女王を捕獲したり、初夏に飛び回っている女王（線虫に感染して不妊である可能性がある：Kadoya & Ishii 2012）を捕獲したりするのと同程度かそれ以上に、セイヨウオオマルハナバチ個体群にダメージを与えることができる可能性がある。

とはいえ、分散源である低地（上川盆地）の生息密度を抑制することを、人の手で行い続けることの効果は、すでに低地の優占種となったセイヨウオオマルハナバチに対しては、限定的なものに留まる可能性もある。駆除ボランティアのモチベーションを維持することも簡単ではないだろう。そのような中、高山への侵入を低く抑え続けるためには、高山帯を取り囲む森林帯（セイヨウオオマルハナバチの侵入に対しバリア効果を持つと思われる：Ishii 2008）が、高山帯の四方すべてを数km以上の幅をもって取り囲むよう、維持管理していくことも非常に重要であると提言したい。また、高山帯への侵入経路と考えられる車道や林道、ロープウェイの伐開路に生育する、外来の植物種（アカツメクサ等）を、定期的に刈り取ることで、セイヨウオオマルハナバチが高山帯へ誘われるリスクを、いくらかは軽減できるかもしれない。

(b) 薬剤を用いた防除に関して

アリの駆除に用いられるエトキサゾールは、土中での半減期が比較的短く（第91回農薬専門調査会幹事会 2013）、働きバチに塗布する程度の使用量であれば、環境への負荷は低く抑えられることが期待される。従って、防除の選択肢として検討する価値は高い。ただし、セイヨウオオマルハナバチの働きバチには、他の巣（非血縁巣）に入り込み、そこで卵（未受精卵→雄個体が生まれる）を産み付ける性質（托卵）が報告されている（Lopez-Vaamonde et al 2004）。これまでのところ、他種の巣への托卵の報告はないが、その可能性は否定できない。少なくとも中島ら（2004）は、エゾオオマルハナバチの巣を出入りするセイヨウオオマルハナバチの働きバチを目撃している。従って、薬剤を塗布されたセイヨウオオマルハナバチの働きバチが在来種の巣に入り込み、薬剤の影響を在来種に及ぼす可能性について、慎重に検討する必要があるだろう。報告書には、国立環境研の五箇公一氏らが、すでにハウス内の実験で、セイヨウオオマルハナバチとクロマルハナバチを同時に設置することで、在来他種への影響の検討を行っているとする。しかし、実験回数（反復実験1回）、実験期間（4週間）、検討した在来種の種類（クロマルハナバチのみ）はどれも十分ではなく、同所的に生息する在来他種に影響しないことを示すには、はなはだ不十分である。より詳細な試験を通じて、セイヨウオオマルハナバチに塗布した薬剤が、在来他種に影響を及ぼす可能性について検討を行う必要があるだろう。これが明確になるまでは、野外に

おけるこの薬剤の使用は、限定的に留めるべきかと思う。具体的には、薬剤の使用は、定着初期の地域のみで留めるべきではないだろうか。定着初期の地域であれば、マルハナバチ群集のなかでセイヨウオオマルハナバチの占める割合が少ないため、塗布個体数は少なくともセイヨウオオマルハナバチの個体群成長に負の影響を与えることができ、かつ、在来種への影響を最小限にとどめることができるからである。すでにセイヨウオオマルハナバチの個体数割合が高い地域における薬剤の使用は、多くの個体へ塗布を行わないと効果が期待できないうえ、数の少ない在来種にとどめを刺すことになる可能性もある。在来他種への影響がはっきりするまでは、低地・高山帯ともに、定着初期の地域以外での使用は差し控えることを提言したい。

(c) 高山帯での積極的な防除（薬剤による防除）開始のタイミングに関して

報告書にもあるように、どのタイミングで薬剤による防除を行うかの判断は、コロニー数が増加し始める生息密度（閾値）に関する知見が乏しい現状では難しい。しかし、先にも述べたように、薬剤の使用は、定着初期において最も効果的で、かつ使用量を抑制できる。従って、できるだけ早く対応せざるをえないだろうという報告書の提言には、妥当性がある。具体的には、高山帯の同一地域で、複数個体のセイヨウオオマルハナバチの働きバチが、1週間以上にわたって観察されたのであれば、偶発的な侵入ではないとみなし、薬剤の使用に踏み切ることもやむなしと思う。ただし薬剤の使用は、個体数が少ない定着初期に行うのは効果的かもしれないが、分布拡大期や蔓延期における使用には、先に述べたようなリスクが伴うことを念頭におく必要がある。従って、薬剤を初めて用いるタイミングを把握するうえでも、薬剤をいつまで使い続けるのかを判断するうえでも、継続的なモニタリングを行い、現在が侵入のどの段階にあるのかを把握し続けることが非常に重要である。薬剤を使用したにも関わらず、分布拡大の経年変化がみられた場合は、速やかに使用を中止することも、あらかじめ決めておく必要もあるように思う。

(d) 引用文献

Lopez-Vaamonde C, Koning JW, Brown RM, Jordan WC, Bourke AFG (2004) Social parasitism by male-producing reproductive workers in a eusocial insect. *Nature* 430: 557-560

Dohzono I, Munitake YK, Yokoyama J, Goka K (2008) Alien bumblebee affects native plant reproduction through interactions with native bumblebees. *Ecology* 89:

3082-3092

Inoue MN, Yokoyama J, Washitani I (2007) 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 between exotic and three native bumble bees in central Hokkaido, Japan. *Biological Conservation* 141, 2597–2607

Kadoya EZ, Ishii HS (2015) Host manipulation of bumble bee queens by *Sphaerularia* nematodes indirectly affects foraging of non-host workers. *Ecology* 96: 1361-1370

Kadoya T, Ishii HS, Kikuchi R, Suda S, Washitani I (2009) Using monitoring data gathered by volunteers to predict the potential distribution of the invasive alien bumblebee *Bombus terrestris*. *Biological Conservation* 142: 1011-1017

中島真紀・松村千鶴・横山 潤・鷺谷いづみ (2004) 北海道勇払郡鶴川町におけるセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* (Linneus) の営巣状況とエゾオオマルハナバチ *B. hypocrita sapporoensis* Cockerell の巣に出入りするセイヨウオオマルハナバチの働きバチに関する報告. *保全生態学研究* 9: 57-63

鷺谷いづみ (1998) 保全生態学からみたセイヨウオオマルハナバチの侵入問題 (<特集>移入生物による生態系の攪乱とその対策). *日本生態学会誌* 48: 73-78

第91回 農薬専門調査会幹事会 (2013) 資料5 : エトキサゾール農薬評価書 (案)
<http://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20130228no1>

③ 横山潤山形大学教授のコメント

全体的な考え方、各段階の対応についてはだいたいよいと思われませんが、以下の点をご検討ください。

「高山帯における定着段階」の設定について、「十分なモニタリング」というのが大雪山系ではどのような状態であるのか（範囲？努力量？）が分からないと、確認箇所数の設定が妥当か判断できない。近隣の2か所での記録の場合、どの程度離れていたら2か所に分割するのか？

参考図はどのような目的で入れているのか？現状北海道のセイヨウオオマルハナバチ全体で考えると、既にまん延期に入ってしまった経過しており、今回の大雪山の防除計画は、まん延期の中であって重要地域における監視・集中的防除に当たる点を明確にしておいた方がよいと思います。その上で、高山帯における防除も、その中に入れ子状に存在する段階として、未定着（図の中では「見定着」になっています）～まん延までであると言う事をはっきりさせておく必要があろうかと思えます。

モニタリングを8月に集中させる事は、現状仕方がないと思います。一方、女王の出現時期のモニタリングも可能であれば、私は重要な意味を持つと思いますので、低頻度でももう少し早い時期のモニタリングを実施できないか、検討していただきたいと思えます。

防除体制の中で、今回は特にボランティアでのモニタリングが重要な位置を占めますので、それらの方々へのインセンティブが考慮されるべきです。何がモチベーションにつながるかは難しいですが、モニタリングや防除活動は長期にわたることが確実で、その間モチベーションを維持しろというのは酷ですので、何か計画の中に入れておく必要があると思えます（報告何回かで一回ゴンドラただになるとか、そういう予算は環境省にはないのでしょいか）。公表の場を設けて謝意を示すだけでも違うとは思いますが、もう少し参加者の方に喜んでいただけるようなインセンティブを検討できるとよいと思えます。

今回フィプロニルによる積極的防除を検討しているのに、アルゼンチンアリの同薬剤利用時の生態影響評価に関する論文（Inoue et al. 2015: *Applied Entomology and Zoology* 50: 331-339）を引用していないのは片手落ちではないでしょうか。アルゼンチンアリでは、少なくとも他のアリ類や土壌生物（ゴキブリ類を除く）には影響はなかったとされていますので、この情報はマルハナバチへの適用を考える上で重要です。

フィプロニルの効果について、高山帯で使用する場合、低地で検証実験を早急に行なうのが前提になると思えます。その際、個体数が大幅に増加している状況で、少数のコロニーについて、しかもコロニーが既に発達した時期に行なうのは効果の検証に向かない可能性があるため、出来れば野外においてコロニーを特定して、特定のコロニー由来の働き蜂に対しての薬剤散布が、当該コロニーの発達や最終的な繁殖虫の放出にどのような効果を持つかを検証すべきと思えます。他のマルハナバチ等に影響がないかを見極めるのは難しいですが、使用が局所的で残効が短ければ影響は少ないと思われます。これについては、セイヨウへの

効果とは別途試験が必要になると思われ、これらの計画を早急に立てるべきです。効果が確認されれば、むしろ既に大規模にセイヨウの個体群が拡大した低地での防除にはより積極的な利用が期待される技術になると思われます。

その上で、高山帯で使用できるめどが立った場合でも、散布範囲を最小限に抑えるような努力は必要だと思います。同程度の量に曝露されれば、在来マルハナバチ類にも同じような影響がでるばかりではなく、他の訪花昆虫にも（体サイズが小さい場合）それ以上の影響が出る可能性が考えられますので、この点には特に配慮が必要と思われます。

今回の報告書の前半で記載されているモニタリング結果を見ると、同一の場所で複数の働き蜂が確認された場合、定着と見なされています。ただ、2013年に一旦急増したセイヨウの働き蜂確認は、2014年には未確認、2015年も低い状態にとどまっており、結果この3年間の状況を見れば、未定着と判断されるという評価になっています(p.35-36、(5)-3「現状評価」)。このように、定着段階はある程度相対的な部分を含むので、その点については翌年の情報が整って前年と比較しないと評価できない部分があります。一方「定着」の判断を早く行なわないと、防除が間に合わないというケースが十分考えられます。このような早い判断が必要な状況には、上記のような絶対評価（レベルは議論の余地がありますが、とりあえず上述のような「同一場所で複数の働き蜂が確認された状態」）に基づく初動防除(捕殺を中心とする)、2-3年（できれば2年程度で判断したい）の結果に基づく「定着」（分布拡大期前期～後期）においては、薬剤防除を含めた総合防除計画を発動するというような段階を踏むのが適切ではないかと思われます。それに沿えば、2013年のような状況が続けば、薬剤による防除対策を（少なくとも総合的防除の一部として）実施するという判断になるかと思われます。在来昆虫の場合は、短期的に大発生しても数年で収束することが多いので、国立公園内においても特別な対策を行なわないという対応が一般的なようです。一方、今回の場合外来昆虫であり、生息適地に侵入した場合、ある程度の期間は増加を続け、定常状態に入ってからもしばらくは個体数の多い状態を維持する可能性が高く（これまでの北海道各地の状況を見ると、その様に思われます）、その間に在来のマルハナバチ個体群に影響が出る可能性がありますので、増加傾向が高止まりする可能性が高いと判断されたら、早急に対策をとる必要があると考えています。セイヨウの場合、Nagamitsu et al. (2009)のように採れば減る事は分かりますが、採り切れた例はありませんので、ある程度の規模以上の個体群になってしまうと、採る事は個体数を低減させる効果しかないと言えます。その場合、別の手法がなければ手詰まりですので、薬剤散布はその切り札になりうる技術として検討すべきだと思います。

以下、細かい点ですが、少しご参考までに申し述べさせていただきます。

P21, 表 5 : 大雪山高山帯とその山麓におけるセイヨウの確認状況

→星印の時の具体的な個体数があるとよかったですと思います。

P25, 図 3 : 上川館内におけるセイヨウの目撃頭数の経年変化

→2008-2011 年、2012-2014 年に減少した（特に 2011, 2014 年に極小値になっている）ことと調査努力との関係について、努力量あたりの評価は出来ないでしょうか？参加者数、時間が分かるデータだけでも分析の意義はあると思います。

文献調査はもう少しの方がいいのではないかと思います。拙著引用されていないから言う訳ではないですが、例えば Nukatsuka & Yokoyama (2010: *Biological Invasion* 12: 795-804)は道内の環境や土地利用とセイヨウの定着について議論していますし、Inoue et al. (2008: *Journal of Insect Conservation* 12: 135-146)は道内におけるセイヨウの増加とエゾオオマルの減少を関連づけました。また、Inoue et al. (2010: *Insectes Sociaux* 57: 29-38)は道内で発見されたセイヨウ巢の発達について研究しており、道内での野生巢に関する貴重な情報源になっていると思われます。いずれも北海道における研究をベースにしており、考慮に値する情報を含むと思われます。ちょっと情報源が偏りすぎてはいないでしょうか。

(7) コメントの反映と要約

いただいたコメントをもとに報告書案を適宜修正した。また、業務の進め方などに特に反映させるべきと思われる事項を以下に抽出した。

① モニタリングの重要性

3 人の有識者が揃って強調しているのは、モニタリングの重要性である。第一に、「早期発見のための継続的なモニタリングが求められる」（石井氏）。工藤氏も、「高山帯での防除対策の基本スタンスについて」として、「在来種を含めたマルハナバチモニタリングに基づき、個体数変動を把握することが最も重要。これが高山帯への侵入・定着判断の基礎データになる。山麓での同様のモニタリングも重要。駆除効果の評価・検証は不可欠」と、在来種を含めたモニタリングの重要性について述べている。横山氏も、「女王の出現時期のモニタリングも可能であれば、私は重要な意味を持つと思いますので、低頻度でももう少し早い時期のモニタリングを実施できないか、検討していただきたいと思います」とコメントしている。

② 薬剤を使った防除の注意点

想定されている薬剤（エトキサゾール/フィプロニル）については、基本的に環境負荷が

小さいものであるという認識が示されている。「アリの駆除に用いられるエトキサゾールは、土中での半減期が比較的短く(第 91 回 農薬専門調査会幹事会 2013)、働きバチに塗布する程度の使用量であれば、環境への負荷は低く抑えられることが期待される」(石井氏)。「(今回検討しているものと同じフィプロニルを使用した積極的防除を行なっている)アルゼンチンアリでは、少なくとも他のアリ類や土壌生物(ゴキブリ類を除く)には影響はなかったとされています」(横山氏)。そのような観点から、防除手法の選択肢として検討すべきとされている。「従って、防除の選択肢として検討する価値は高い」(石井氏)。「別(注、捕獲以外)の手法がなければ手詰まりですので、薬剤散布はその切り札になりうる技術として検討すべきと思います。」(横山氏)。

ただし、実際に適用するに当たっていくつかクリアすべき点が指摘されている。工藤氏は、「原生自然地域での薬剤防除は、野外での有効性と安全性が検証された上での導入検討を行うべきです。(中略)特に、在来種への影響を最低限にすることが導入の前提となる」としている。また、横山氏は、「フィプロニルの効果について、高山帯で使用する場合、低地で検証実験を早急に行なうのが前提になると思います。(中略)他のマルハナバチ等に影響がないかを見極めるのは難しいですが、使用が局所的で残効が短ければ影響は少ないと思われる。これについては、セイヨウへの効果とは別途試験が必要になると思われ、これらの計画を早急に立てるべきです」と述べている。石井氏は、「薬剤を塗布されたセイヨウオオマルハナバチの働きバチが在来種の巣に入り込み、薬剤の影響を在来種に及ぼす可能性について、慎重に検討する必要があるだろう」「より詳細な試験を通じて、セイヨウオオマルハナバチに塗布した薬剤が、在来他種に影響を及ぼす可能性について検討を行う必要があるだろう。これが明確になるまでは、野外におけるこの薬剤の使用は、限定的に留めるべきかと思う」「(すでにセイヨウオオマルハナバチの個体数割合が高い地域においては、)在来他種への影響がはっきりするまでは、低地・高山帯ともに、定着初期の地域以外での使用は差し控えることを提言したい」と述べている。在来種への影響を詳細に調査する必要性については工藤氏も同様の意見を述べている。

③ 薬剤による防除対策を開始・終了するタイミングについて

工藤氏は、初期は捕獲を中心に防除を行ない、定着期～まん延期にかけて薬剤駆除を検討することを提唱している(「(a) 未侵入期, (b) 侵入期段階では捕獲駆除を行う。(c) 定着期段階では高山帯での営巣が疑われる場合に捕獲駆除に加えて薬剤駆除を検討する。(d) まん延期段階では集中的な捕獲駆除・薬剤駆除を検討」)。

一方、石井氏は、「報告書にもあるように、どのタイミングで薬剤による防除を行うかの判断は、コロニー数が増加し始める生息密度(閾値)に関する知見が乏しい現状では難しい」と断った上で、「薬剤の使用は、定着初期において最も効果的で、かつ使用量を抑制できる。従って、できるだけ早く対応せざるをえないだろうという報告書の提言には、妥当性がある。具体的には、高山帯の同一地域で、複数個体のセイヨウオオマルハナバチの働

きバチが、1週間以上にわたって観察されたのであれば、偶発的な侵入ではないとみなし、薬剤の使用に踏み切ることもやむなしと思う」と述べる。

また、報告書案の作成時点では考慮していなかったが、石井氏からは「薬剤による防除対策を終了するタイミング」の検討の必要性についても指摘があった。「分布拡大期や蔓延期における使用には、先に述べたようなリスクが伴うことを念頭におく必要がある。従って、薬剤を初めて用いるタイミングを把握するうえでも、薬剤をいつまで使い続けるのかを判断するうえでも、継続的なモニタリングを行い、現在が侵入のどの段階にあるのかを把握し続けることが非常に重要である。薬剤を使用したにも関わらず、分布拡大の経年変化がみられた場合は、速やかに使用を中止することも、あらかじめ決めておく必要もあるように思う」（石井氏）。

対象は異なるが、知床世界自然遺産のエゾシカ対策において IUCN から受けている勧告にも似た側面はあり、参考になるかもしれない。すなわち、世界遺産エリアにおいては本来的ではないエゾシカ個体数管理について、エゾシカ個体群の管理を始めるための指標とやめるための指標が必要であるというものである（2008年、勧告10）。これについて科学委員会の松田裕之委員は、「人為的介入を検討すべき状況を示す指標、人為的介入の効果の検討に用いる指標、介入をやめる条件の指標の3つの指標が必要」と発言している（H23 エゾシカ WG）。それを参考にすれば、大雪山高山帯のセイヨウの場合でも、そのような3つの指標が必要ということになる。そのうち、やめる条件については、3つのケースが考えられる。

1. 薬剤散布の効果が十分に出たと判断された場合
2. 薬剤散布がほとんど有効ではないと判断された場合
3. 薬剤散布により想定された／想定されない環境上の問題が確認された場合

1と2はセイヨウの個体数や定着状況が指標になるだろう。3の指標化については困難が予想されるが、在来マルハナバチやカニグモ類（花上で訪花昆虫等を捕食し、成長に伴って脱皮を行なうため、薬剤の影響を受けやすいと思われる）の個体数などが考えられる。

④ 報告書に挙げられていない必要な対策や取り組み

報告書（案）では逸出防止の徹底、捕獲による防除、薬剤を用いた防除の3案を提示したが、それ以外の対策案として、石井氏からはセイヨウ侵入のバリアとなっている森林帯の整備案が提案されている。「高山帯を取り囲む森林帯（セイヨウオオマルハナバチの侵入に対しバリア効果を持つと思われる：Ishii 2008）が、高山帯の四方すべてを数km以上の幅をもって取り囲むよう、維持管理していくことも非常に重要であると提言したい。また、高山帯への侵入経路と考えられる車道や林道、ロープウェイの伐開路に生育する、外来の植物種（アカツメクサ等）を、定期的に刈り取ることで、セイヨウオオマルハナバチが高山帯へ誘われるリスクを、いくらかは軽減できるかもしれない」。こうした検討は総合的有害生物管理の観点からも重要である。

また、横山氏は、モニタリングや防除を担っているボランティアのインセンティブを高める工夫の必要性についても言及している。「防除体制の中で、今回は特にボランティアでのモニタリングが重要な位置を占めますので、それらの方々へのインセンティブが考慮されるべきです。」。

このような点は常々、課題として取り上げられながら、具体的には十分検討されてこなかった。例えば、ロープウェイの費用は、モニタリングや防除を担っているボランティアが必ず負担に挙げる点である。解決案として例えば、セイヨウ対策協議会（仮称）のようなシステムを作って資金集めをしたり、ロープウェイ運営会社にも参加してもらい、CSR活動などの名目で運賃負担の一部を軽減という形で協力してもらうことができないか協議することも考えられる。なお、先に取り上げた石井准教授の提案（高山帯を取り囲む森林帯の維持管理や、車道や林道、ロープウェイ沿いの外来植物除去など）を実現するうえでも、関係者を網羅した協議会の立ち上げは有効だろう（既存の協議会を活用することも考えられる）。

一方で、2015年10月に札幌であったセイヨウをテーマにしたシンポジウム（http://www.city.sapporo.jp/kankyo/biodiversity/event/27symposium_seiyou.html）では、道内各地でセイヨウ防除活動に取り組む団体が発表し、鷲谷いづみ氏（東京大学勤務にセイヨウ情勢の立ち上げを行なうなどセイヨウ防除に関わるボランティア支援を行なってきた）から個別に講評を受ける機会があった。これなども、「公表の場で謝意を示す」という意図もあって行われたものであると思われる。

また、横山氏からは、本来なら上川地方という限られた範囲の問題ではなく、北海道全体を対象とした総合的な対策の中で位置づけるべき問題という提案を受けている。「現状北海道のセイヨウオオマルハナバチ全体で考えると、既にまん延期に入ってしまった経過しており、今回の大雪山の防除計画は、まん延期の中にあって重要地域における監視・集中的防除に当たる点を明確にしておいた方がよいと思います。その上で、高山帯における防除も、その中に入れ子状に存在する段階として、未定着～まん延までであると言う事ははっきりさせておく必要があるかと思います」。平成25年度報告書や報告書案では、上川中南部の地理的特性（山岳に囲まれている）や、行政的な取り組みやすさなどから、対象エリアを絞っているが、本来的なあり方としてしっかり受け止めるべき提案である。

⑤ その他

石井氏にはコメントに先立って、セイヨウ問題の総説をまとめていただいた。参考にするべき文献についても、石井先生と横山先生からそれぞれご教示いただいた。報告書案において議論や考察が不足していた部分については、それらをもとに随時補った。

(8) 関係者との意見交換

平成 28 年 2 月 18 日に開催された上川総合振興局管内市町村外来種対策担当者情報交換会（上川総合振興局主催、以下、情報交換会とする）に関する発表資料を作成した（資料編）。発表資料の内容は、今年度業務の概要とした。また、情報交換会に出席し、出席者から出された意見・質問および回答をまとめた。

本業務についての意見・質問は、戸島あかね氏（大雪山マルハナバチ市民ネットワーク）と寺島一男氏（大雪と石狩の自然を守る会代表）の 2 名からあった。

（戸島氏）質問が二つある。まず、高山帯には低地から一気に入ってくるという説明だったが、低地の対策としては裸地（注、荒地/雑草地のこと）の管理が重要ではないか。経験的に、雑草地では多くのセイヨウを見る。例えば、そういう場所で草刈りをするということが対策として考えられるがどうか。もう一つは、ハウスにおけるセイヨウの利用許可について、地理的な条件は考慮されているか。例えば、大雪山に近い場所は環境への影響が危惧されるから許可を出せないということはあるか。

⇒（回答）荒地の対策は参考になる。許認可について、ハウスの立地は考慮されない。使用される施設の条件が満たされていれば許可は出さざるを得ない。

（寺島氏）最初に当会の取り組みについて話させてほしい。当会は、2005 年 5 月からセイヨウの問題に取り組んでいる。当初から、東大の鷲谷研と協力関係にある。2006 年の黒岳での最初のセイヨウ発見も当会によるものだった。そのときも鷲谷先生に来てもらっている。同じ 2006 年に層雲峡でオスバチを確認している。

・当会も、大雪山にセイヨウを入れさせないというのを目標にしている。しかし、高山帯での対策では、どうしても対処療法にならざるを得ない。低地での取り組みが重要と考える。

・セイヨウが有用なことは理解できるが、これほど大きな問題になっているのに、農業資材として使用され続けていることには矛盾がある。セイヨウを使わずに、ファン（送風機）による風媒で結実させる試みもあると聞く。セイヨウを使わなくてよい方法を検討する必要があるのではないか。

・侵入経路の解明は必要である。私は道路伝いの可能性を考えている。道路沿いで花資源調査を継続的に実施している。それとは別に、低地の定点調査として突硝山など 4 箇所を実施している。ただ、大雪山地域はあまりに広く、全域をカバーするのは難しい。

・これまで姿見周辺でセイヨウがよく見つかっている。この付近でセイヨウが侵入定着した場合の在来種との関係や生態系への影響がどうなるかを予想しておくべき。また、セイヨウの高山帯での生態も解明すべきである。

・ 広く市民に関心を持ってもらうことが重要である。在来種のモニタリングの提案もあったが、広げすぎずセイヨウに絞って、各自の庭などで長くモニタリングしてもらうような取り組みを広めたほうがよいのではないか。

5 今後の課題と提案 高山帯における外来種対策のモデルケース

外来種問題は全国各地で発生しているが、本業務で扱っているケースは、大雪山高山帯というきわめて原生性の高い自然環境に特定外来生物が侵入定着する（可能性がある）という点に特徴がある。同様のケースは、小笠原諸島や琉球諸島などの島嶼で見られるが、周辺低地との連続性で捉えなければ解決が難しいという点に大きな違いがある（高山帯での取り組みは対処療法にすぎず、解決には総合的・一体的な取り組みを要する）。このようなタイプの外来種問題は国内ではほかにあまり事例がなく、解決されたケースもないため、今後の取り組みが重要である。

周辺の低地（上川盆地）においては、10年以上に及ぶ防除活動の取り組みが継続されてきた。取り組みの規模（参加のべ人数・実施面積）が大きいこと、特定の団体によらない比較的オープンな取り組みであること、環境省や自治体、自然保護団体、研究者、個人のネットワークが築かれていること、防除活動の記録が残されてきたこと（セイヨウ情勢など）、早い段階から大雪山への侵入を阻止することが目標の一つだったことなど、社会的にみても意義のある、興味深い取り組みが続けられてきている。しかし、その一方で、中・長期的な取り組みへの移行の遅れや、外来種の抑制・根絶という目に見える成果が得られないことによるモチベーションの維持の難しさ、新たな担い手の育成の必要性などの課題が出てきている。捕殺以外の防除手法として検討されている薬剤を利用した防除手法の導入も、技術的な確立や安全性の確認、社会からの理解などにおいて解決すべき課題が多く、直ちに実践できる段階ではない。

幸い、まだ高山帯では本格的な定着にはいたっていないが、2012～13年には一時定着初期の様相を呈し、高山帯への侵入定着が現実のものとなりうることを示した。今回明らかになったモニタリングや防除の取り組みの課題、有識者からのコメント等を踏まえ、現在不足している情報の収集・分析、モニタリング体制の維持・拡大に貢献しうる取り組みについて、以下のように今後3年程度を目処に整理した。

■高山帯における外来種対策のモデルケースとしての現状分析とモニタリング手法の検討

環境省としては、研究機関による薬剤防除の試験研究やセイヨウの動態分析などの進行中の研究事業のほか、道など他機関による普及啓発事業の動向を常に把握し、それらの取り組みを踏まえて適宜内容を調整しながら今後の事業を効率的・効果的に進めていく。

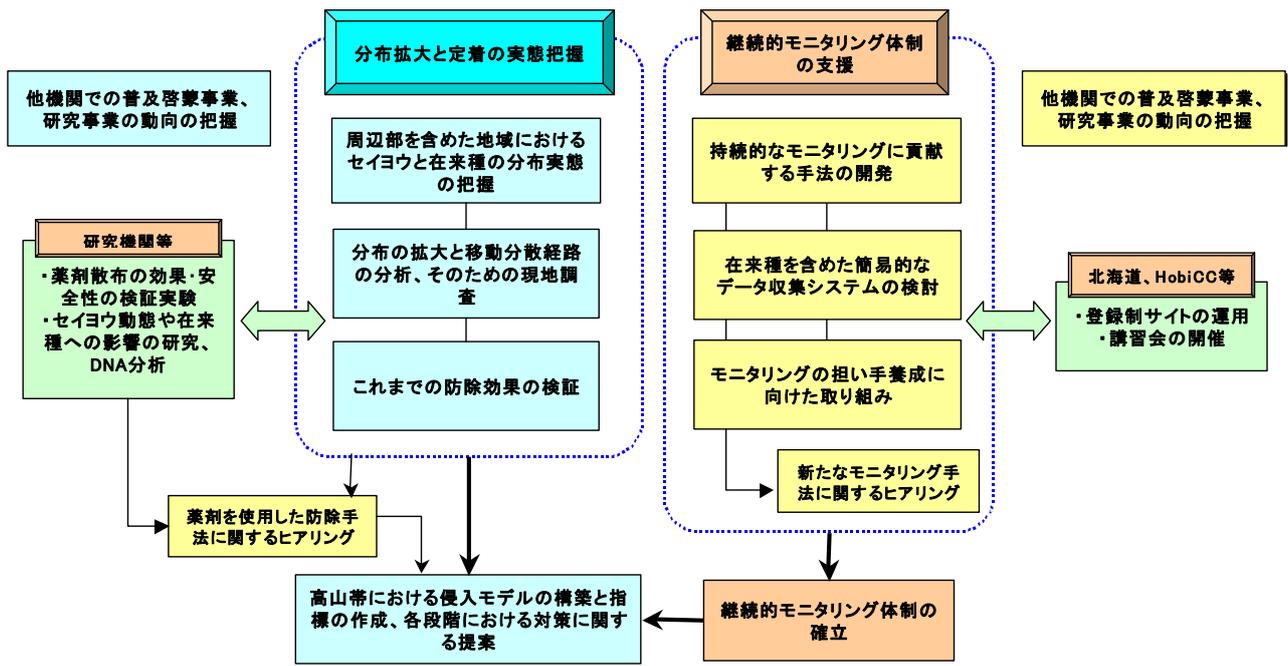


図. 今後の事業の進め方の案(既存の取り組みや他機関との調整)

- ・1年目:
- 周辺部を含めた地域におけるセイヨウと在来種の分布実態の把握(低地～山麓を含めた確認記録の収集・整理、空間環境データを含めたGISによる整理)
 - 分布の拡大と移動分散経路の分析、そのための現地調査
 - これまでの防除効果の検証(過去データの分析、現地での定点調査データの収集と分析)
 - 持続的なモニタリングに貢献する手法の開発(手法マニュアルの作成、在来種図鑑の製作・講習)
- ・2年目:
- 在来種を含めた簡易的なデータ収集システムの検討(データ登録の多様化、シートの検討)
 - モニタリングの担い手養成に向けた取り組み
 - 高山帯における定着状況に関する指標の検討(姿見の池周辺での詳細現地調査)
- ・3年目:
- 新たなモニタリング手法に関するヒアリング
 - 薬剤を使用した防除手法に関するヒアリング
 - 高山帯における侵入モデルの構築と指標の作成、各段階における対策に関する提案
- ※他機関での普及啓蒙事業、研究機関での薬剤防除やセイヨウの動態分析の研究事業の動向を常に踏まえ、効率的な組み合わせで、それらを補えるよう内容を調整する。
- 他機関での普及啓蒙事業、研究事業の動向の把握

(1) 他機関での普及啓発事業、研究事業の動向の把握 (1～3年目)

薬剤を使用した防除技術に関しては、国立環境研の五箇公一氏らによって、手法確立に向けた努力が続けられている。今後の見通しを得るため、期待される効果、安全性、技術的な課題、技術確立までに必要な年数(予想)について、関係者間で情報共有する。

また、今後、セイヨウの動態や在来種への影響、DNA情報を用いた家系分析による高山帯での移動・分散の解明などについても、今後研究が行われる可能性があれば、可能な範囲で情報収集を図る。

さらに、セイヨウ対策に関わる普及啓発活動については、引き続き北海道によるセイヨウオオマルハナバチバスターズやホビック(北海道生物多様性保全活動連携支援センターHoBiCC)などによる取り組みが継続されると思われる。こうした動きも、本事業に関わることであり、逐次情報収集を図っていく。

(2) 低地～山麓を含めた確認記録の収集・整理、空間環境データを含めたGISによる整理 (1～3年目)

高山帯からみてセイヨウの供給源となっている低地および山麓を含め、上川中南部におけるセイヨウの確認(捕獲)記録を過去にさかのぼって収集し、空間分布や経年変化を分析する。情報収集先としては、主に「セイヨウ情勢」や今回のヒアリングで得られた情報所有者などを想定する。

また、解析のために環境に関する空間データを収集し、生息データとあわせてGIS化する。セイヨウのコロニーを使用するハウス、防除地点や観察地点などについても合わせてGIS化する。

(3) 分布の拡大と移動分散経路の分析、そのための現地調査 (1年目)

(2)で得られたデータを元に上川中南部における分布密度推定図を作成し、それにもとづいて、セイヨウの空間分布を規定する要素、分布域の拡散過程の推定(将来予測を含む)、潜在的な高山帯への移動分散経路などについて分析する。また、分析データが不足していると思われる山麓部(標高400～1100m)やそれに隣接するエリアでの分布データについては、現地調査により補足する。

(4) これまでの防除効果の検証 (1年目)

上川管内の低地のいくつかの地点で、上川総合振興局や市民団体らによって定期的な防除(一部ではモニタリングも)が続けられている。上川管内では本格的なセイヨウの防除活動が始まって10年を超えたが、これまでは防除活動の効果の検証が十分行なわれてこな

かった。しかし、防除活動の中・長期的な目標設定や従事者のモチベーション維持のためにも、こうした場所を利用してこれまでの防除活動の効果を検証することが考えられる。モニタリングデータが取られているケースでは、調査者に情報提供を依頼し、その分析を行なう。データがないか不十分な場合は、現地調査を行なう。また、それぞれの近隣で類似した環境を対照地として、比較を行なう。比較項目は、セイヨウの生息密度、在来種の種類と生息密度が考えられる。各地点における防除活動の実績についても整理し、効果の考察に用いる。

(5) 調査手法マニュアルの作成、在来種図鑑の製作、講習（1年目）

高山帯へのセイヨウの侵入定着は、盗蜜等によって高山植物に影響するほか、在来マルハナバチとの競争を生じ、送粉生態系の生物間ネットワークを通じて影響が伝播することが予想される。したがって、セイヨウの侵入定着の影響評価のためには、在来マルハナバチ種を含めたモニタリングが行なわれることが望ましい。モニタリング従事者の在来種の同定を支援するため、高山帯に特化した携帯図鑑を作成する。また、高山帯における在来種の見分け方、改良されたモニタリングシートを使った講習を実施する。

(6) 在来種を含めた簡易的なデータ収集システムの検討（2年目）

現在関係者の間で広く利用されている「セイヨウ情勢」について、利用上の課題を整理し、より広範囲に情報を集められるシステムを検討する。

(7) モニタリングの担い手養成に向けた取り組み（2年目）

担い手不足や高齢化の課題解決を目指し、新たなモニタリングの担い手を増やすための方法について考案し、試行する。

(8) 高山帯における定着状況に関する指標の検討（姿見の池周辺での詳細現地調査）（2年目）

姿見周辺をモデルとし、現地調査を行なって、侵入から定着段階におけるセイヨウの個体数の変化、季節的な個体数変化、コーストごとの個体数の変化などの詳細な把握から、営巣や分散の状況を把握し、簡易的なモニタリングによる指標と関係を見る。

(9) 新たなモニタリング手法、薬剤を使用した防除手法に関するヒアリング（3年目）

この事業において開発したモニタリング手法（データ記録手法やデータ収集システムな

ど)、教材などの使いやすさや課題をヒアリングし、改良に生かす。

薬剤散布などの新たな防除手法について関係する専門家などにヒアリングし、実施に向けて社会的なコンセンサスを得るうえでの課題を把握しておく。

(10) 高山帯における侵入モデルの構築と指標の作成、各段階における対策に関する提案 (3年目)

これまでの成果を踏まえて、大雪山における侵入の経路などを整理し、その状況を把握するための指標についてまとめる (状況は流動的で3年間でデータが十分得られないことも考えられ、その場合は予測をまとめて継続となる)。そして侵入各段階における対策を整理し、対策の手引きとしてまとめる。

6 文献

- 浅田真一・小野正人 (1997) セイヨウオオマルハナバチを取り巻く諸問題の解決に向けて. 保全生態学研究, 2 : 105-113.
- 浅田正彦 (2011) 千葉県におけるキョンの分布域および個体数推定 (2010 年). 千葉県生物多様性センター研究報告 3:36-43 http://www.bdcchiba.jp/publication/bulletin/bulletin03/rcbc3_4-kyonkotaisu.pdf
- 浅沼孝夫 (2013a) 知床半島の高山帯におけるセイヨウオオマルハナバチの初記録. 知床博物館研究報告 35: 29-30 http://shir-etok.myftp.org/_media/shuppan/kempo/3505s_asanuma.pdf
- 浅沼孝夫 (2013b) 羅臼岳におけるマルハナバチの垂直分布および季節消長. 知床博物館研究報告 35: 31-38 http://shir-etok.myftp.org/_media/shuppan/kempo/3506s_asanuma.pdf
- アルゼンチンアリ対策広域行政協議会 (2011) アルゼンチンアリ一斉防除マニュアル
- 片山栄助 (2007) マルハナバチ: 愛嬌者の知られざる生態. 189 pp. 北海道大学出版会, 北海道
- 加藤 真(1993)セイヨウオオマルハナバチの導入による日本の送粉生態系への影響. ミツバチ科学, 14:110-114. (未入手)
- 環境省「大雪山国立公園の区域図」<http://www.env.go.jp/park/daisetsu/intro/files/area.pdf>
- 環境省自然環境局 (2009) ストップ・ザ・ヒアリ～危険な外来昆虫「ヒアリ」による被害を防ぐために～. (財)自然環境研究センター http://www.city.masuda.lg.jp/uploaded/life/6607_13756_misc.pdf
- 環境省自然環境局野生生物課 (2011) 平成 22 年度外来生物法施行状況評価検討報告書. https://www.env.go.jp/nature/intro/6document/files/h22_IAS_Act_report.pdf および
附属資料 https://www.env.go.jp/nature/intro/6document/h22_IAS_Act.html
- 環境省自然環境局西北北海道地区自然保護事務所・(株) さっぽろ自然調査館 (2005) 大雪山国立公園登山道マップ (植生情報). A1 判 1 葉
- 環境省自然環境局野生生物課外来生物対策室 (2013) アルゼンチンアリ防除の手引き (改訂) https://www.env.go.jp/nature/intro/4control/files/manual_argentine.pdf
- 環境省 ツマアカスズメバチ <https://www.env.go.jp/nature/intro/5pr/files/tsumaaka.pdf>
- 環境省生物多様性センター (2011) 平成 22 年度モニタリングサイト 1000 高山帯調査報告書 pp102. http://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/reports/pdf/h22_alpin%20zone.pdf
- 環境省・農林水産省・国土交通省 (2015) 外来種被害防止行動計画～生物多様性条約・愛

- 知目標の達成に向けて～ <http://www.env.go.jp/nature/intro/1outline/actionplan/actionplan.pdf>
- 環境省北海道地方環境事務所・NPO 法人 EnVision (2008) 環境保全事務所地域からアラ
イグマを排除するための手引き [https://www.env.go.jp/nature/intro/4control/files/
racoon_hokkaido.pdf](https://www.env.go.jp/nature/intro/4control/files/racoon_hokkaido.pdf)
- 菊池玲奈・鷺谷いづみ (2008) 生物多様性モニタリングにおける参加と外来種対策—セイヨ
ウオオマルハナバチ監視活動—. 環境研究 148:31-40.
- 木下裕美子・市川初音 (2009) 知床国立公園及びその周辺部セイヨウオオマルハナバチ生
息状況監視・防除体制構築業務報告書：平成 20 年度国立公園等民間活用特定自然環境
保全活動（グリーンワーカー）事業；環境省請負事業. 25 pp. 知床財団, 斜里.
- 木野田君公・高見澤今朝雄・伊藤誠夫 (2013) 日本産マルハナバチ図鑑. 北海道大学出版
会
- 工藤 岳 (2002) 大雪山のお花畑が語ること—高山植物と雪溪の生態学（生態学ライブラリ
ー(10)）. 京都大学学術出版会
- 工藤 岳 (2003) 高山植物の自然史—お花畑の生態学. 北海道大学図書刊行会, 北海道
- 工藤 岳・井本哲雄 (2012) 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. 保全生態学研究 17: 263-269
- 五箇公一 セイヨウオオマルハナバチの化学的防除手法開発試験. 講演資料
- 国武陽子・五箇公一 (2006) 農業用導入昆虫の生態リスク管理と将来展望—セイヨウオオ
マルハナバチの特定外来生物指定—. 植物防疫 60(4): 196-198
- さっぽろ自然調査館 (2013) 大雪山セイヨウオオマルハナバチ対策業務報告書. 環境省
https://hokkaido.env.go.jp/to_2013/data/0307ba.pdf
- 斉藤 学 (1995) 大雪山系東部, 上士幌町におけるマルハナバチ相. ひがし大雪博物館研究
報告 17: 25-36.
- 佐藤 謙 (2007) 北海道高山植生誌. 北海道大学図書刊行会, 北海道
- 砂村 栄力 (2011) 侵略的外来種アルゼンチンアリの社会構造解析および合成道しるべフェ
ロモンを利用した防除に関する研究. 東京大学大学院農学生命科学研究科応用昆虫学研
究室学位論文. park.geocities.jp/esunamura/SunamuraPhDThesis.pdf
- 曾田貞滋 (2000) 高地に棲む—マルハナバチの場合. 「オサムシの春夏秋冬」 p96-106. 京
都大学学術出版会
- 館脇 操・鮫島惇一郎 (1959) 北海道中央高地の高山植物. 68p. 北海道大学農学部附属植物
園
- 中国 四 国 地 方 環 境 事 務 所 (2 0 0 8) ア ル ゼ ン チ ン ア リ 防 除 の 手 引
https://www.env.go.jp/nature/intro/4control/files/argentine_cyushikoku.pdf
- 特定非営利活動法人ねおす (2009) 平成 21 年度旭岳セイヨウオオマルハナバチ監視等業務
実施報告書. 環境省

- 日本森林技術協会 (2005) 第4部. 対策を要する外来爬虫両生類の生息状況と対策の検討,
「平成 16 年度小笠原地域自然再生推進計画調査(その1)業務報告書」pp260-320.
http://ogasawara-info.jp/pdf/h16_houkoku1/00_h16_1.pdf
- 日本生態学会編 (2002) 外来種ハンドブック. 地人書簡
- 丹羽真一 (1995) 大雪山国立公園の亜寒帯針葉樹林における花蜜花植物の開花フェノロジー
と訪花昆虫の訪花フェノロジー. ひがし大雪博物館研究報告 17: 83-90
- 丹羽真一・渡辺修・渡辺展之 (2001) 海岸植物における花の形態と訪花昆虫タイプとの関
係. 知床博物館研究報告 22: 21-28.
- 丹羽真一 (2012) まるはな蜂からみた大雪山—マルハナバチ学習会 2012 (大雪山マルハナ
バチ市民ネットワーク・大雪と石狩の自然を守る会) 資料
- 丹羽真一 (2013) 「高山帯のマルハナバチ」: シリーズ (復活) 花とマルハナバチ. 調査館
通信 37: 2-11
- ハイリッチ B. (井上民二監訳) (1991) マルハナバチの経済学. 文一総合出版
- 北海道・さっぽろ自然調査館 (2009) 平成 21 年度セイヨウオオマルハナバチ調査業務報告
書
- 北海道新聞野生生物基金・さっぽろ自然調査館 (2012) 北海道フラワーソン 2012 調査手引
き
- 北開水工コンサルタント (2012a) 平成 23 年度大雪山セイヨウオオマルハナバチ対策業務
報告書. 北海道地方環境事務所
- 北開水工コンサルタント (2012b) 平成 24 年度大雪山セイヨウオオマルハナバチ対策業務
報告書. 北海道地方環境事務所
- 堀本理華・北野紀子・鷺谷いづみ (2013) 参加型モニタリングプログラムを活用したセイ
ヨウオオマルハナバチ対策—継続参加者の役割と運営者からの情報発信の意義—. 保全
生態学研究 18: 213-224
- 保全生態学研究会 (1997a) セイヨウオオマルハナバチに関するインターネットを使った情
報収集. 保全生態学研究 2:37-41.
- 保全生態学研究会 (1997b) マルハナバチ一斉調査について. 保全生態学研究 2:36.
- 松村千鶴・中島真紀ほか (2004) 北海道日高地方で発見されたセイヨウオオマルハナバチ
(*Bombus terrestris* L.) の自然巣における高い増殖能力. 保全生態学研究, 9(1) : 93-101.
- 野生生物保護対策検討会移入種問題分科会 (移入種検討会) (2002) 移入種 (外来種) への
対応方針について <http://www.env.go.jp/nature/report/h14-01/honpen.pdf>
- 山田文雄・小高信彦・佐々木茂樹 (2012) 侵略的外来種マングースの根絶にむけて～残存
個体の探索・捕獲技術の開発～. 森林総合研究所平成 24 年版研究成果選集, p42-43
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/seikasenshu/2012/documents/24seika.pdf>
- 横山 潤・松村千鶴・杉浦直人・松本雅道・加藤真・鈴木和雄・鷺谷いづみ (2003) 在来マ
ルハナバチ類保護のためのセイヨウオオマルハナバチの野生化状況の評価と駆除方法

- の 開 発 . プ ロ ナ チ ュ ー ラ フ ァ ン ド 成 果 報 告
<http://www.nacsj.or.jp/pn/houkoku/h13/h13-no05.html>
- 横山 潤・松村千鶴・中島真紀・杉浦直人・松本雅道・加藤真・鈴木和雄・鷺谷いづみ (2003)
 在来マルハナバチ類保護のためのセイヨウオオマルハナバチの野生化状況の評価と駆
 除方法の開発(2). プロナチュウラファンド成果報告
<http://www.nacsj.or.jp/pn/houkoku/h13/h13-no05.html>
- 米田昌浩・土田浩治・五箇公一 (2008) 商品マルハナバチの生態リスクと特定外来生物法.
 応動昆 52(2): 47- 62 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjaez/52/2/52_2_47/_pdf
- 鷺谷いづみ(1997)セイヨウオオマルハナバチの目撃・標本採集についての情報. 保全生態学
 研究 2(2) : 103
- 鷺谷いづみ (1997)セイヨウオオマルハナバチが帰化したタスマニアでおこりつつあること.
 保全生態学研究. 2(2):104.
- 鷺谷いづみ・鬼頭秀一 (編) (2007) 自然再生のための生物多様性モニタリング. 東京大学出
 版会, 東京.
- 亘 悠哉 (2011) 外来種を減らしても生態系が回復しないとき : 意図せぬ結果に潜むプロセ
 スと対処法を整理する. 哺乳類科学 51 (1) 27-38
- Dohzono et al.(2008)Alian bumble bee affects native plant reproduction through
 interaction with native bumble bees. Ecology,89(11):3082-3092.
- Inari, N. et al (2005) Spatial and temporal pattern of introduced *Bombus terrestris*
 abundance in Hokkaido, Japan, and its potential impact on native bumblebees.
 Popul. Ecol. 47: 77-82.
- Inoue M. N., Yokoyama J. and I. Washitani (2008) Displacement of Japanese native
 bumblebees by the recently introduced *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera:
 Apidae). J Insect Conserv 12:135–146
- Inoue, M. N., Yokoyama J. and K. Tsuchida (2010) Colony growth and reproductive
 ability of feral nests of the introduced bumblebee *Bombus terrestris* in northern
 Japan. Insect. Soc. 57:29–38
- Inoue M. N., Saito-Morooka, F., Suzuki, K., Nomura T., Hayasaka, D., Kishimoto, T.,
 Sugimaru, K., Sugiyama, T. and K. Goka (2015) Appl Entomol Zool 50:331–339
- Ishii, H.S., Kadoya, T., Kikuchi R, Suda S. and 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.
- Kadoya T., Ishii H.S., Kikuchi R., Suda S., Washitani I. (2009) Using monitoring data
 gathered by volunteers to predict the potential distribution of the invasive alien
 bumblebee *Bombus terrestris*. Biological Conservation 142: 1011–1017

- Kanbe et al.(2008) Interspecific mating of the introduced bumblebee *Bombus terrestris* and the native Japanese Bumblebee *Bombus hypocrita sapporoensis* results in inviable hybrids. *Naturwissenschaften*.95(10):1003-1008. (未入手)
- Kitamoto A, Nakahara M, Washitani I, Kadoya T, Yasukawa M, Kitsuregawa M (2009) Information visualization and organization for participatory monitoring of invasive alien species. In: Tjoa AM · Wagner RR (eds) *Proceedings of the 20th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA) / 1st International Workshop on Database Challenges in Biodiversity Informatics*. pp345-349. IEEE Computer Society, Los Alamitos. (未入手)
- Macfarlane,R.P.,J.J.Lipa and H.J.Liu. (1996) マルハナバチの病気と体内寄生性外敵. *ミツバチ科学*,17(1):31-38. (未入手)
- Matsumura C, Yokoyama J, Washitani I (2004) Invasion status and potential ecological impacts of an invasive alien bumblebee, *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) naturalized in southern Hokkaido, Japan. *Global Environmental Research* 8:51-66.
- Nagamitsu, T., Yamagishi H., Kenta, T., Inari N. and E. Kato (2009) Competitive effects of the exotic *Bombus terrestris* on native bumble bees revealed by a field removal experiment. *Population Ecology* 52(1), 123-136 www.geocities.jp/violaacuminata/yamagishi20092.pdf
- Nagamitsu T., Kenta T. Inari N. Kato E. Hiura T. (2006) Abundance, body size, and morphology of bumblebees in an area where an exotic species, *Bombus terrestris*, has colonized in Japan. *Ecol Res* DOI 10.1007/s11284-006-0029-5
- Nukatsuka Y. and J. Yokoyama (2010) Environmental factors and land uses related to the naturalization of *Bombus terrestris* in Hokkaido, northern Japan. *Biol Invasions* (2010) 12:795–804
- Silvertown J (2009) A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology and Evolution* 24:467-471.
- Sullivan BL, Wood CL, Iliff MJ, Bonney RE, Fink D, Kelling S (2009) eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation* 142:2282-2292.
- Yokoyama, J. and M. N. Inoue (2010) Status of the invasion and range expansion of an introduced bumblebee, *Bombus terrestris* (L.), in Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 45 (1): 21–27

