環境省北海道地方環境事務所請負業務

平成 28 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（2017 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
（3）　業務の内容 ..... 1
①　考え方(素案)の作成に必要な情報収集等 ..... 1
(a)　高山帯における侵入と定着に関する具体的な指標を作成するためのデータの収集　1
(b)　データの継続的な収集のためのモニタリング手法の検討 ..... 2
②　考え方(素案)の作成 ..... 3
③　関係者との意見交換 ..... 3
④　報告書の作成 ..... 3
⑤　成果物及び提出部数等 ..... 3
2　　業務工程計画 ..... 4
（1）　業務工程 ..... 4
3　　業務実施体制 ..... 5
（1）　業務実施体制 ..... 5
（2）　連絡体制 ..... 5
4　　結果 ..... 6
（1）　考え方(素案)の作成に必要な情報収集 ..... 6
①　高山帯における侵入と定着に関する具体的な指標を作成するためのデータの収集　6
(a)　他機関での普及啓発事業、研究事業の動向の把握 ..... 6
(b)　低地から山麓にかけてのセイヨウの分布密度 ..... 9
(c)　セイヨウを利用する農業ハウスの分布 ..... 14
(d)　大雪山高山帯を取り巻く周辺環境 ..... 16
(e)　大雪山周辺のセイヨウの生息密度分布 ..... 17
(f)　高山帯に侵入するセイヨウの分散様式（推定） ..... 23
(g)　これまでの防除効果の検証 ..... 24
②　データの継続的な収集のためのモニタリング手法の検討 ..... 29
(a)　調査手法マニュアル・記録シートの作成 ..... 29
(b)　在来種を含めた簡易的なデータ収集システムの検討 ..... 34
（2）　考え方(素案)の作成 ..... 36
（3）　関係者との意見交換 ..... 36

5　これまでの成果と今後の課題 ..... 39
6　文献 ..... 44
資料編
・大雪山高山帯におけるセイヨウオオマルハナバチ防除の考え方（素案）
・外来生物市民学習会「なぜ外来種は生み出されるのか？〜セイヨウオオマルハナバチのこれまでとこれから」資料
・北海道セイヨウオオマルハナバチ対策推進協議会主催セミナー『セイヨウオオマルハナバチの現状と今後の取り組みのあり方を考える』式次第
・上川総合振興局管内市町村等外来種対策担当者情報交換会式次第

# 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」という。)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、逸出した本種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。平成 18 年からは、大雪山国立公園(以下「大雪山」という。)の高山帯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高山帯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、これまで、今後の大雪山高山帯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、各種検討等を行ってきた。

本業務では、これまでの成果を踏まえ、これまでに十分な知見が得られていない、高山帯における侵入と定着に関する具体的な指標を作成するためのデータの収集及び、データの継続的な収集のためのモニタリング手法の検討を行いつつ、大雪山高山帯におけるセイヨウオオマルハナバチ防除の考え方(素案)(以下「考え方(素案)」という。)を作成するものである。

## （2） 業務概要

**業　務　名**：平成 28 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 28 年 8 月 3 日～平成 29 年 3 月 24 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。

## （3） 業務の内容

### ① 考え方(素案)の作成に必要な情報収集等

考え方(素案)を作成するにあたり、これまでの業務の中で知見が十分でないと思われる情報を次のとおり収集、整理する。

#### (a) 高山帯における侵入と定着に関する具体的な指標を作成するためのデータの収集

**他機関での普及啓発事業、研究事業の動向の把握**

薬剤を使用した防除技術の開発、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、他機関・専門家による研究動向について情報収集を図る。

また、セイヨウ対策に関わる普及啓発活動についての北海道等による取り組みについても情報収集し、大雪山周辺地域における捕獲数等のデータを収集する。

**低地～山麓を含めた確認記録の収集・整理**

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、大雪山及び周辺地域(富良野市、上川町、東川町、美瑛町、上富良野町、南富良野町、旭川市、当麻町、愛別町(以下「上川中南部」という。)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。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。

**分布の拡大と移動分散経路の推定に関する現地調査及び分析**

今後、大雪山周辺におけるセイヨウの生息状況と、大雪山の高山帯における分散状況の推定、セイヨウの行動圏を踏まえた大雪山の高山帯への侵入を防止するために特に低地において防除が重要な地域を特定することを目指し、上記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、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。

**これまでの防除効果の検証**

北海道上川総合振興局管内の低地のいくつかの地点で、定期的な防除活動が続けられている。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、これまでの防除活動の効果を検証する。防除地と近隣で類似した環境の対照地において、モニタリング記録または現地調査によりセイヨウと在来種の生息密度を把握し、比較検証する。

**(b) データの継続的な収集のためのモニタリング手法の検討**

**調査手法マニュアル・記録シートの作成**

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われることが望ましい。調査手法をまとめたマニュアルや記録シート、モニタリング従事者の在来種の同定を支援するための高山帯に特化した携帯図鑑を 100 部作成する。

**在来種を含めた簡易的なデータ収集システムの検討**

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。データ登録のための多様なインターフェース、大雪山・周辺地域に対応した調査シートの提供、登録不要の情報提供方式などについて検討する。また、セイヨウの情報提供等を得るためのリーフレット(別添 2 参照)を 500 部作成する。

**その他**

携帯図鑑、リーフレットの電子データについては、Adobe 社 Illustrator で使用できるファイル形式とするが、環境省担当官と協議の上、変更することができる。

**② 考え方(素案)の作成**

過年度の業務の成果、上記(1)の結果、環境省担当官が提示する考え方(素案)の骨子を踏まえて、考え方(素案)を作成する。

**③ 関係者との意見交換**

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、上記(2)で作成した考え方(素案)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こと。

**④ 報告書の作成**

上記①～③を踏まえた考え方(素案)及び業務内容を報告書に取りまとめる。

**⑤ 成果物及び提出部数等**

紙媒体:報告書 5 部(A4 版 50 頁程度 くるみとじ製本)

携帯図鑑 100 部(A4 版両面カラー ニつ折り)

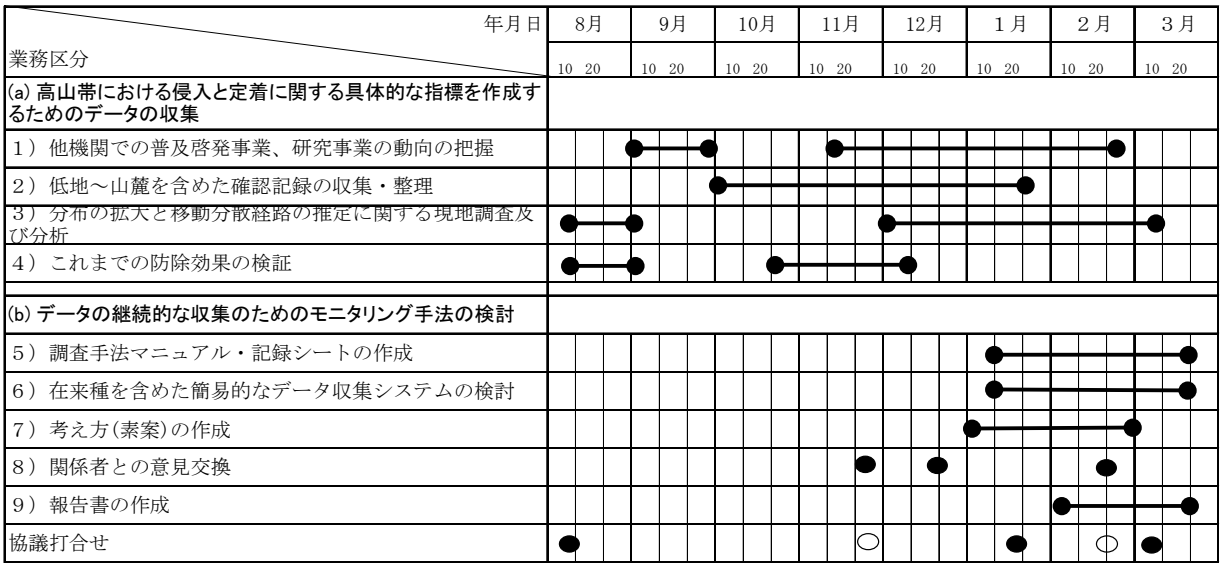
リーフレット 500 部(A4 版両面カラー 三つ折り)

電子媒体:報告書及び携帯図鑑、リーフレットの電子データ並びに GIS データを収納した DVD-R 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。



# 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<br>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<br>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） 考え方(素案)の作成に必要な情報収集

### ①　高山帯における侵入と定着に関する具体的な指標を作成するためのデータの収集

#### (a) 他機関での普及啓発事業、研究事業の動向の把握

薬剤を使用した防除技術の開発、他機関・専門家による研究動向について情報収集を図った。また、セイヨウ対策に関わる普及啓発活動についての北海道等による取り組みについても情報収集し、大雪山周辺地域における捕獲数等のデータを収集した。

**・薬剤防除技術に関して**

平成 28 年 11 月 26 日に旭川市（科学館サイパル）で行われた大雪山マルハナバチ市民ネットワーク主催の外来生物市民学習会に参加し、国立環境研究所の五箇公一氏の講演「なぜ外来種は生み出されるのか？～セイヨウオオマルハナバチのこれまでとこれから」を聞き、情報収集を行った。講演では、セイヨウオオマルハナバチの防除に向けた取り組みとして、特に現在研究中の薬剤を使用した駆除などについて詳しい紹介があった。薬剤を使った駆除がセイヨウ対策の切り札になることが期待されるが、今後、野外で効果や安全性の試験が必要とのことだった。

また、後日、薬剤防除の技術開発に関する課題や今後の見通しについて五箇氏に以下の質問を行い、回答をいただいた（文意を損ねない範囲で要約）。

質問 1）技術確立までのおおよその研究スケジュールについて
⇒実験段階は終了しており、あとは野外調査によって防除効果を数年（最低でも 2 年）かけて確認するという調査によって実用性を確認することになる。なお、実用性がないと判断された場合は本方法は一旦中止か、改良を重ねるかの判断をステークホルダー間で検討する。

質問 2）技術確立に向け、残っている課題（野外で使用した場合の安全性や効果の実証、改良など）の難易度やクリアに向けた見通しなどについて
⇒安全性については、これまで農薬として農耕地・露地栽培でも使用されてきた薬剤であり本使用方法で､在来種個体群の動態に影響が出ることは農薬科学の常識としてあり得ないが、そうしたリスク評価のリテラシーを主に、保全生態を生業とする専門家に教えることの労力が一番のネックと考える。野外でのリスクゼロを証明することは現実不可能であり、逆にリスクを証明することもほぼ不可能に近いと考えられる。それほどまでに広域分布の野生生物個体群の動態は複雑な環境要因によって左右されている。しかし、安全性についての議論が

不要という意味ではなく、現実の科学的データを基に確率論でリスクを評価すべきであり、単純な想像だけでリスクは語るべきではないということ。

質問 3）高山帯にセイヨウが侵入定着した場合に、適当と考えられる薬剤防除技術の適用の仕方（実施するタイミング、注意点＝やるべきこと・やってはいけないこと、作業員に求められる資質や養成など）
⇒防除のタイミングは新女王の幼虫が育成される時期になる。むしろこうしたタイミングについてはこれまでマルハナバチの生態を専門に研究されてきた専門家にこれまでの知見をフル活用させて頂きたい。想定される薬剤はそれほど危険性が高いものではなく、薬剤のハンドリングに付いては注意事項は飲まない、目に入れない程度でよい。

質問 4）野外（特に国立公園など）での薬剤防除の実施について、事前に社会的なコンセンサスをとる上で注意すべきことについて
⇒我々専門家を遠慮なく呼んで勉強会・質問会を開催していただきたい。説明可能な点はしっかりと説明させて頂き、わからないところはわからないと回答する。

**・専門家による研究動向について**

旭川周辺のマルハナバチ相を調査している北海道教育大学旭川校の奥寺繁講師から、研究内容や結果概要などについて情報を得た。調査研究は、研究室の所属学生の卒業研究として行われており、大雪山マルハナバチ市民ネットワークともつながりを持って行われている。研究テーマは、セイヨウと在来各種の個体数比率の地域的・経年的変化であり、具体的には、教育大学旭川校（キャンパス）におけるマルハナバチ類の発生消長、旭川市街地から山間部にかけてのマルハナバチ相についてデータ収集が行われている。後者については、同一の花資源における訪花マルハナ種の定量採集を行っており、5 月には市街地から旭岳温泉までの 9 か所で女王を対象にした調査を行い、7 月下旬には春と同ルートで忠別ダムまでの約 20 か所においてシロツメクサ群落上で二人各 20 分間のワーカー調査を行っている。また、8 月には市街地から大雪山、当麻、鷹栖、深川の 4 方面に向けたセンサスルートを取り、それぞれにおいて定量調査を行っている。優占種がセイヨウから在来種に切り替わる環境に着目すると、どのセンサスルートにおいても都市部・樹林帯の分布と関係がありそうである。GIS で土地利用区分と優占率の相関を検討している。奥寺講師の研究テーマと本事業のテーマに重複する点が多いことから、今後、データ共有や意見交換等、必要に応じて相互協力の可能性もありうる。

**・セイヨウ対策に関わる普及啓発活動についてのその他機関による取り組みについて**

平成 28 年 12 月 17 日に札幌市で開催された北海道セイヨウオオマルハナバチ対策推進協

議会主催セミナー「セイヨウオオマルハナバチの現状と今後取り組みを方を考える」（平成28 年度生物多様性保全推進支援事業）に参加した。本セミナーは参加者の一般公募はなされなかったが、行政、事業者、保護団体など関係者が揃う集まりだった。セイヨウの販売事業を行っているアリスタライフサイエンスの光畑雅宏氏の講演（「販売事業者の立場から」）を聞き、情報収集を行った。事業者として考えられる抜本的なセイヨウ対策としては、在来種の家畜化であるという提案があった（すでに帰化したセイヨウに関する対策ではなく、今後の利用に伴う逸出・帰化への対応）が、国内で研究開発する体制がないこと、開発費用を負担する主体が現時点で存在しないことから、実現性は当面ないということだった（注 1）。また、JA びらとりや大雪山マルハナバチ市民ネットワークからの報告があった。討論では、セイヨウの利用に伴う環境リスクやコストが受益者（農業関係者及び消費者）によって適切に負担されていないことの問題（外部不経済の問題※注 2）について指摘が出されたが、それについては農業関係者や消費者（流通業者）の自主努力だけでは解決が難しく、解決（外部不経済の内部化）は規制当局（政府）の介在が必要といった意見が出された。なお、環境省の取り組みとして受注者が本業務の内容について話題提供を行った。

外来生物市民学習会（旭川市）

北海道セイヨウオオマルハナバチ対策推進協議会主催セミナー（札幌市）

※注 1：本州では、セイヨウの代替種として実用化されている在来種のクロマルハナバチの使用が徐々に進んできており、将来的にセイヨウと置換されるのが望ましいという話が紹介された。ただし、このとき議論はなされていなかったが、在来種であっても地理変異を無視すれば遺伝子撹乱の問題もある（「セイヨウオオマルハナバチの代替種の利用方針（案）」）。

※注 2：外部不経済は経済学用語である。公害問題などでは、被害防止対策を取った方が社会全体の利益（経済の効率性）が大きくなる場合でも、受益者と被害者が異なるため、一般に当事者どうしでは解決が難しい。そのため、解決には政府（規制当局）が規制やコストの徴収等によって費用負担を適正化する措置が必要で、これを外部不経済の内部化という。産業利用を目的として意図的に導入されたセイヨウの問題は公害問題と似た側面があるが、被害者に相当するのが自然環境（生態系）＝「声なき被害者」であること、被害評

価が難しいこともあり、現状では外部不経済の内部化の仕組みは存在しない。

### ⒝ 低地から山麓にかけてのセイヨウの分布密度

今年度の現地調査では、上川中南部 32 箇所においてマルハナバチ相の調査を行った（表 1)。特に、これまであまり記録の取られておらず、セイヨウの生息密度が高い低地（400m 未満）について重点的に調査した。

表 1. 低地から山麓における調査実施状況（2016 年）

| 調査地点 | 住所 | 調査日 | 調査開始時間 | 調査終了時間 | 調査時間 | GPS | 標高m | 調査者 | 開花植物 | 在来マルハナ | セイヨウ | 合計 | セイヨウ率 | 在来/時間 | セイヨウ/時間 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 忠別ダム（忠別湖左岸エオルシトンネル下（第二駐車場）） | 東神楽町字志比内 | 2016/8/5 | 9:35 | 9:47 | 0:12 | 54TXP30873182 | 410 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | ムラサキツメクサ、シロツメクサ、コウリンタンポポ、ヨツバヒヨドリ、イケマ、ヒルガオ、ココメバオトギリ | 14 | 0 | 14 | 0.00 | 1.4 | 0.0 | |
| 忠別ダム（忠別湖左岸エオルシトンネル奥（第三駐車場）） | 美瑛町字忠別 | 2016/8/5 | 9:52 | 10:39 | 0:47 | 54TXP31233142 | 418 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | ムラサキツメクサ、エゾヤマハギ、オオイタドリ、ノリウツギ、ヨツバヒヨドリ、ヨブスマソウ、ヤブハギ、イタチハギ、エゾノコンギク、ガガイモ | 66 | 0 | 66 | 0.00 | | 0.0 | |
| 忠別ダム（忠別湖左岸（望郷広場）） | 美瑛町字忠別 | 2016/8/5 | 10:49 | 11:13 | 0:24 | 54TXP35383163 | 425 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | ムラサキツメクサ、エゾミソハギ、オオイタドリ、エゾニュウ、ホザキナナカマド、ヒメクマツヅラ | 18 | 0 | 18 | 0.00 | | 0.0 | |
| 美瑛町俵真布 | 美瑛町字俵真布 | 2016/8/5 | 11:30 | 12:28 | 0:58 | 54TXP34792883 | 447 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | シロツメクサ、メマツヨイグサ、ツユクサ、ムラサキツメクサ、マツヨイセンノウ、イヌゴマ、チシマオドリコソウ、ヤブカンゾウ | 115 | 0 | 115 | 0.00 | | 0.0 | |
| 美瑛町俵真布中央 | 美瑛町字俵真布 | 2016/8/5 | 13:11 | 13:51 | 0:40 | 54TXP31812763 | 390 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | コンフリー、メマツヨイグサ、エゾタチカタバミ、キカラシ、オオハンゴンソウ、イヌゴマ、オオバセンキュウ、セリ、ウド、ノリウツギ、コバナアザミ | 643 | 6 | 649 | 0.01 | | 9.0 | |
| 美瑛町上宇莫別 | 美瑛町上宇莫別 | 2016/8/5 | 14:06 | 14:48 | 0:42 | 54TXP29752626 | 384 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | マリーゴールド、マツヨイセンノウ、オオハンゴンソウ、ムラサキツメクサ、チシマオドリコソウ、イヌゴマ、シロツメクサ、ノリウツギ、カボチャ | 13 | 1 | 14 | 0.07 | | 1.4 | トマトハウスあり |
| 美瑛町中宇莫別（聖台ダム公園） | 美瑛町赤羽根 | 2016/8/5 | 15:03 | 15:19 | 0:16 | 54TXP22903018 | 288 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | シロツメクサ | 14 | 11 | 25 | 0.44 | | 41.3 | |
| 美瑛町朗根内 | 美瑛町朗根内 | 2016/8/5 | 15:43 | 16:20 | 0:37 | 54TXP27693139 | 308 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | ムラサキツメクサ、シロツメクサ | 29 | 27 | 56 | 0.48 | | 43.8 | |
| 志比内発電所 | 東川町東十二号南 | 2016/8/5 | 16:41 | 16:52 | 0:11 | 54TXP27423446 | 306 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | ムラサキツメクサ、シロツメクサ、コンフリー | 4 | 1 | 5 | 0.20 | | 5.5 | |
| 旭川興国神社 | 旭川市東鷹栖四条四丁目 | 2016/8/5 | 18:07 | 18:20 | 0:13 | 54TXP13435417 | 132 | 丹羽 | ネジバナ、ミゾカクシ、オオアワダチソウ、シロツメクサ、ウツボグサ、オオハンゴンソウ、ヨブスマソウ、アキカラマツ | 0 | 3 | 3 | 1.00 | | 13.8 | |
| 旭川興国神社 | 旭川市東鷹栖四条四丁目 | 2016/8/8 | 9:05 | 9:15 | 0:10 | 54TXP13435417 | 132 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | オオハンゴンソウ、オオイタドリ、エゾゴマナ | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | |
| 旭川興国神社近くの緑地 | 旭川市東鷹栖四条五丁目 | 2016/8/8 | 9:19 | 9:35 | 0:16 | 54TXP13395441 | 132 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | カボチャ、シロツメクサ、ウツボグサ、ナス、ムラサキツメクサ | 4 | 6 | 10 | 0.60 | | 22.5 | |
| 男山公園 | 旭川市東山 | 2016/8/8 | 9:45 | 10:25 | 0:40 | 54TXP16895570 | 195 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | オオハンゴンソウ、オオイタドリ、アキカラマツ、エゾヤマハギ、ウド、クサフジ、オオアワダチソウ、シロツメクサ | 6 | 7 | 13 | 0.54 | | 10.5 | |
| 旧旭川第一中学校付近 | 旭川市東旭川町米原 | 2016/8/8 | 11:04 | 11:24 | 0:20 | 54TXP24594578 | 180 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | シロツメクサ、ウツボグサ、ヤマクルマバナ、ムラサキツメクサ、キレハイヌガラシ、オオハンゴンソウ、コンフリー、ヤブカンゾウ | 4 | 0 | 4 | 0.00 | | 0.0 | |
| ペーパンダム下 | 旭川市東旭川町瑞穂 | 2016/8/8 | 11:43 | 12:07 | 0:24 | 54TXP29964447 | 247 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | ムラサキツメクサ、オオハンゴンソウ、シロツメクサ、コンフリー | 15 | 0 | 15 | 0.00 | | 0.0 | |
| ペーパンダム | 旭川市東旭川町瑞穂 | 2016/8/8 | 12:45 | 13:45 | 1:00 | 54TXP34274135 | 422 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | シロツメクサ、ノリウツギ、オオイタドリ、ココメバオトギリ、ムラサキツメクサ、エゾアジサイ、エゾニュウ、オオハンゴンソウ、ヨブスマソウ、キツリフネ、ヤマクルマバナ | 37 | 0 | 37 | 0.00 | | 0.0 | |
| 東川町ノカナン | 東川町北五線東十号 | 2016/8/8 | 14:03 | 14:32 | 0:29 | 54TXP31823981 | 466 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | ムラサキツメクサ、シロツメクサ、クサフジ、ハンゴンソウ、ノラニンジン | 41 | 0 | 41 | 0.00 | | 0.0 | 倉沼第二ゲート |
| 大雪森のガーデン | 上川町字菊水 | 2016/8/8 | 15:40 | 15:50 | 0:10 | 54TXP46455103 | 630 | 丹羽 | ヒマワリ | 2 | 0 | 2 | 0.00 | | 0.0 | |
| 東川町幌倉沼（青雲奥） | 東川町幌倉沼 | 2016/8/8 | 14:45 | 15:33 | 0:48 | 54TXP29163825 | 268 | 井本哲雄・井本かほる | ムラサキツメクサ、シロツメクサ、チシマオドリコソウ、ツリフネソウ | 41 | 1 | 42 | 0.02 | | 1.3 | |
| 東川町幌倉沼（青雲） | 東川町幌倉沼 | 2016/8/8 | 16:41 | 16:51 | 0:10 | 54TXP27503844 | 242 | 井本哲雄・井本かほる | シロツメクサ、ガクアジサイ、オレガノ | 20 | 1 | 21 | 0.05 | | 6.0 | |
| 日の出公園 | 上富良野町東2線 | 2016/8/9 | 8:59 | 9:25 | 0:26 | 54TXP19961338 | 270 | 丹羽・戸島 | ラベンダー、サルビア、ブルーサルビア、ムラサキツメクサ、ムラサキウマゴヤシ、ヘラオオバコ、シロツメクサ | 3 | 20 | 23 | 0.87 | | 46.2 | |
| 美瑛町白金（美瑛川・美望橋） | 美瑛町白金 | 2016/8/9 | 10:39 | 10:49 | 0:10 | 54TXP30151755 | 475 | 丹羽・戸島 | ムラサキツメクサ、メマツヨイグサ、ココメバオトギリ、オオハンゴンソウ、ウツボグサ、オオアワダチソウ、シロツメクサ、クサフジ | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | |
| 美瑛町白金（大規模草地） | 美瑛町白金 | 2016/8/9 | 11:03 | 11:30 | 0:27 | 54TXP33991657 | 760 | 丹羽・戸島 | ムラサキツメクサ、シロツメクサ、オオイタドリ、マツヨイセンノウ、ヤナギラン、アキカラマツ、イケマ、ヨブスマソウ、エゾノコンギク | 1 | 0 | 1 | 0.00 | | 0.0 | |
| 美瑛町白金（道道966号沿い） | 美瑛町白金 | 2016/8/9 | 12:44 | 13:10 | 0:26 | 54TXP29081788 | 450 | 丹羽・戸島 | ムラサキツメクサ、シロツメクサ、オオイタドリ、ブタナ、ココメバオトギリ | 5 | 0 | 5 | 0.00 | | 0.0 | |
| 美瑛町美沢（道道966号沿い） | 美瑛町美沢11線 | 2016/8/9 | 13:33 | 13:48 | 0:15 | 54TXP21882434 | 280 | 丹羽・戸島 | オオハンゴンソウ、ホザキナナカマド、クサフジ、エゾヤマハギ、コンフリー | 7 | 12 | 19 | 0.63 | | 48.0 | |
| 美瑛町南町（緑橋～丸山橋） | 美瑛町南町 | 2016/8/9 | 13:57 | 14:35 | 0:38 | 54TXP18942648 | 248 | 丹羽・戸島 | ムラサキツメクサ、オオアワダチソウ、エゾヤマハギ、ホザキナナカマド | 29 | 19 | 48 | 0.40 | | 30.0 | |
| 美瑛町北西の丘公園 | 美瑛町大村大久保協生 | 2016/8/9 | 14:48 | 15:02 | 0:14 | 54TXP17532908 | 290 | 丹羽・戸島 | キャットミント、ヒマワリ、シロツメクサ、ムラサキツメクサ、タチアオイ、ヒエンソウ、ネジバナ、ソバ | 7 | 0 | 7 | 0.00 | | 0.0 | |
| 美瑛町上俵真布 | 美瑛町字俵真布 | 2016/8/9 | 15:35 | 16:13 | 0:38 | 54TXP37572778 | 530 | 丹羽・戸島 | ムラサキツメクサ、チシマオドリコソウ、ジャコウアオイ、ホザキナナカマド、オオイタドリ、シロツメクサ、オオハンゴンソウ | 41 | 0 | 41 | 0.00 | | 0.0 | |
| 東神楽町志比内小学校付近 | 東神楽町志比内 | 2016/8/16 | 9:07 | 10:01 | 0:54 | 54TXP28293332 | 319 | 井本哲雄・井本かほる | スターキス、バラ、チシマオドリコソウ、ツリフネソウ、シロツメクサ、ムラサキツメクサ、ソバ | 49 | 16 | 65 | 0.25 | | 17.8 | |
| 東川第三小学校 | 東川町東8号南1 | 2016/8/16 | 10:09 | 10:30 | 0:21 | 54TXP25973608 | 280 | 井本哲雄・井本かほる | エゾミソハギ、ミヤコグサ、ヒマワリ、コンフリー | 1 | 7 | 8 | 0.88 | | 20.0 | |
| 東川市街 | 東川町基線通西2号北～東町4～3丁目 | 2016/8/16 | 10:37 | 10:55 | 0:18 | 54TXP22383873 | 228 | 井本哲雄・井本かほる | シロツメクサ、ソバ | 3 | 24 | 27 | 0.89 | | 80.0 | |
| 東川第二小学校 | 東川町西4号北32 | 2016/8/16 | 11:00 | 11:25 | 0:25 | 54TXP23434142 | 213 | 井本哲雄・井本かほる | シロツメクサ | 16 | 7 | 23 | 0.30 | | 16.8 | |
| 東旭川町豊田 | 旭川市東旭川町豊田 | 2016/8/16 | 11:38 | 11:55 | 0:17 | 54TXP22774568 | 164 | 井本哲雄・井本かほる | シロツメクサ、ヘラオオバコ | 5 | 4 | 9 | 0.44 | | 14.1 | |

現状では標高 300～400m の間にセイヨウにとって「壁」が存在するかのような分布になっていることが分かった。この「壁」は、森林率が高くなる場所に相当する（空中写真を参照)。標高が 400m 以下でも、森林率が高い（開放地の幅が狭い場所（米原・瑞穂・幌倉沼）では、セイヨウの優占度は低かった。また、個体密度（1 時間あたりの観察個体数）は、標高 200～300m 付近に高密度の地点が多く見つかった。

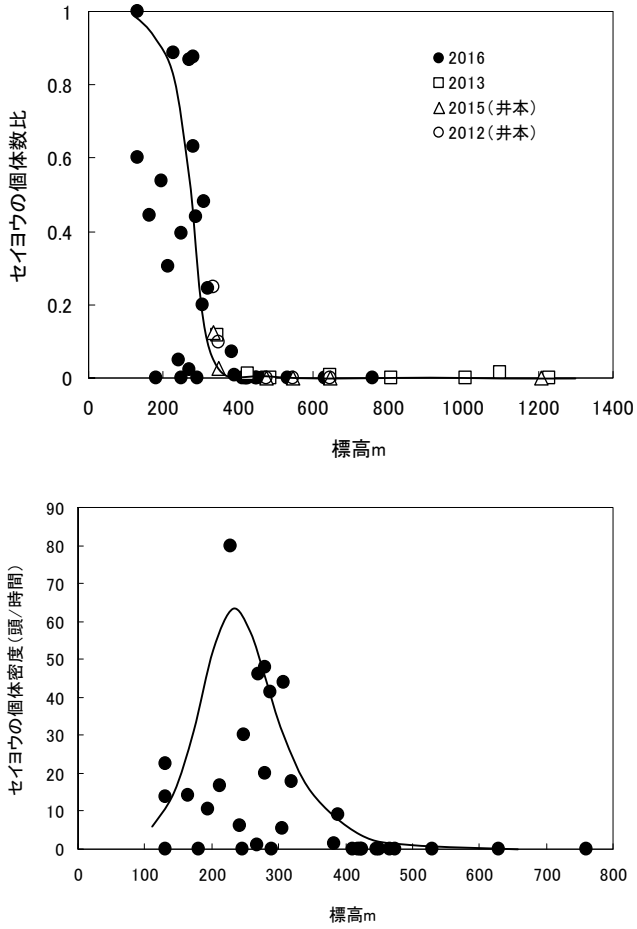
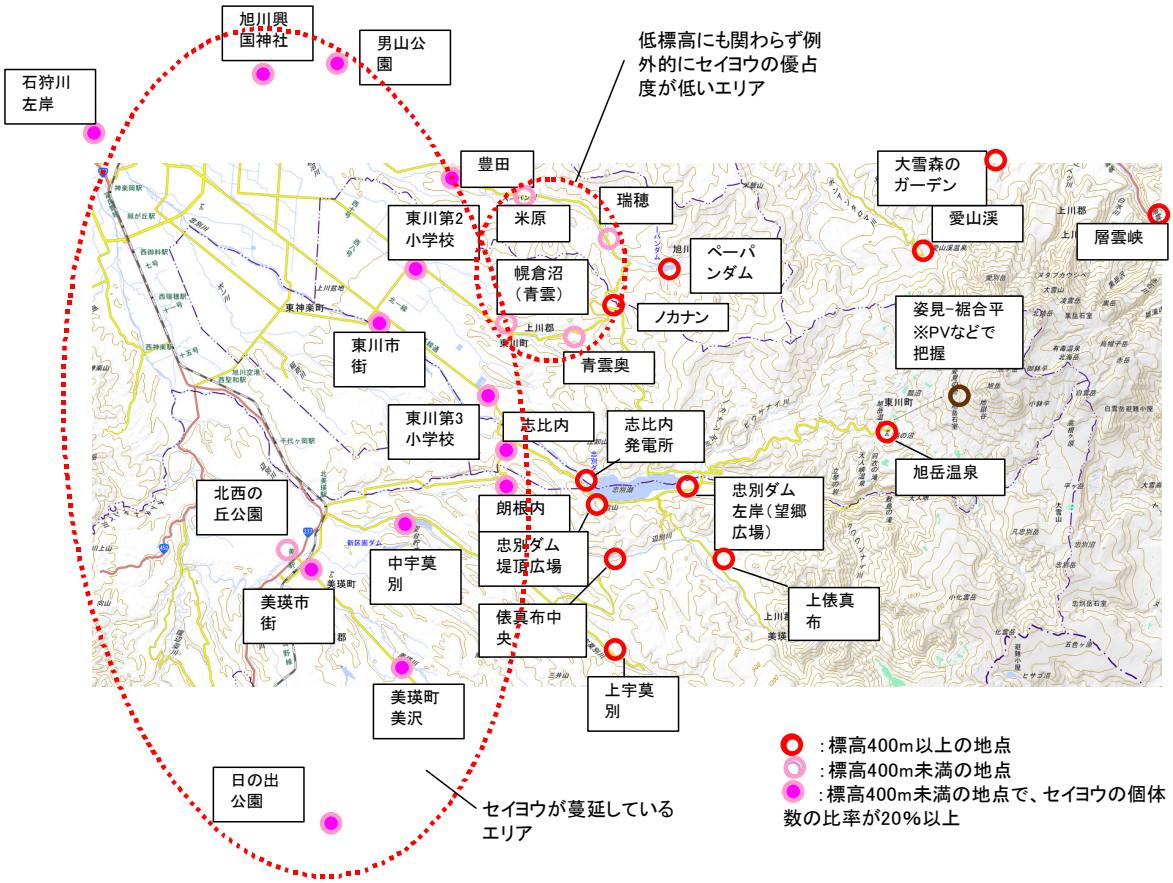



図 1. 上川中南部における標高とセイヨウの個体数比（上）および個体密度（下）の関係
※図中の曲線は変化の傾向をイメージ的に表したもので回帰曲線ではない



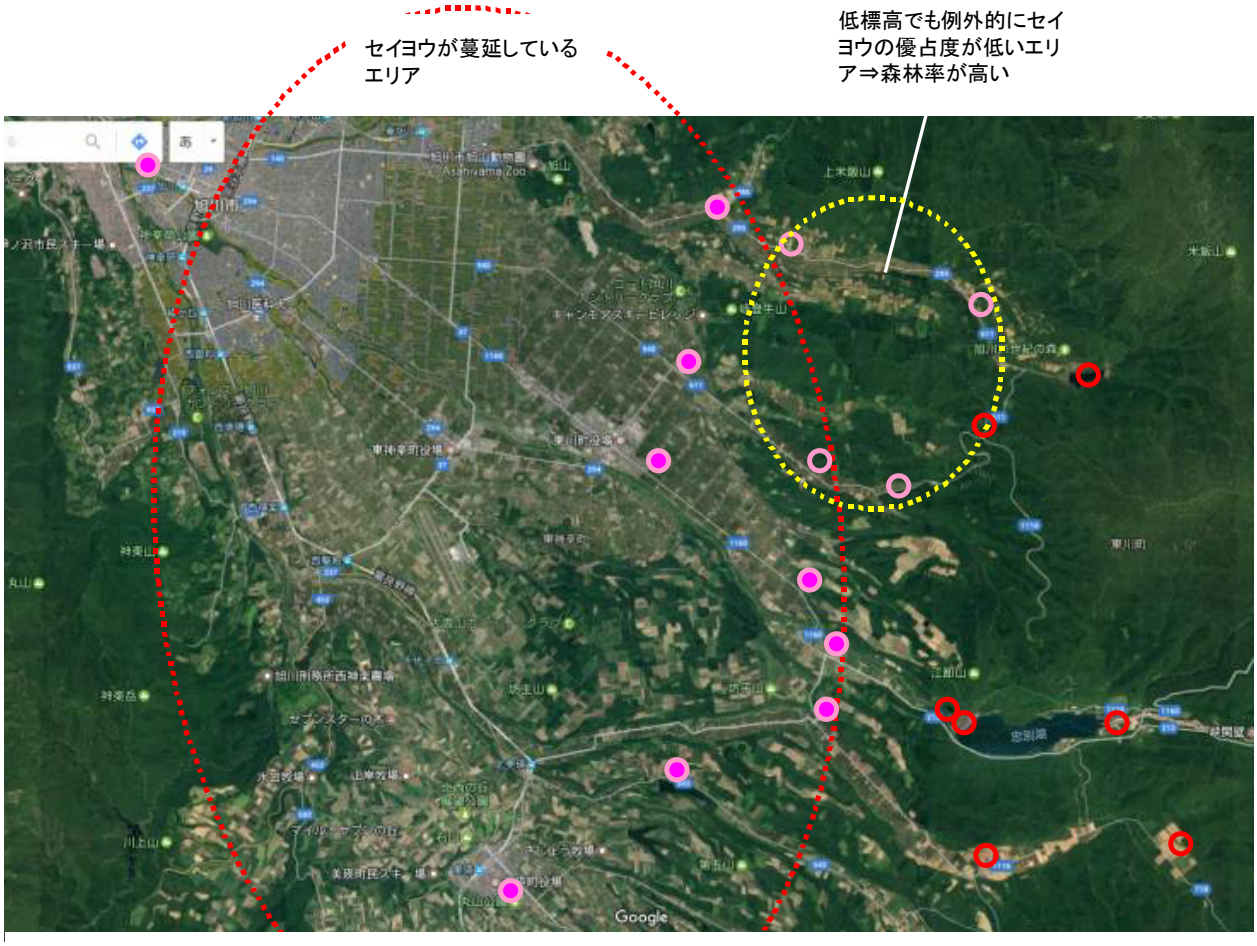




図 2. 上川中南部におけるセイヨウの個体数比の空間分布　地形図（上）および空中写真（下）

美瑛町朗根内地区での調査

セイヨウの捕獲（美瑛町朗根内）

東神楽町忠別ダム周辺での調査

エゾナガマルハナバチ（忠別ダム周辺）

美瑛町聖台ダム周辺での調査

セイヨウ（美瑛町聖台ダム周辺）

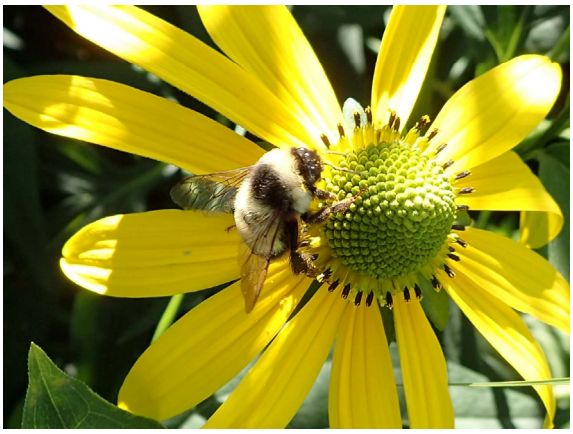
美瑛町俵真布中央での調査

美瑛町俵真布での調査

美瑛町美沢での調査

セイヨウ♂（美瑛町美沢）

美瑛町上宇莫別での調査



エゾオオマルハナバチ♂（美瑛町上宇莫別）

旭川市ペーパンダム周辺での調査

シュレンクマルハナバチ（ペーパンダム周辺）

旭川市東旭川豊田周辺での調査

ハイイロマルハナバチ類（豊田周辺）

### ⓒ セイヨウを利用する農業ハウスの分布

セイヨウのコロニーを使用する農業ハウスについて、飼養許可情報にもとづいて GIS 化した。飼養許可情報は最新 2016 年版と、許認可が開始された当初（最多）の 2007 年のものを参照した（表 2）。

大雪山国立公園周辺でセイヨウを利用する農業ハウスの分布は図 4 のようになっている（高山帯は国立公園の特別保護地区にほぼ対応）。大雪山国立公園の西側では、愛別町から南富良野町にかけて連続的かつ高密度にセイヨウを利用する農業ハウスが分布している。特に、美瑛町（2016 年時点の飼養等許可件数で 873 件）、富良野市（320 件）、旭川市（266 件）、中富良野町（208 件）などで多数利用されている。その一方で、上川町の以北および以東ではセイヨウを利用する農業ハウスは分布しない。国立公園の南東側の十勝総合振興局管内では、鹿追町、士幌町、音更町でわずかな利用が行われている。

表 2. 大雪山国立公園周辺において飼養等の許可を受けた数量

| 振興局 | 市町村（申請者） | 2007 | 2016 |
|---|---|---|---|
| 上川 | 旭川市 | 251 | 266 |
| | 当麻町 | 36 | 25 |
| | 愛別町 | 20 | 0 |
| | 上川町 | 0 | 0 |
| | 東川町 | 51 | 42 |
| | 東神楽町 | 69 | 76 |
| | 美瑛町 | 766 | 873 |
| | 上富良野町 | 67 | 71 |
| | 中富良野町 | 110 | 208 |
| | 富良野市 | 305 | 320 |
| | 南富良野町 | 30 | 29 |
| 十勝 | 鹿追町 | 9 | 1 |
| | 士幌町 | 23 | 3 |
| | 音更町 | 11 | 12 |
| 計 | | 1728 | 1926 |

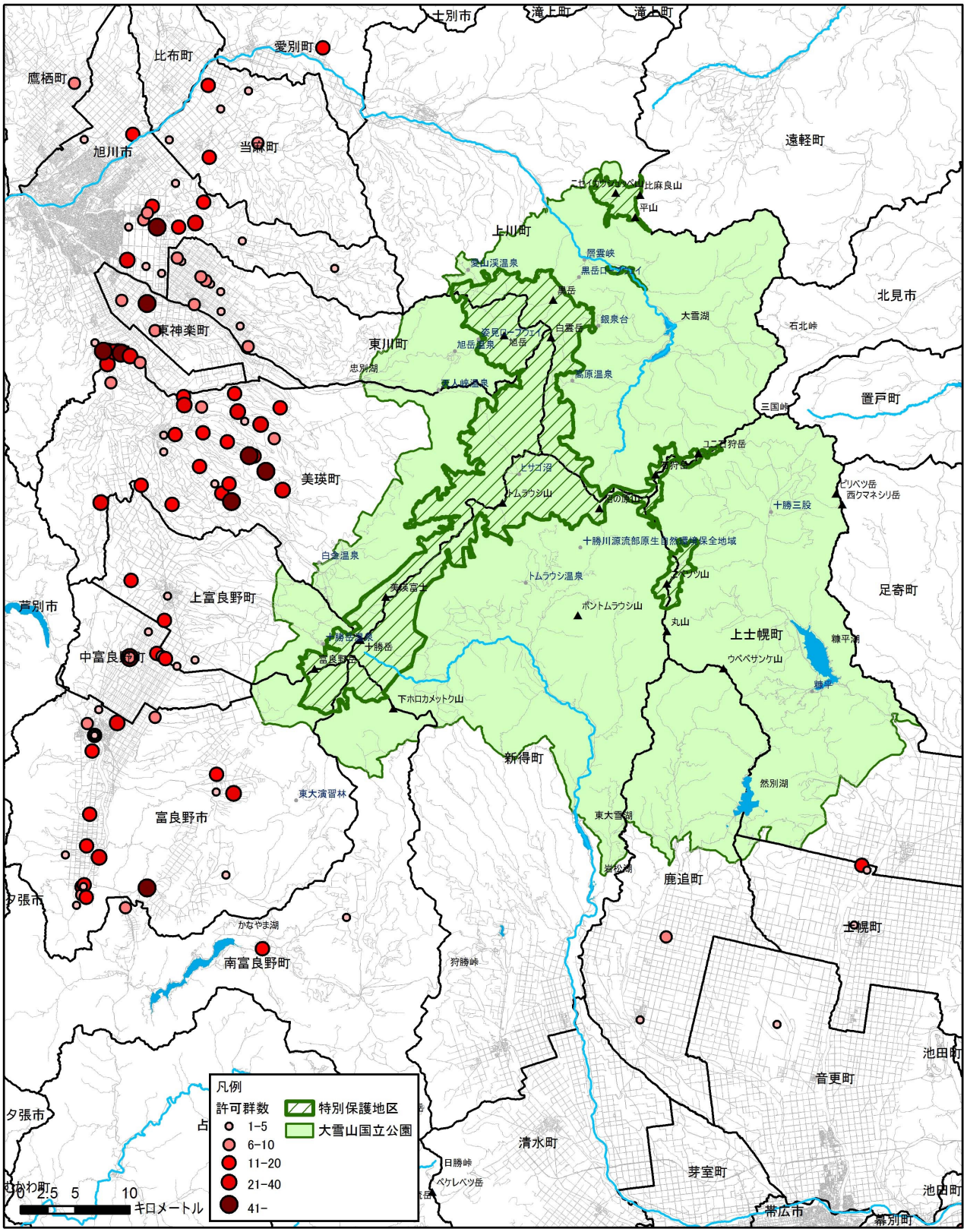



図 3. 大雪山国立公園周辺におけるセイヨウの利用状況（2007 年時点の飼養許可件数の分布）

### (d) 大雪山高山帯を取り巻く周辺環境

植生等の環境に関する空間データを収集し、GIS 化した。

大雪山の高山帯（紫の部分）は周囲を厚い森林帯（緑、黄緑）に囲まれている。セイヨウは森林を避けるように分布する傾向が強いことから、この森林帯はセイヨウが高山帯に侵入することを阻むバリアの役割を果たしていると考えられる。表大雪エリアでは西側に厚い森林帯が広がるが、十勝連峰エリアでは樹林帯が薄くなっている。表大雪エリアの姿見-裾合平地区から見ると、美瑛町の東部で農地が接近していることが分かる。

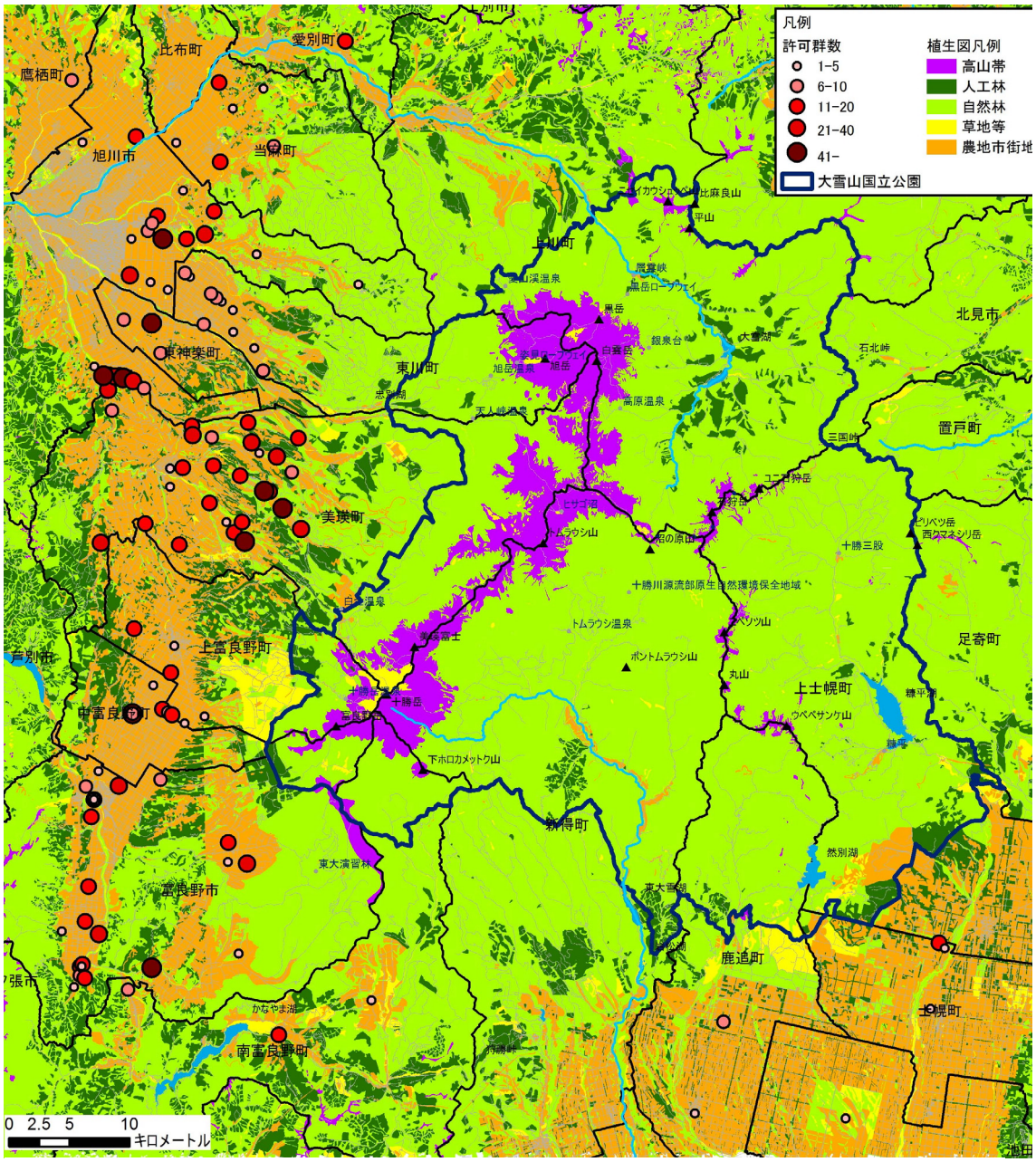



図 4. 大雪山国立公園周辺における森林の分布とセイヨウの利用状況（2007 年）

### ⑹ 大雪山周辺のセイヨウの生息密度分布

大雪山高山帯に侵入するセイヨウの分散源や侵入経路の推定のため、上川管内で長年セイヨウの防除活動やモニタリングを行っている井本哲雄氏や戸島あかね氏に協力を要請し、所有データを借り受けた。また、2007 年から運用されているセイヨウ情勢のデータ（データベースには運用前の 2006 年のデータも格納）についても、以下の手順で借り受けした。セイヨウ情勢（地球環境情報統融合プログラムの「セイヨウ情勢」データベース）については、現在稼動しておらず、分析に使用する予定だった中のデータがダウンロードできなくなっていた。平成 28 年 11 月に現在の管理者である北海道環境財団（HoBiCC）に尋ねたところ、復旧の見通しはまったくなく、格納データの取り出しもできないという回答だった。そのため、セイヨウ情勢の立ち上げにかかわった鷲谷いづみ氏（現中央大学教授）に問い合わせたところ、東京大学で管理していた 2006-13 年分のバックアップデータの提供を受けることができた（HoBiCC に管理が移行後の 2014-15 年分はバックアップなし、2016 年はデータなし）。

入手したデータ（表 3）を使って、大雪山の高山帯および山麓のセイヨウの確認情報を更新し、より正確に経年変化を追えるようにした（表 4、図 5）。大雪山の高山帯で初めてセイヨウが確認されたのは 2006 年（平成 18 年）で、それ以降、旭岳姿見周辺を中心に散発的な確認が続いている。2012～2013 年は、まとまった数のセイヨウが確認され、高山帯での営巣および越冬の可能性が示唆された。しかし、その後はまた散発的な確認にとどまっていて、今年度は高山帯での確認情報は得られなかった。また、過年度の業務でまとめられたものには山麓の白金温泉のデータがなかったが、戸島氏のデータによってこの部分の状況が明らかになった。白金温泉（標高 620m）では 2011 年から連続的に確認されており、2013 年と 2015 年にはこの付近で営巣があったことを示す結果となっている。

また入手したデータのうち、井本氏と戸島氏のデータについては、調査位置情報がなかったことから、データに付された地名などの情報から緯度経度および 3 次メッシュデータを付与した。

表 3. 借り受けたデーター覧

| データ元 | 年 | 件数 | 備考 |
|---|---|---|---|
| セイヨウ情勢 | 2006 | 119 | 以下、上川のみ |
| | 2007 | 1589 | |
| | 2008 | 1617 | |
| | 2009 | 1941 | |
| | 2010 | 1586 | |
| | 2011 | 1185 | |
| | 2012 | 1154 | |
| | 2013 | 719 | |
| | 小計 | 9910 | |
| 井本哲雄氏 | 2011 | 322 | |
| | 2012 | 225 | |
| | 2013 | 1211 | |
| | 2014 | | |
| | 2015 | 229 | |
| | 2016 | 44 | |
| | 小計 | 2031 | |
| 戸島あかね氏 | 2010 | 88 | |
| | 2011 | 296 | |
| | 2012 | 511 | |
| | 2013 | 259 | |
| | 2014 | 326 | |
| | 2015 | 443 | |
| | 2016 | 297 | |
| | 小計 | 2220 | |
| 工藤岳氏 | 2016 | 2 | |
| | 小計 | 2 | |
| 環境省(ねおす) | 2009 | 10 | |
| | 小計 | 10 | |
| さっぽろ自然調査館 | 2008 | 35 | |
| | 2009 | 68 | |
| | 2010 | 152 | |
| | 2011 | 311 | |
| | 2012 | 107 | |
| | 2013 | | ※業務として実施 |
| | 2014 | 93 | |
| | 2015 | 91 | |
| | 2016 | | ※業務として実施 |
| | 小計 | 857 | |
| | 合計 | 15028 | |

表 4. 大雪山高山帯とその山麓におけるセイヨウの確認状況（2006～16 年）

| 植生帯 | エリア | 山域名 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高山帯 | 表大雪 | 旭岳(姿見・裾合平) | | 不明2 | Q4<br>♂1<br>w1 | w1 | Q1<br>不明1 | | Q3<br>♂2<br>w15 | w24<br>不明2 | | 不明1 | |
| | | 黒岳 | Q1 | | 不明1 | | | | | | | Q1<br>w1 | |
| | | 赤岳 | | | | | | | Q2 | w7<br>不明2 | | Q1 | |
| | | 緑岳 | | | | | | | | w2<br>不明7 | | | |
| | | 化雲岳 | | | | | | | w2 | Q1<br>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 | | | | ♂1 | Q1<br>w1 |
| | | 忠別湖 | | | w2 | | | | | w2 | | | |
| | | 層雲峡 | ♂1 | | | | | | | ♂2 | | | |
| | 十勝連峰 | 白金温泉 | | | | | | 不明4 | Q5<br>♂1 | Q5<br>w3<br>不明1 | Q1<br>w1<br>♂1 | Q3<br>w6 | w1 |
| | 東大雪 | 糠平 | | | | | w1<br>不明1 | w10 | | w22 | | | |
| | | 十勝三股 | | | | | Q1 | Q1 | | | | | |
| | | 士幌高原 | | | | | | Q7<br>♂4<br>w8<br>不明1 | Q1<br>♂64<br>w12<br>不明2 | | | | |
| | | 然別湖 | | | | | | Q1<br>♂2 | | | | | |

網がけは、セイヨウの働きバチが2個体以上確認され、現地での営巣成功を示す（定着の指標に該当）
Q：女王、w：働きバチ、♂：オス、不明：カースト不明
2013年以前のデータは「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」を参照。
2014年以降のデータは井本哲雄氏、工藤岳氏、環境省（自然保護監視員のH27セイヨウ目撃情報記録シート、セイヨウ記録表）による調査

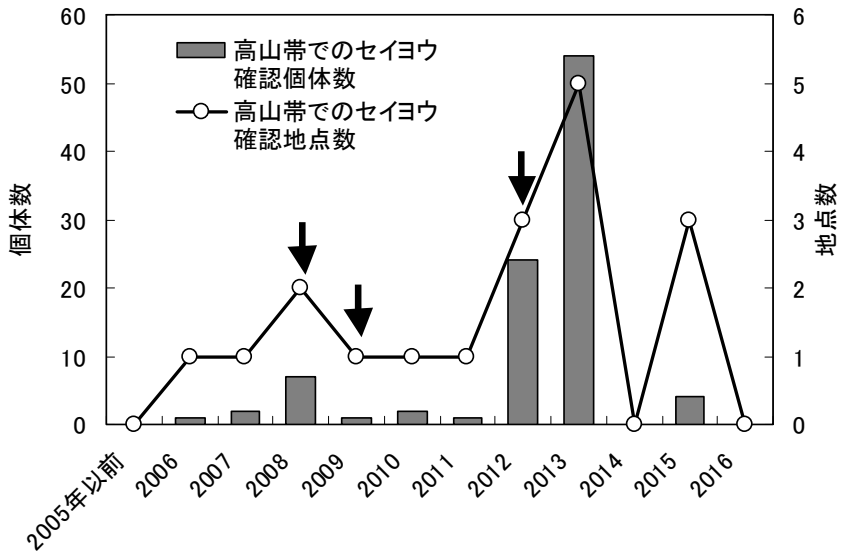



図 5. 大雪山高山帯におけるセイヨウの確認状況（2006～16 年）

これらのデータを GIS 上で統合し、大雪山国立公園周辺におけるセイヨウの生息密度指標（1km メッシュごとにこれまでの）を図化すると、大雪山の西側に当たる旭川市、東川町、美瑛町、上富良野町にかけて、密度が高いと予想されるエリアが広がっている（図 6）。また、旭川市街地などを例外とすれば、セイヨウの飼養許可件数ともよく一致している。このことは、現在もハウスからのセイヨウの漏出が起こっているか、または、過去の漏出の履歴が依然として残存していることを示唆している。ただし、調査が行われているのは全体の一部であることに注意が必要である。

そこで、セイヨウの潜在的な分散源の全体像を特定するため、未調査エリアの生息密度分布の推定を試みた。推定は GIS を用いて行い、セイヨウの生息密度指標値（図 6 を参照）、セイヨウの農業ハウス利用の状況（飼養許可群数）、森林率の 3 変数でモデル化して求めた。その結果、図 7 のようになった（図には高山帯の辺縁から 5km ごとの等距離線が与えられている）。推定値は、森林率が低い場所で高くなりやすく、現在は生息の記録がない場所でも高く推定される（生息密度のポテンシャル推定に近い）ことに注意が必要であるが、高山帯からの直線距離が 5km 以下の場所としては白金温泉、上富良野町の自衛隊演習場が抽出される。また、5～10km の範囲には上川町、美瑛町、上富良野町、富良野市の郊外の農村部が抽出される。これらのうち、実際に生息密度が高いことが確認されているのは、美瑛町内の上宇莫別地区や美生地区などがある。また、今のところ、高密度ではないが、白金温泉周辺も近年、セイヨウの確認が相次いでいる場所で注目される。さらに、過去に高山帯への侵入が頻発した旭岳姿見～裾合平地区にとって、距離が近くて生息密度が高いのは、東川町や美瑛町の東部の農村部である。これらの地区が、潜在的に重要な分散源である可能性が示唆される。

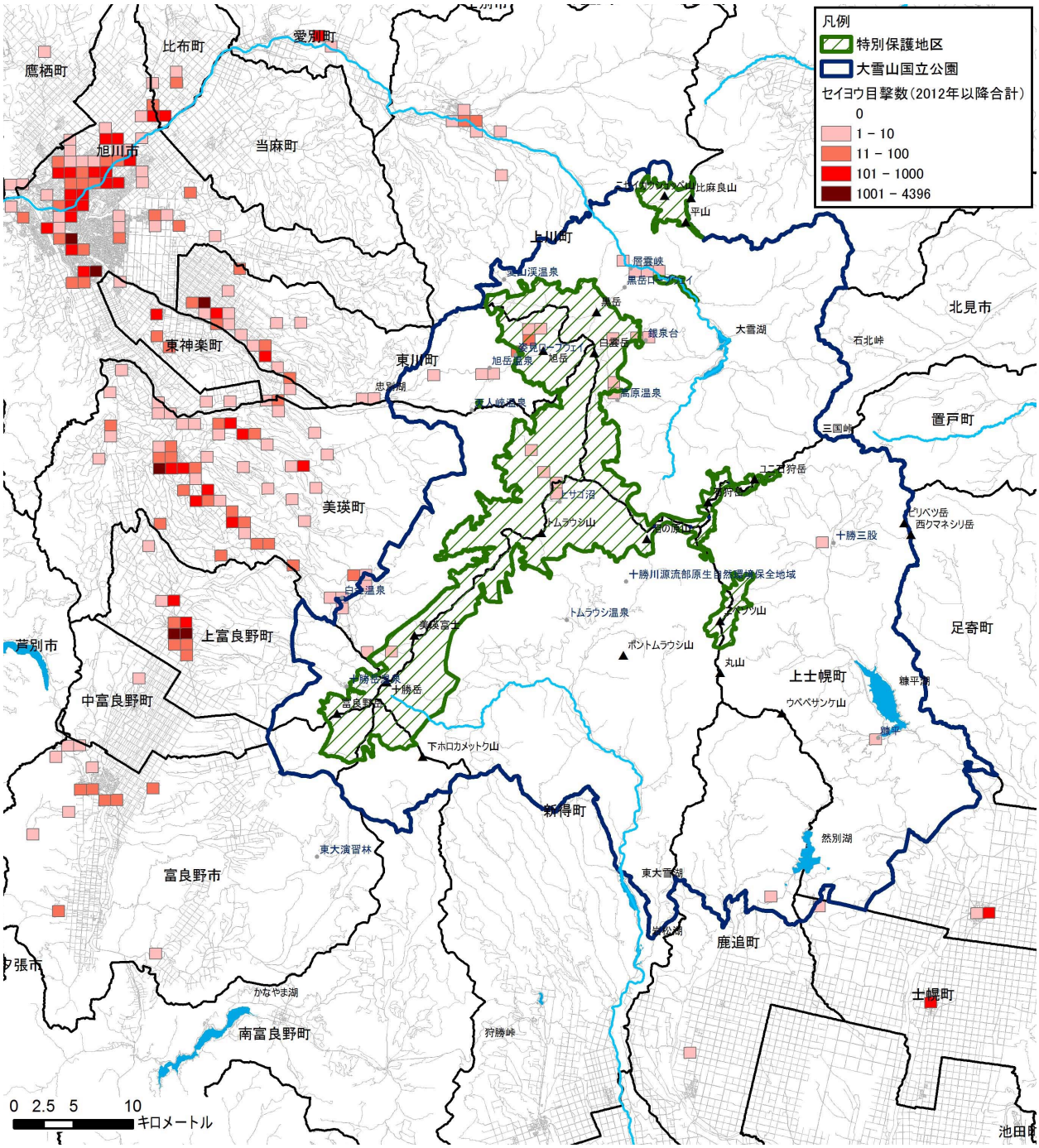



図 6. 大雪山国立公園周辺におけるセイヨウの生息密度指標(2012～16 年に記録された個体数を 1km メッシュごとに単純集計した値)の分布

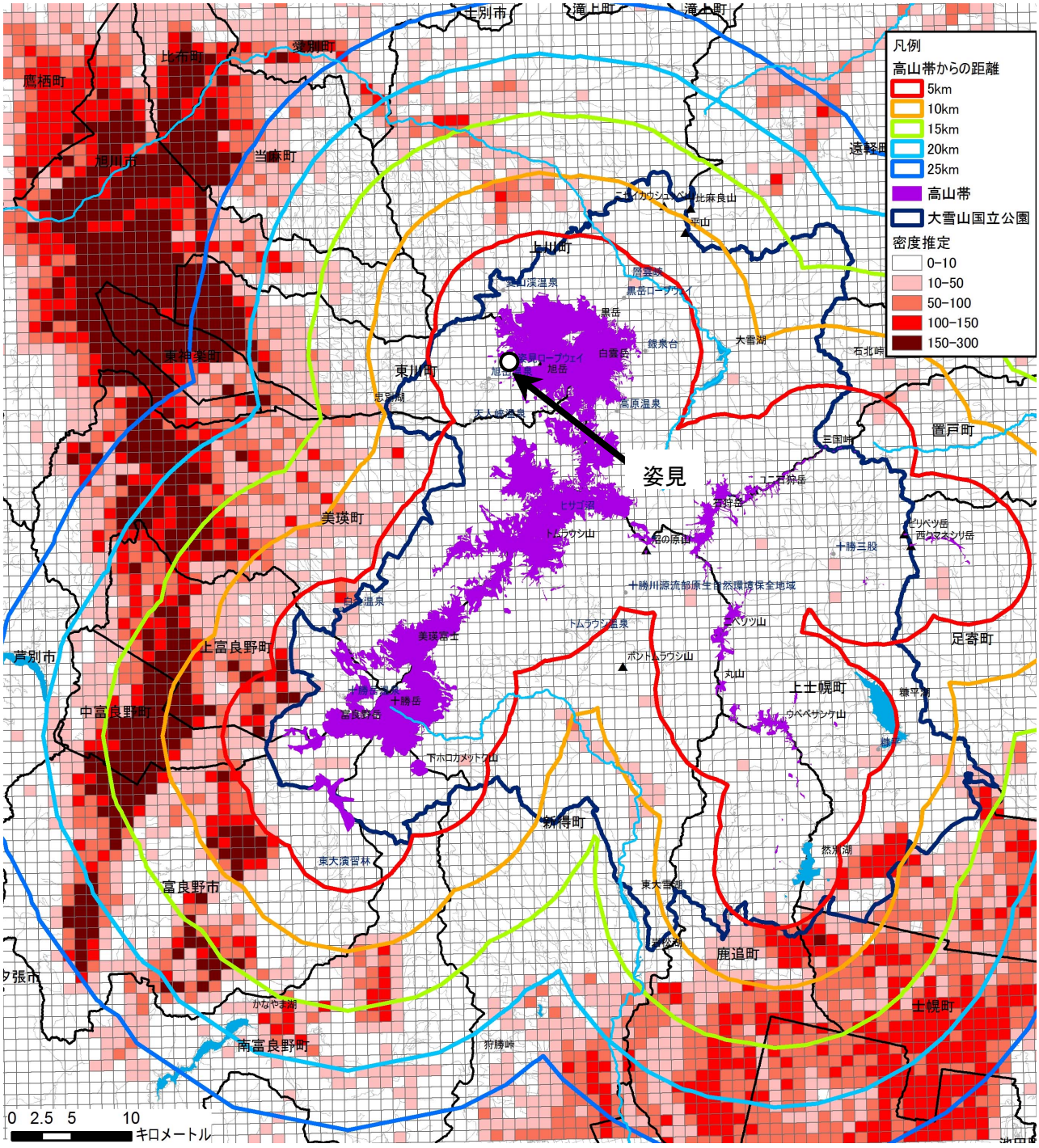



図 7. 大雪山国立公園周辺におけるセイヨウの生息密度指標値の推定分布図（高山帯からの等距離線を入れている）

### (f) 高山帯に侵入するセイヨウの分散様式（推定）

高山帯に近い山麓部（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、セイヨウの高密度地区は見つからない。これは、高山帯の周囲を厚い森林帯が覆っていることが影響している。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ことからも、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ている（さっぽろ自然調査館 2016；図 8）。

また、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（2012 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（図 8 を参照；さっぽろ自然調査館 2016）。

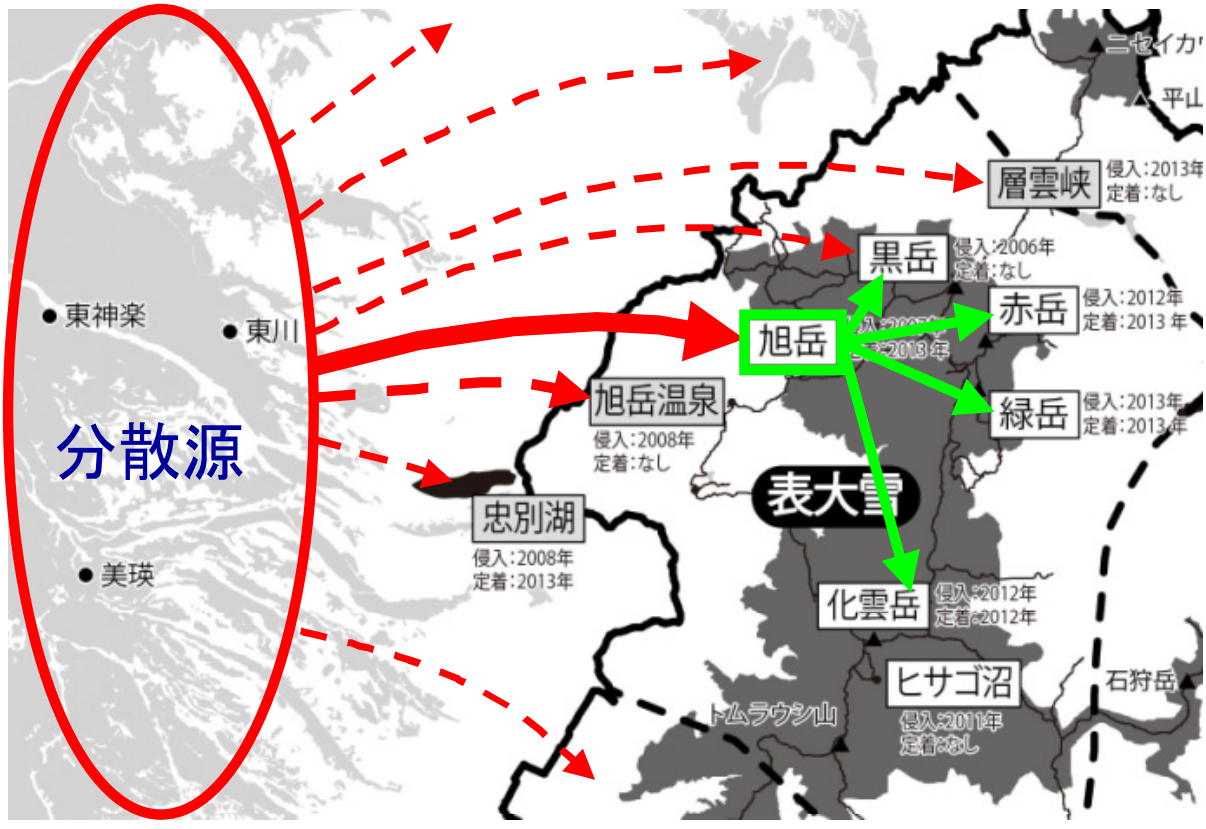



図 8. 大雪山高山帯に対するセイヨウの侵入のしかた（イメージ）

### (g) これまでの防除効果の検証

上川管内の低地のいくつかの地点で、定期的な防除活動が続けられている。これまでの防除活動の効果を検証するため、このうちの 4 地点（旭川興国神社、日の出公園、美瑛町南町、男山公園）において現地調査を行い、マルハナバチ全体に占めるセイヨウの個体数比や生息密度を把握した（表 5、図 9）。また、旭川市興国神社（防除地点）では近隣に類似した環境の緑地があった（図 10）ことから、これを対照地とみなしてマルハナバチ相などを比較した（それ以外の地点では、対照地となる環境を見出せなかった）。なお、調査に当たっては、地権者に対して立ち入りの承認を得た上で行った。

いずれの地点もセイヨウの個体数比は 0.40～1.00 と高く、優占種となっていた。また、1 時間当たりのセイヨウの観察個体数は 7.8～46.2 個体で、特に日の出公園や美瑛町南町で高かった（図 11）。これら 2 地点では他の地点よりも花資源が多かった。ある一時点の観察結果ではあるが、防除活動がセイヨウの密度を低下させていることを示すものではなかった。

一方、旭川興国神社の森と対照地の緑地では、防除活動を行っている神社の森のほうがセイヨウの個体数比が大きかったが、1 時間当たりの個体数では神社の森のほうが少なかった（図 9）。マルハナバチにとっては十分移動可能な範囲でもあり（直線距離で 100m 以下）、明瞭な防除の効果は認められていない。

表 5. 継続的に防除活動が行われてきた地点におけるセイヨウの優占度

| 調査地点 | 住所 | 調査日 | 調査開始時間 | 調査終了時間 | 調査時間 | 座標（位置） | 標高m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 旭川興国神社 | 旭川市東鷹栖四条四丁目 | 2016/8/5・8 | 18:07<br>9:05 | 18:20<br>9:15 | 0:23 | 54TXP1343<br>5417 | 132 |
| （対照地）旭川興国神社近くの緑地 | 旭川市東鷹栖四条五丁目 | 2016/8/8 | 9:19 | 9:35 | 0:16 | 54TXP1339<br>5441 | 132 |
| 日の出公園 | 上富良野町東2線 | 2016/8/9 | 8:59 | 9:25 | 0:26 | 54TXP1996<br>1338 | 270 |
| 美瑛町南町（緑橋～丸山橋） | 美瑛町南町 | 2016/8/9 | 13:57 | 14:35 | 0:38 | 54TXP1894<br>2648 | 248 |
| 男山公園 | 旭川市東山 | 2016/8/8 | 9:45 | 10:25 | 0:40 | 54TXP1689<br>5570 | 195 |

| 調査地点 | 調査者 | 開花植物 | 在来マルハナ | セイヨウ | 合計 | セイヨウ率 | セイヨウ/時間 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 旭川興国神社 | 丹羽 | ネジバナ、ミツカクシ、オオアワダチソウ、シロツメクサ、ウツボグサ、オオハンゴンソウ、ヨブスマソウ、アキカラマツ | 0 | 3 | 3 | 1.00 | 7.8 |
| （対照地）旭川興国神社近くの緑地 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | カボチャ、シロツメクサ、ウツボグサ、ナス、ムラサキツメクサ | 4 | 6 | 10 | 0.60 | 22.5 |
| 日の出公園 | 丹羽・戸島 | ラベンダー、サルビア、ブルーサルビア、ムラサキツメクサ、ムラサキウマゴヤシ、ヘラオオバコ、シロツメクサ | 3 | 20 | 23 | 0.87 | 46.2 |
| 美瑛町南町（緑橋～丸山橋） | 丹羽・戸島 | ムラサキツメクサ、オオアワダチソウ、エゾヤマハギ、ホザキナナカマド | 29 | 19 | 48 | 0.40 | 30.0 |
| 男山公園 | 丹羽・井本哲雄・井本かほる | オオハンゴンソウ、オオイタドリ、アキカラマツ、エゾヤマハギ、ウド、クサフジ、オオアワダチソウ、シロツメクサ | 6 | 7 | 13 | 0.54 | 10.5 |

※セイヨウ率とは、全観察個体数に占めるセイヨウの割合。セイヨウ/時間は、セイヨウの確認個体数を観察時間で割った値

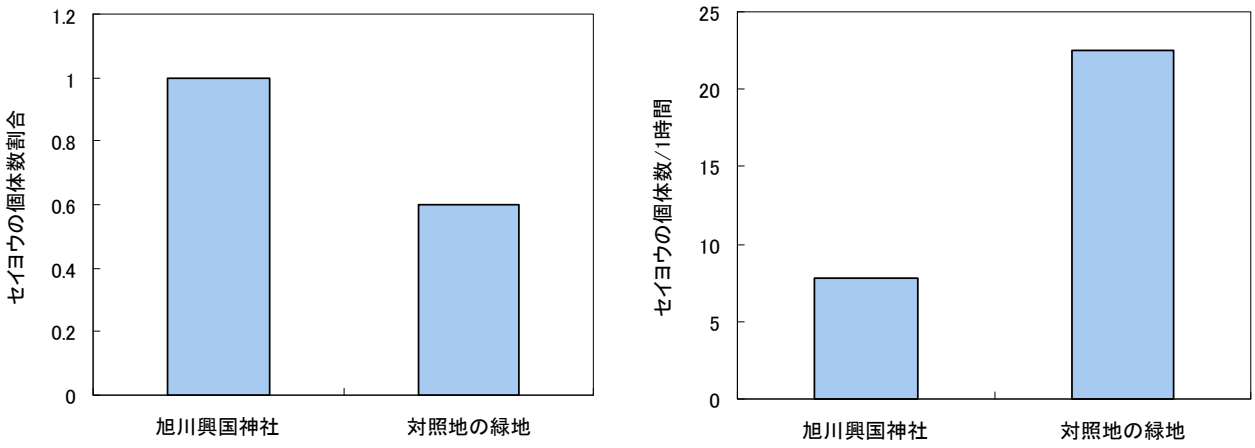



図 9. 旭川興国神社（継続的に防除活動を実施）と対照地におけるセイヨウの優占度（左）とセイヨウの個体数密度（右）

図 10. 旭川興国神社の森とその対照地の緑地

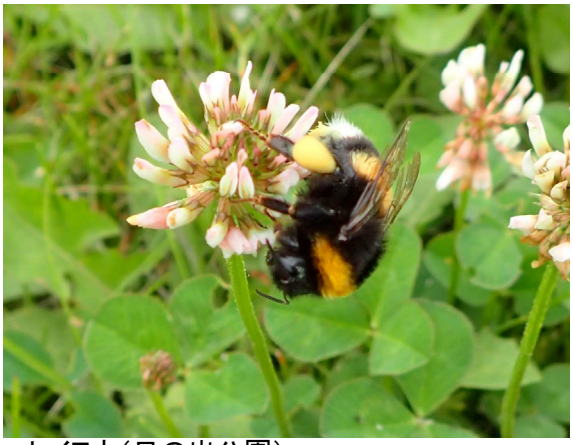
旭川興国神社での調査

旭川興国神社のオオハンゴンソウ群落

旭川興国神社の対照地調査

ハイイロマルハナバチ類

日の出公園（上富良野町）での調査



セイヨウ（日の出公園）

美瑛町南町（美瑛川沿い）での調査

ハイイロマルハナバチ類（美瑛町南町）

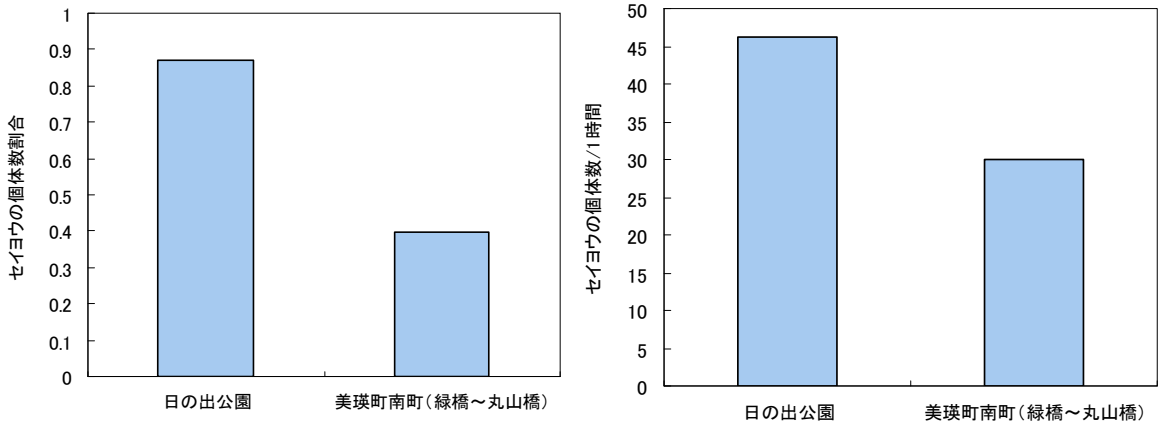



**図 11. 継続的に防除活動が行われてきた日の出公園と美瑛町南町におけるセイヨウの優占度（左）とセイヨウの個体数密度（右）**

井本哲雄氏が2009年から防除活動を行っている旭川市春光台公園と金星町のラベンダー植栽地では、防除活動と並行してモニタリングデータが取られている。継続的な防除活動が行われている場所において、防除効果の有無を検証するため、井本氏からこのデータを借り受けた（表 6・7)。春光台公園では、2009～2012 年までは調査 1 回当たり 18～77 頭（平均 50 頭）のセイヨウが捕獲または確認されてきた。これに対し、2013～2015 年は 0.8～8 頭（平均 4.6 頭）と激減している（図 12)。また、金星町のラベンダー植栽地においても、2010～2012 年までは毎年 118～135 頭（平均 126 頭）のセイヨウが捕獲または確認されてきた。これに対し、2013～2015 年は 0～50 頭（平均 33 頭）と大きく減少している（図 13)。

これらの結果は、一見、防除活動の成果に見えるが、井本氏によれば、同じタイミングで在来種も同様に減少していることから防除の効果ではなく、何か別の要因（はっきりと特定はできていない）が働いていると考えられるということである。セイヨウの個体数比の経年変化をみると（図 14)、セイヨウの確認がきわめて少なかった 2014 年を例外とすれば、平均個体数の変化ほどは大きく変化していない。

表 6. 井本哲雄氏による春光台公園ラベンダー植栽地におけるマルハナバチ防除・観察結果

| 種名 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| セイヨウオオマルハナバチ | 616 | 444 | 143 | 538 | 54 | 4 | 54 |
| エゾオオマルハナバチ | 35 | 23 | 7 | 48 | 8 | 2 | 8 |
| エゾコマルハナバチ | 30 | 2 | 1 | 35 | 0 | 0 | 0 |
| アカマルハナバチ | 20 | 3 | 2 | 31 | 1 | 1 | 2 |
| ハイイロマルハナバチ類 | 30 | 24 | 10 | 38 | 1 | 4 | 18 |
| エゾトラマルハナバチ | – | 4 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 在来種合計 | 115 | 56 | 22 | 153 | 11 | 7 | 28 |
| 調査頻度 | 9 | 12 | 8 | 7 | 7 | 5 | 9 |
| 1回当たりのセイヨウ個体数 | 68.4 | 37.0 | 17.9 | 76.9 | 7.7 | 0.8 | 6.0 |
| 在来種合計 | 12.8 | 4.7 | 2.8 | 21.9 | 1.6 | 1.4 | 3.1 |
| セイヨウ率 | 0.84 | 0.89 | 0.87 | 0.78 | 0.83 | 0.36 | 0.66 |

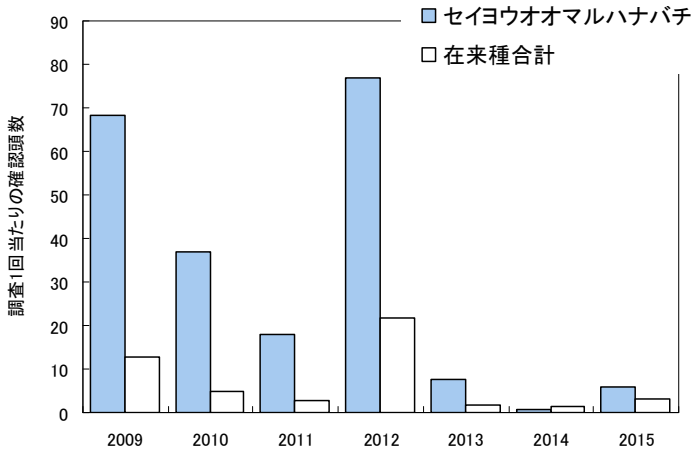



図 12. 井本哲雄氏による春光台公園ラベンダー植栽地におけるマルハナバチ防除・観察結果

表 7. 井本哲雄氏による金星町ラベンダー植栽地におけるマルハナバチ防除・観察結果

| 種名 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| セイヨウオオマルハナバチ | 379 | 406 | 829 | 300 | 0 | 348 |
| エゾオオ+エゾコマルハナバチ | 53 | 26 | 58 | 15 | 0 | 13 |
| アカマルハナバチ | 4 | 2 | 10 | 0 | 1 | 3 |
| ハイイロマルハナバチ類 | 11 | 5 | 46 | 4 | 0 | 49 |
| エゾトラマルハナバチ | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 在来種合計 | 70 | 33 | 114 | 19 | 1 | 65 |
| 調査頻度 | 3 | 3 | 7 | 6 | 2 | 7 |
| 1回当たりのセイヨウ個体数 | 126.3 | 135.3 | 118.4 | 50.0 | 0.0 | 49.7 |
| 在来種合計 | 23.3 | 11.0 | 16.3 | 3.2 | 0.5 | 9.3 |
| セイヨウ率 | 0.84 | 0.92 | 0.88 | 0.94 | 0.00 | 0.84 |

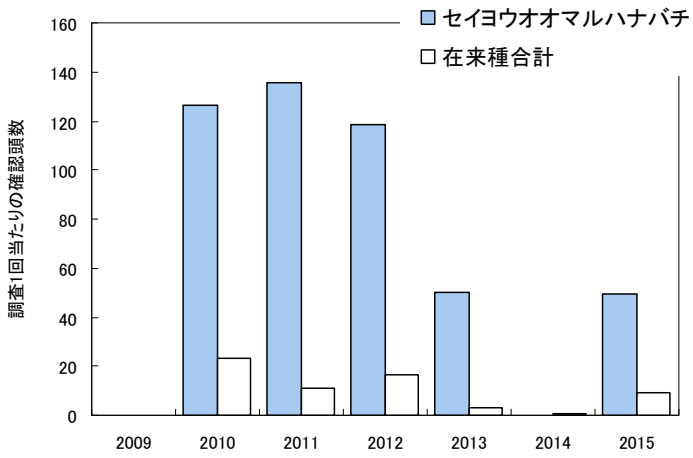



図 13. 井本哲雄氏による金星町ラベンダー植栽地におけるマルハナバチ防除・観察結果

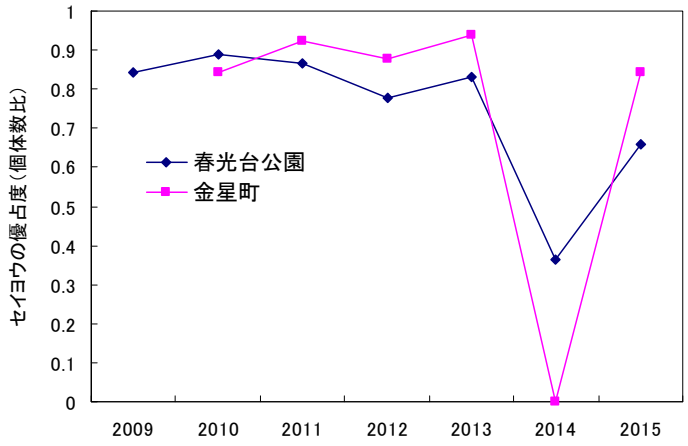



図 14. 井本哲雄氏による春光台公園および金星町ラベンダー植栽地におけるセイヨウの個体数比の経年変化

## ② データの継続的な収集のためのモニタリング手法の検討

### (a) 調査手法マニュアル・記録シートの作成

高山帯におけるセイヨウの侵入定着を監視し、在来マルハナバチへの影響評価をするために、モニタリング調査手法をまとめた。また、モニタリング従事者の在来種の同定を支援するための高山帯に特化した携帯図鑑を作成した。

#### （1）モニタリングの手法

低密度下では目視による確認しか有効な手法はない。一定の経験を積んだ者を含む 2 人以上の調査班を作り、登山道を用いて定期的に踏査を行う（登山道の左右両側を監視する）。できるだけ頻繁に広範囲をカバーできるように行うことが望ましいが、モニタリングにか

けられる人員が限られる場合は、過去の確認事例を参考にして、まずは 7 月下旬～8 月中旬にかけて、旭岳姿見～裾合平を中心に実施する。大雪山をフィールドにする研究者やボランティアなどとも連携し、データが集まる仕組みを作ることも重要である。

記録は、以下の調査票を参考に行う。調査日、時刻、調査者名、踏査ルート、確認されたマルハナバチの種類とおおよそ個体数、行動などで、セイヨウの確認があった場合は、正確な場所を地図上に記録する（GPS も併用するとよい)。在来のマルハナバチの同定についてはハードルがあるが、セイヨウの蔓延度合いの指標である優占度を求めたり、在来マルハナバチ相への影響を推定したりする意味でも、確実に把握する（同定を支援する簡易図鑑を作成・配布したり、講習会を開催する)。また、調査時の様子、開花状況、マルハナバチ類などについて随時、写真撮影する。

データは、散逸防止や必要なときに直ちに解析に用いられるよう、表計算ソフトまたは GIS ソフトにて入力し、写真などとともに管理する。

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【♂】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 | 緯度 | 経度 | 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 | アオノツガザクラ | ○ | 鏡池北 | 1620 | 43.679755 | 142.84406 | 花に盗蜜痕あり | ○ |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | |

### （２）モニタリング支援のための携帯図鑑

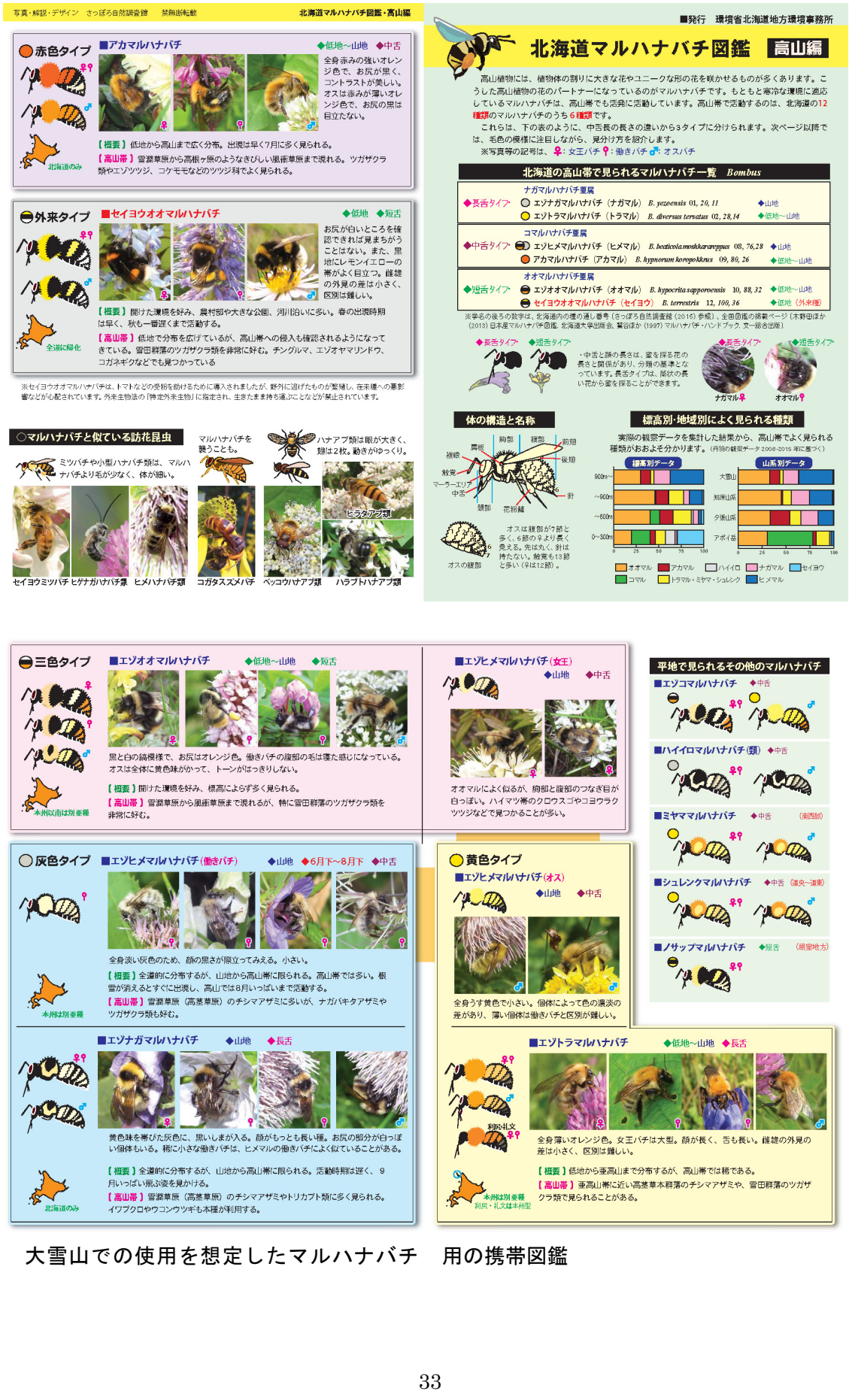
・コンセプト

本業務の受注者であるさっぽろ自然調査館では、これまで携帯用の「観察会カード」（簡易図鑑）を独自に製作し、シリーズ化させてきたが（「にている川虫の見分け方」「地表性甲虫・簡易図鑑」「広葉樹・簡易図鑑」など)、2015 年にマルハナバチを対象にした図鑑を製作していた（「北海道のマルハナバチ図鑑」、さっぽろ自然調査館 2015)。国内のマルハナバチ図鑑としては、「日本産マルハナバチの分類・生態・分布」（伊藤 1991)、「マルハナバチハンドブック」（鷲谷いづみほか 1997)、「日本産マルハナバチ図鑑」（木野田ほか 2013）などがすでにあるが、「北海道のマルハナバチ図鑑」はマルハナバチをテーマにした一般向けの野外観察会での配布・使用を想定している（非売品)。そのため、携行のしやすさを第一に追求し、A4 版一葉（中折して A5 サイズとして使用、計 4 ページ）としている。コンテンツについては、これまで道内各地で数多く企画・開催してきたマルハナバチ観察会の経験を活かし、マルハナバチに詳しくない一般人をユーザーに想定し、検索も分類学的な枠組みにとらわれず外見（体毛のパターン）の類似性に基づくなどの工夫を取り入れている。本業務で製作する携帯図鑑とは、目的や活用シーンでの重複が大きいと考えられることから、「北海道のマルハナバチ図鑑」をベースとして活用することとした。

ただし、「北海道のマルハナバチ図鑑」は全道版のため、道内に生息する全 12 種を取り上げている。本業務で製作する携帯図鑑では、高山帯で見られる種にしぼってより使いやすいものに仕上げた。また、写真などもできるだけ大雪山高山帯で撮影したものに差し替えた。

・対象種

エゾナガマルハナバチ、エゾトラマルハナバチ、エゾヒメマルハナバチ、アカマルハナバチ、エゾオオマルハナバチ、セイヨウオオマルハナバチの計 6 種を対象とした。




大雪山での使用を想定したマルハナバチ　用の携帯図鑑

表 8. 大雪山高山帯におけるマルハナバチ一覧

| no | 亜属 | 構成する種（女王・働きバチ・オス） | 学名 | 図鑑1 | 図鑑2 | 中舌長 | 生活史 | タイプ | 特徴・注意 | 高山帯でよく見られる環境・花 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ナガマル亜属 | エゾナガマルハナバチ（ナガマル） | *B. yezoensis* | 20 | 11 | 長い | 長期営巣タイプ | 灰色 | お尻の部分が白っぽい個体もいる。稀に小さな働きバチではヒメマルの働きバチによく似ていることがある | 雪潤草原（高茎草原）のチシマアザミに多いが、ダイセツトリカブトやイワブクロにやや特異的に集まる |
| 2 | ナガマル亜属 | エゾトラマルハナバチ（トラマル） | *B. diversus tersatus* | 28 | 14 | 長い | 長期営巣タイプ | 黄色 | 高山帯ではまれ | 高山帯では稀で、亜高山帯に近い高茎草本群落のチシマアザミや、雪田群落のツガザクラ類で見られることがある |
| 3 | コマル亜属 | エゾヒメマルハナバチ（ヒメマル） | *B. beaticola moshkarareppus* | 76 | 28 | 中間 | 短～長期営巣タイプ | 三色 | エゾオオマルハナバチにそっくり | （女王は）ハイマツ帯のクロウスゴやコヨウラクツツジなどで見つかることが多い |
| 3 | コマル亜属 | エゾヒメマルハナバチ（ヒメマル） | *B. beaticola moshkarareppus* | 76 | 28 | 中間 | 短～長期営巣タイプ | 黄色 | 個体によって黄色みの濃淡の差が大きい。薄い個体は働きバチと区別が難しい | 雪潤草原（高茎草原）のチシマアザミに多いが、ナガバキタアザミやツガザクラ類も好む |
| 3 | コマル亜属 | エゾヒメマルハナバチ（ヒメマル） | *B. beaticola moshkarareppus* | 76 | 28 | 中間 | 短～長期営巣タイプ | 灰色 | 女王バチとは同種と思えないぐらい見た目が異なる | 雪潤草原（高茎草原）のチシマアザミに多いが、ナガバキタアザミやツガザクラ類も好む |
| 4 | コマル亜属 | アカマルハナバチ（アカマル） | *B. hypnorum koropokkrus* | 80 | 26 | 中間 | 短期営巣タイプ | 赤色 | ♂はオレンジ色で、赤みが弱い。黄色タイプに近いものもいて間違えやすい | 雪潤草原から高根ヶ原のようなもっとも厳しい風衝草原まで現れる。ツガザクラ類やエゾツツジ、コケモモなどツツジ科で多くみられるのが特徴 |
| 5 | オオマル亜属 | エゾオオマルハナバチ（オオマル） | *B. hypocrita sapporoensis* | 88 | 32 | 短い | 長期営巣タイプ | 三色 | ♂は全体に黄色実を帯び、三色のトーンがはっきりしないので、黄色タイプに間違われやすい | 雪潤草原から高根ヶ原のようなもっとも厳しい風衝草原まで現れるが、特に雪田群落のツガザクラ類を非常に好む |
| 6 | オオマル亜属 | セイヨウオオマルハナバチ（セイヨウ） | *B. terrestris* | 100 | 36 | 短い | 長期営巣タイプ | 外来 | 雌雄の差は非常に小さい | 雪田群落のツガザクラ類を非常に好む。チングルマ、エゾオヤマリンドウ、コガネギクなどでも見つかっている |

図鑑1：　「マルハナバチハンドブック」
図鑑2：　「日本産マルハナバチ図鑑」

### (b) 在来種を含めた簡易的なデータ収集システムの検討

これまで北海道のセイヨウオオマルハナバチバスターズ登録者を中心に広く利用されてきた「セイヨウ情勢」（地球環境情報統融合プログラムの「セイヨウ情勢」データベース）が、2016 年以降、稼動停止状態にある。平成 28 年 11 月に現在の管理者である北海道環境財団（HoBiCC）に尋ねたところ、復旧の見通しはまったくないという回答だった。セイヨウ情勢の立ち上げにかかわった鷲谷いづみ氏（中央大学教授）に確認したところでは、セイヨウ情勢のシステム本体は現在も国立情報学研究所にあり、復旧が可能かどうか確かめたいということだった。

こうした状況を受けて、現在、北海道ではデータの収集方法や、具体的なデータの活用内容について検討している。

また、本業務においては、大雪山において一般からのセイヨウの情報提供等を求めるためのリーフレットを作成した。リーフレットの内容構成については、既存のものも参考にしながら、以下の通りとした。

・高山帯にセイヨウが侵入定着する可能性や問題に関する周知
・一般の公園利用者に目撃情報提供の呼びかけ
・セイヨウの識別方法（携帯図鑑との連携）
・そのまま報告できる記入シート・地図

## セイヨウオオマルハナバチが高山帯に定着してしまうと・・・

**■セイヨウオオマルハナバチとは**

トマトなどの授粉用に海外から輸入され、農業ハウス内で使われてきましたが、逃げ出したものが野外で急増したため、特定外来生物に指定されています。

**■何が問題か**

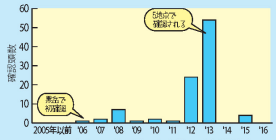
在来マルハナバチと野生植物は密接な共生関係を築いていますが、外来種によって撹乱されるおそれがあります。また、在来のマルハナバチが競争に負けて数が減ることなどが考えられます。

花に穴を開けて盗蜜

**■大雪山への侵入状況**

2006年には初めて大雪山でもセイヨウオオマルハナバチが確認されました。それ以降、旭岳姿見の池周辺で頻繁に確認されています。一時期は数が増え定着が懸念されましたが、見られなかった年もあります。

●2016年までの確認箇所（表大雪）




これまでの大雪山の高山帯での確認状況

**■監視の必要性**

しかし今後いつ定着するか分からず、迅速で有効な対策のためには、継続的な監視が必要です。広大な大雪山系における情報収集にあたっては、登山者のみなさんの協力を必要としています。

## 情報提供に当たっての注意

- セイヨウオオマルハナバチの捕獲に当たっては、北海道が運営するセイヨウオオマルハナバチバスターズに登録してください（下記の北海道のサイトを参照）。また、在来のマルハナバチは捕獲せずに観察にとどめ、誤って捕獲したときは直ちに放してください。
- 監視は登山道からはずれないでしてください。
- これらのことを守らない場合、自然公園法や外来生物法違反になる恐れがあります。
- マルハナバチはおとなしいので観察していて刺されることはありませんが、手でつかむと刺されますのでご注意ください。

## 目撃情報の送付先

情報は、裏のシートに記入して、ファクス・郵送等で下記までお寄せください。

環境省 上川自然保護事務所
〒078-174 北海道上川郡上川町中央町98-4
TEL 01658-2-2574　FAX 01658-2-2681

## セイヨウオオルハナバチに関する情報

セイヨウオオマルハナバチについてより詳しい情報を知りたい方は、下記のサイトや資料も参考にしてください。


- 特定外来生物の解説「セイヨウオオマルハナバチ」
  http://www.env.go.jp/nature/intro/1outline/list/L-kon-08.html
- 外来生物法「セイヨウオオマルハナバチ」
  https://www.env.go.jp/nature/intro/1outline/list/files/209.pdf
- 北海道「セイヨウオオマルハナバチのページ」（バスターズ登録も）
  http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/alien/seiyo/seiyo_top.htm
- 国立環境研「侵入生物データベース（セイヨウオオマルハナバチ）」
  https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/60080.html
- 国立環境研（五箇公一）「セイヨウオオマルハナバチの侵入種問題」
  http://www.nies.go.jp/risk/mei/mei005_3.html
- 自然環境研究センター（編）（2008）決定版 日本の外来生物. 平凡社
- 水野田君公ほか（2013）日本産マルハナバチ図鑑. 北海道大学出版会
- 鷲谷いづみほか（1997）マルハナバチ・ハンドブック. 文一総合出版



環境省北海道地方環境事務所
上川自然保護官事務所　〒078-174 上川郡上川町中央町98-4　TEL 01658-2-2574
東川自然保護官事務所　〒071-1423 上川郡東川町東町1-13-15　TEL 0166-82-2527
上士幌自然保護官事務所　〒080-1408 河東郡上士幌町字上士幌東3線235-33　TEL 01564-2-3337



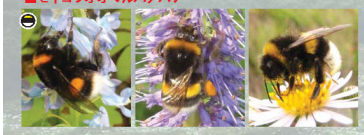
2017年3月発行　（写真・イラスト：井本哲雄・さっぽろ自然調査館）

## マルハナバチの見分け方

北海道の高山帯で活動するのは、北海道在来の**11種類**のマルハナバチのうち**5種類**です。これらの在来のマルハナバチとセイヨウオオマルハナバチは、体に生えている毛色の模様で見分けることができます。

すばやく花から花へと動き回るため、最初は見分けにくいですが、下記の説明や図鑑等を参考に、見分けして見てください。在来種の情報も重要な資料となります。

**■セイヨウオオマルハナバチ**



お尻が白いのが最大の特徴です。また、黒地にあざやかなレモンイエローの帯がよく目立ちます。オスと働きバチはよく似ています。

**在来種（北海道に元々すんでいる）**

**■エゾオオマルハナバチ**

**■エゾヒメマルハナバチ**

**■エゾナガマルハナバチ**

**■エゾトラマルハナバチ**

**■アカマルハナバチ**

## 大雪山でセイヨウオオマルハナバチを見つけたら

公園内でセイヨウオオマルハナバチを見つけたら、記入シートに必要事項を記入して、裏面の連絡先に郵送やファクスで送付してください。在来種についての情報も同時にお寄せください。

### 大雪山 マルハナバチ情報報告シート

**★報告者と今回の山行の情報**

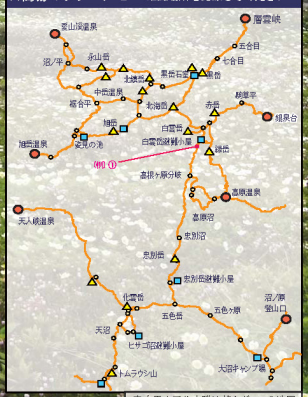
| | | |
|---|---|---|
| ■氏名 | ■過去の報告〔今年　回目／昨年まで　あり・なし〕 | |
| ■連絡先　・住所 〒　- | | |
| ・電子メール | ・電話 | ・ファクス |
| ■山行の日程〔　年　月　日〕～〔　月　日〕 | ■天気 | |
| ■山行のルート　入山口〔　〕～経由・宿泊〔　〕～下山口〔　〕 | | |

**★見つけたマルハナバチと来ていた花**

| 月日 | 地名 | 地図 | 種名 | 頭数 | 来ていた花 | 写真？ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7／28 | 白雲小屋の南 | ① | ヒメマル | 4, 5頭 | チシマアザミ | あり・No.1 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

※確認した場所ごとに記入してください。『地図』の欄は丸数字を書いて、右の地図と対応させてください。
※写真を撮影された方は、表との対応がわかるように裏に番号を書いて添付してください。
※集約した結果はホームページ等で発表します。結果のとまとめを希望される方は、その旨書いてください。

**★簡易マップ・メモ**　確認場所を記録してください




東大雪山系や十勝連峰など、この地図にない範囲での情報は、下記に○を付けて、別途地図を添付してください。

■（　）別添地図あり

## （2）考え方(素案)の作成

過年度の業務の成果、上記の結果、環境省担当官が提示する考え方(素案)の骨子を踏まえて、考え方(素案)を作成した（詳細は資料編を参照のこと）。

構成は以下の通りである。

第１章　背景及び目的

１-１．北海道におけるセイヨウオオマルハナバチの現状

１-２．大雪山国立公園におけるセイヨウの現状

１-３．セイヨウが高山帯に定着した場合に予想される影響

１-４．本考え方作成のねらい

第２章　セイヨウオオマルハナバチの生態

２-１．生物学的特徴

第３章　大雪山におけるセイヨウオオマルハナバチの現状と侵入、定着経路

３-１．大雪山国立公園の高山帯の自然環境

３-２．大雪山国立公園の高山帯および周辺域におけるセイヨウの確認状況

第４章　大雪山におけるセイヨウオオマルハナバチの防除計画と実施

４-１．基本的な考え方

４-２．モニタリング及び防除の手法

４-３．周辺地域の各主体との連携と協力

４-４．野外における薬剤防除の技術確立と実施に向けた合意形成

第５章　おわりに

## （3）関係者との意見交換

平成 29 年 2 月 21 日､上川総合振興局において外来種対策に関する情報交換会が行われ、上川管内の行政関係者、外来種防除に取り組む市民団体ら 41 名が参加した。情報交換会の中で、大雪山高山帯におけるセイヨウオオマルハナバチ防除の考え方（素案）の必要性や内容（今年度業務で実施した素案作成に必要な情報収集結果を含む。）を参加者に対して説明した。意見交換（質疑応答）では、素案の内容に直接踏み込んだ意見等はなく、おおむね理解されたものと思われる。

意見交換（質疑応答）

（旭川青果物出荷組合連合会）

・私はハウスにいるときのセイヨウしか見たことがないが、野外ではどのぐらいの寿命があるのか。

⇒（受注者）働きバチの寿命は１ヶ月程度といわれている。生理的にはもっと生きられるが、天敵に襲われるなどで死ぬことが多い。女王は、秋に生まれて翌年の秋まで生きることができる。

・ハウスから女王が逃げ出すことは考えにくい。野外で見つかるセイヨウはどこからきているのか。

⇒（受注者）野外でも再生産されている。ただ、もしハウスからの逸出があれば、そこからということも考えられる。

・野外での営巣場所はどんなところか。どのぐらい繁殖するのか。

⇒（受注者）セイヨウは人工的な環境をよく利用する。人家周辺、小屋など。ネズミの古巣を活用するので、ネズミが棲むゴミの堆積場、廃タイヤ置き場のような場所でも見たことがある。巣の大きさは、巣によってまちまちだが、上川は夏の条件がよいので 1000 ぐらいの繭数になりうると思う。

（旭川市環境部政策課環境保全係・川辺氏）

・農業地帯以外でもセイヨウの生息密度が高い場所があるようにみえたが、それはどんな場所なのか。

⇒（受注者）基本的には農村部に多い。

・スーパー堤防のような場所もセイヨウの住処になるか。

⇒（受注者）セイヨウの花資源としてはクローバー類が重要。堤防沿いの草地もクローバーが多ければ重要な生息場所になる。クローバーが多い場所で草刈り管理を行うことも、セイヨウの有効な管理につながる可能性がある。

（大雪と石狩の自然を守る会・寺島氏）

・上川地方では標高 400m 付近にセイヨウの壁があるということだが、自然の要因なのか、人工的なものなのか。

⇒（受注者）基本的には自然地形が影響している。上川盆地では平地が終わり山間部が始まるのがおよそ標高 400m 付近に当たる。400m という標高に意味はなく、偶然この地域では平地が終わる標高が 400m 付近であったと考えられる。それに加えて、土地利用もその付近まで農地になっているので、段差がより明瞭になっていることが考えられる。

・セイヨウの問題は、(1) 発生源、(2)（高山帯への）侵入拡散、(3) 定着の三つに分けてそ

れぞれ対策を取るべき。そのためのデータがないと科学的な対策が難しいということ。
・昨年 12 月にもセイヨウオオマルハナバチ協議会1で、多様な関係者が顔を合わせる集まりが持たれたが、それも有意義だった。行政で、多様な関係者が定期的に集える場を今後も用意してほしい。
・セイヨウが低地からダイレクトに高山帯に入り込んでいるという話があった。われわれも山麓の道路でモニタリングしているが、単純には広がっていかない。セイヨウの拡散を助けるような構造物の存在など、情報を集めることが大切。その意味でも、多様な主体が集まる情報交換会は必要。

（大雪と石狩の自然を守る会・関口氏）
・先ほど、農業系の方（旭川青果物出荷組合連合会）から野外でのセイヨウのことをよく知らないという発言があったが、われわれにとっては逆にハウス内のセイヨウの様子を知る機会がなく、このような情報交換会に農業関係者の参加があるのはよいこと。ハウスで使い終わったセイヨウはどう処分しているのか。
⇒（旭川青果物出荷組合連合会）適法に処理している。取扱業者が引き取るか、ビニール袋に入れて密閉し死滅させる。

（上川総合振興局・中島氏）
・大雪と石狩の自然を守る会からご提案のあった組織化についてはすぐには対応できないが、環境省、農協関係者などとも相談しながら、足固めしていきたい[2]。

1 平成 28 年度生物多様性推進支援事業、北海道セイヨウオオマルハナバチ対策推進協議会主催セミナー「セイヨウオオマルハナバチの現状と今後取り組みを方を考える」 （12 月 17 日開催）
2 これは、素案における「周辺地域の各主体との連携と協力」にも関わるものである。

# ５　これまでの成果と今後の課題

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、連続する周辺低地と一体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（高山帯だけでの取り組みは対処療法にすぎず、解決には総合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、解決された事例もないため、今後の取り組みが重要であり、モデルケースとしての意味もある。

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、特定の団体だけ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、外来種の根絶・低密度化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。そこで昨年度、それまでの成果と課題にもとづき、今後必要な取り組みについて 3 年程度を目処に整理したが、今年度の成果と残った課題を再整理した。

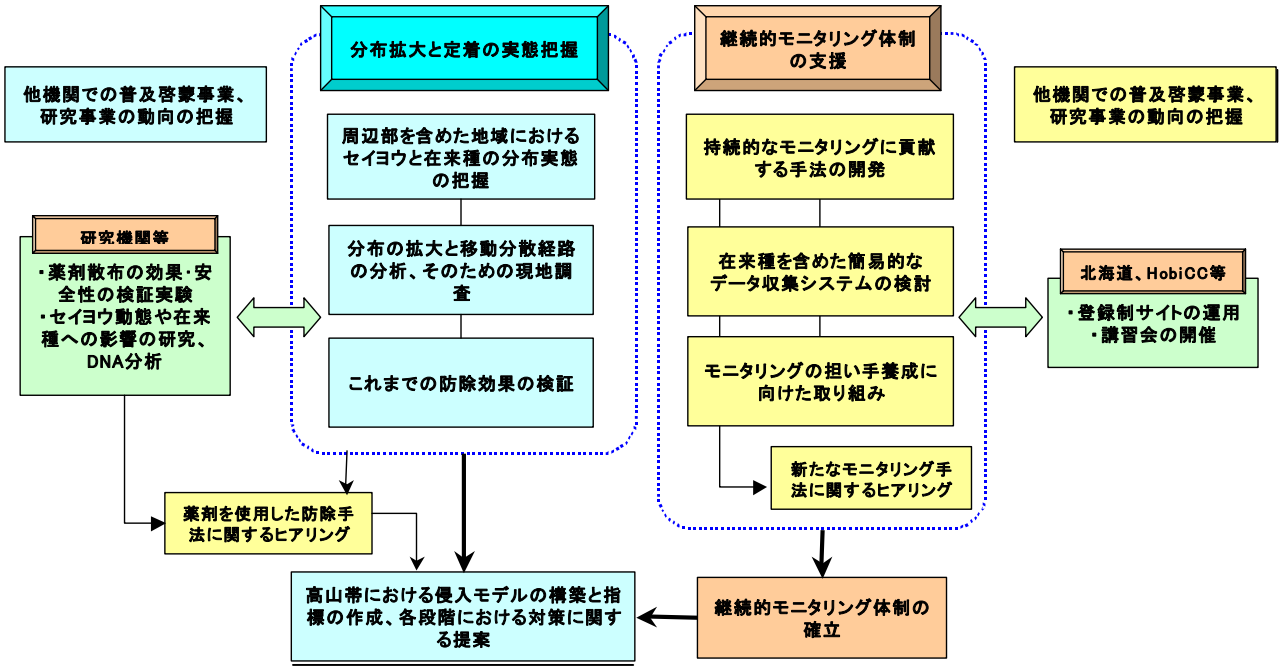



図 15. 今後の事業の進め方の案（既存の取り組みや他機関との調整）

◆1年目（平成28年度）：

・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）

・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）

◆2年目（平成29年度）：

・大雪山高山帯におけるセイヨウ防除の考え方（素案）の具体化（高山帯における侵入モデルの構築と指標、各段階における対策についての意見収集（特に専門家））

・モニタリングの担い手養成に向けた検討

◆3年目（平成30年度）：

・大雪山高山帯におけるセイヨウ防除の考え方の取りまとめ

・薬剤を使用した防除手法や新たなモニタリング手法に関するヒアリング

※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）他機関による研究事業、普及啓発事業の動向の把握、意見交換等（平成 28 年度実施）**

国立環境研の五箇公一氏の講演等を元に薬剤を使用した防除技術の概要や期待される効果を整理するとともに、五箇公一氏にヒアリングを行い、今後の見通しとして、安全性や技術的な課題、技術確立までに必要な年数（予想）について回答を得た。

また、上川管内において今年度からマルハナバチ相の研究を開始した北海道教育大学旭川校の奥寺繁講師から、研究内容と結果概要について情報を得た。情報交換等、今後の連携の可能性についても確認した。

一方、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は情報が得られていないが、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。

また、セイヨウ対策に関わる普及啓発活動の情報収集として、大雪山マルハナバチ市民ネットワーク主催の外来生物市民学習会（旭川）、北海道セイヨウオオマルハナバチ対策協議会主催のセミナー「セイヨウオオマルハナバチの現状と今後の取り組みのあり方を考える」にそれぞれ参加し、情報収集を図った。北海道によるセイヨウオオマルハナバチバスターズの取り組みなどについても、今後新たな動きや活動紹介等があれば、逐次情報収集を図っていく。

さらに、上川総合振興局主催の「上川総合振興局管内市町村等外来種対策担当者情報交換会」および北海道セイヨウオオマルハナバチ対策協議会主催のセミナー「セイヨウオオマルハナバチの現状と今後の取り組みのあり方を考える」において、本事業の紹介と意見交換をそれぞれ行った。

**（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（平成 28 年度実施）**

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、大雪山及び周辺地域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した。情報収集先としては、主に「セイヨウ情勢」や平成 27 年度のヒアリングで得られた情報所有者などとした。

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化した。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化した。

**（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（平成 28 年度実施）**

大雪山周辺におけるセイヨウの生息状況、大雪山の高山帯における分散状況の推定、セイヨウの行動圏を踏まえ、大雪山の高山帯への侵入を防止するために、特に低地において防除が重要な地域を特定することを目指し、上記（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、潜在的な高山帯への移動分散経路などについて分析した。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、現地調査により補なった。

**（4）これまでの防除効果の検証（平成 28 年度実施）**

北海道上川総合振興局管内の低地のいくつかの地点で、定期的な防除活動が続けられている。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、これまでの防除活動の効果を検証した。

市民団体や上川総合振興局などが定期的な防除（一部ではモニタリングも）を続けてきた上川管内のいくつかの地点において、現地調査を行うか、または既存のモニタリングデータがあれば調査者からデータを借り受けて、防除効果が見られるかどうか検証した。また、防除地点の近隣で類似した環境があれば対照地として、比較のための調査を行った。対照地との比較が難しいこともあるが、明瞭な防除効果を示す結果は得られなかった。

**（5）調査手法マニュアル、記録シート等の作成（平成 28 年度実施）**

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われることが望ましい。調査手法をまとめたマニュアルや記録シート、モニタリング従事者の在来種の同定を支援するための高山帯に特化した携帯図鑑を作成した。

**（6）考え方（素案）の作成（平成 28 年度実施）**

過年度および今年度の業務成果、環境省担当官が提示する考え方(素案)の骨子を踏まえて、考え方(素案)を作成した。

**（7）在来種を含めた簡易的なデータ収集システムの検討（平成 28 年度実施）**

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した。データ登録のための多様なインターフェース、大雪山・周辺地域に対応した調査シートの提供、登録不要の情報提供方式などについて検討した。また、セイヨウの情報提供等を得るためのリーフレットを作成した。

**（8）調査手法マニュアル（モニタリングシート）、携帯図鑑を利用した講習（2 年目）**

改良されたモニタリングシート、作成された携帯図鑑を使った講習を実施する。また、改善が必要な点が見つかれば、次回の改訂に生かせるよう、利用者の意見を収集する。

**（9）モニタリングの担い手養成に向けた検討（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。上川総合振興局などの取り組みと連携できる部分については連携を目指していく。

**（10）大雪山高山帯におけるセイヨウ防除の考え方（素案）の具体化（2 年目）**

今年度作成した考え方（素案）の具体化に向けて、高山帯における侵入予測モデルの構築とそれにもとづく有効な対策の提案、段階判定の指標化を行う。また、姿見周辺等でまとまったセイヨウの侵入があれば現地調査を行い、予測モデルや対策の立案にいかす。さらに、素案全般や各段階における対策等についての意見収集をはかる（特に専門家)。

**（11）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。

**（12）大雪山高山帯におけるセイヨウ防除の考え方のとりまとめ（3 年目）**

これまでの成果を踏まえて、大雪山高山帯におけるセイヨウ防除の考え方をとりまとめる。野外における薬剤防除の技術確立など流動的な面もあり、3 年目の時点ですべての要素が揃っていないことも考えられるが、その場合は可能な範囲でまとめる。

# 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

伊藤誠夫（1991）日本産マルハナバチの分類・生態・分布. ベルンド・ハインリッチ 「マルハナバチの経済学」、pp258-292. 文一総合出版

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
菊池玲奈・鷲谷いづみ (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―高山植物と雪渓の生態学 (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
さっぽろ自然調査館（2015）北海道マルハナバチ図鑑.
さっぽろ自然調査館（2016）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報告書. 環境省
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ベ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
曽田貞滋（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
舘脇 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（2008）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
ハインリッチ 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・鷲谷いづみ（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 terretris* 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・鷲谷いづみ（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・鷲谷いづみ（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). プロナチュー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

鷲谷いづみ・鈴木和男・加藤真・小野正人（1997）マルハナバチハンドブック. 文一総合出版

鷲谷いづみ(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

鷲谷いづみ（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.

鷲谷いづみ・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 potentiall 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 Conserv12:135–146

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.

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.

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.

Matsumura C, Yokoyama J, Washitani I (2004) Invasion status and potential ecological impacts of an invasive alien bumblebee, Bombus terrestris L. (Hymeoptera: 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, Kellling 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