

昆虫から見た北海道の生物多様性

堀 繁久

要 旨

北海道の昆虫相の特徴と多様性について考える。特に多様性の高いエリアの構成と、北海道の昆虫相の多様性を減少させている要因について、生息地の環境変化、舗装道路の整備、薬剤の影響、そして外来種の影響等について個々の事例を含めて紹介する。

1 北海道の昆虫相

1.1 昆虫から見たブラキストン線

北海道の昆虫相にはどんな特徴があるのだろうか。脊椎動物のブラキストン線^(注1)のように、津軽海峡が分布境界線になっているのだろうか？ セミ、チョウ、トンボ、クワガタムシなど、身近に飛び回っている一般的な昆虫を見てみると、青森と函館ではそれほど大きな差は見られない(堀, 2007a)。しかし、移動能力の低い昆虫を見てみると、結構大きく異なっている部分が見えてくる。本州北端まで分布している昆虫には、ホソアカガネオサムシ、ゲンジボタル、トウホクヒメハナカミキリ、コブヤハズカミキリ、オオルリハムシ、クロマルハナバチなどがあり、北海道には分布していない。逆に、北海道で見られるオオルリオサムシ(図1)、アイヌキンオサムシ、エゾカミキリ、アイヌヨモギハムシ、ワタナベハムシ、ハネナガキリギリスなどは、本州以南には分布していない。ナガマルハナバチ、トラマルハナバチ、コマルハナバチ、オオマルハナバチなどのマルハナバチ類やヤママユ、オオミズアオ、クスサンなどのヤママユガ科の大型ガ類などでは本州以南と北海道では亜種を異にしている。移動能力の低い昆虫では、やはり本州以南と北海道では、遺伝子の交流が断絶してきた期間が長かった様子で形態的な違いができてきているようである。世界的な広い視点で見



図1 オオルリオサムシ

てみると、日本の中で北海道は、本州とのつながり以上に、ヨーロッパから極東へかけてのユーラシア大陸とのつながりが、より強い地域ということが見えてくる。

1.2 道内でも南高北低？

一般に生物の種数は緯度が高くなるにしたがって減少してくる。道内においてもその傾向が見られ、北海道に分布しているエゾハルゼミ、エゾゼミ、コエゾゼミ、アカエゾゼミ、アブラゼミ、ミンミンゼミ、ヒグラシ、ツクツクボウシ、ニイニイゼミ、エゾチッチゼミ、チッチゼミの11種のうち、道東や道北などの寒い地域まで広く分布して

注1 ブラキストン線：北海道と本州の間に引かれた生物分布境界線。函館で貿易商を営んだ英国の博物学者ブラキストンが鳥類の分布をもとに提唱した。

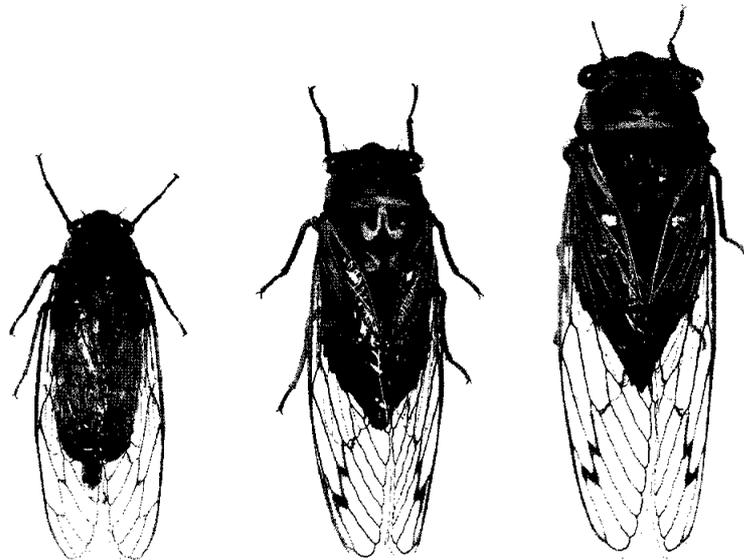


図2 北海道全域で見られるセミ3種。エゾハルゼミ(左:42 mm)、コエゾゼミ(中:48 mm)、エゾゼミ(右:60 mm)

いるのは、エゾハルゼミ、コエゾゼミ、エゾゼミの3種(図2)で、場所によってはアカエゾゼミとエゾチッチゼミが分布している。一方、渡島半島にはエゾチッチゼミを除く全ての種が分布しており、恵山は北海道唯一のチッチゼミの産地として知られている。その中間の札幌市では、その中間くらいの種類数の声を聞くことができるが、札幌市内でも中央区と厚別区では見られるセミが違っていたりして、かなりその分布は限定されている種もある。種数が少なく鳴き声が特徴的なセミが判り易い一般例としたが、北海道内各地の昆虫の生息種数もこのセミに近い傾向がある。つまり、南西部で種類数が多くなり、北東部に行くほど種数が減少してくる。道北や道東では生息種類数は少なくなるが、その代わり日本ではそこで見ることのできない寒地系の特徴的な昆虫を見ることができる。

では、北海道で生物多様性の高いのは道南だけなのだろうか? やはり、地域毎にその様相は違っていて、道東部でも知床半島などでは比較的多くの種類の昆虫が見られる。それは、狭いエリアの中に、海岸から高山までの急激な高低差をもつ環境が存在し、さらにその中に、湿原や地熱の高い温泉など様々な異質な環境が箱庭のように存在するため、生態系の多様性が高くなっており、それぞれの環境に適応した昆虫類が生息することにより、結果的にその地域の種の多様性が高くなっているためである。

1.3 未解明の昆虫相

北海道の昆虫相の多様性を支えているのは、そ

の島の広さと自然環境のバラエティーさであろう。海岸、草原、湿原、森林、河川、湖沼、高山、島など様々な生息環境が残されており、それぞれの環境毎に特有の昆虫が生息している。しかも、その全容は未だ解明されておらず、前章でかなり昆虫相が判ってきているようなことを書いたが、実際に判明しているのはチョウやトンボ、カミキリムシなど一部の大型昆虫に限られ、小さなハエやハチなどはまだ名前のついていない種や未発見の種が沢山残されているのが現状である。また、地中や空中など、普段我々の目につかない環境にも様々な昆虫が活動しており、そこにはまだまだ未知の昆虫が暮らしている。自分の判る甲虫類だけでもここ10年くらいで多数の新種、新亜種、日本未記録種が北海道から発見されている。記憶に残っている北海道から発見された主な甲虫を紹介すると、湿原環境からアナバネコツブゲンゴロウ(堀, 2000)やキタキイロネクイハムシ(図3:堀, 2006)、島や高山帯からリシリノマックレイセアカオサムシ(Imura, 2004)やタカネセスジアカガネオサムシ(Imura, 2003)、海岸からオオチシマシデムシ(堀, 2001)やウミゴミハネカクシ(Assing and Maruyama, 2002)など、道内各地の様々な環境から興味深い甲虫の発見が続いている。空中を浮遊するプランクトンのような小型の昆虫を捕獲するため、車の屋根に設置した目の細かい網で空気を漉しとってサンプリングするトラップという手法で発見された体長1.3 mmほどのホリチビセスジハネカクシ(Watanabe, 2004)などの微小甲虫の発見もあり、北海道の昆虫の記録種数は今後も伸び続けることは間違いない。

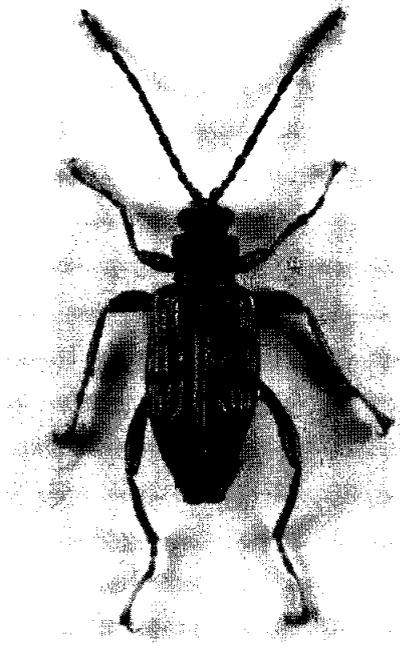


図3 釧路湿原達古武沼で発見された
キタキイロネクイハムシ(6mm)

2 昆虫類の重要生息地

2.1 河口環境の重要性

あと、昆虫類で忘れてはならない生物多様性が高いホットスポットがある。それは、大きな河川の河口部。そこは、海と陸と川の環境が出合う、まさに生態系のぶつかりあう場所で、河跡湖や湿原、草原、河畔林など様々な特有のハビタット(生息環境)もあわせもつ場所であるとともに、背景に広がる広大な集水域から、多種多様な昆虫がそこに流れ着く場所でもある。

1981年の8月に石狩川河口周辺で洪水の時にゴミムシ類を採集した記録が残されている。その記録を見てみると、何とその短期間の調査で100種を超える種類が確認されている(松本ほか, 1981)。その種数は北海道に分布するこのグループの1/3にも及ぶ種数である。その多くは、石狩川の河畔を中心とした広大な集水域から流れ着いたゴミムシである。その中には、何故か洪水の時にしか見つからないような変わった種も含まれている。勿論、それらのゴミムシは生きてまま河口周辺や海岸に流れ着いているので、その多くは天候が回復するとともに分散していくが、一部はその周囲の環境に住み着くこととなる。大河の河口というのは、利根川河口の銚子港、天塩川河口の天

塩港など港としてコンクリートで固められて、生物の生息環境として全く機能しなくなっている所も多いが、北海道の誇る石狩川や十勝川の河口部は、比較的良好な状態で生物の生息環境として残っており、非常に生物多様性の高いエリアとして将来に渡って保全すべき環境であると考えられる。

2.2 昆虫類の特化した地域

北海道内の飛翔能力を欠くなどした移動能力の低い昆虫の分布エリアを見てみると、渡島半島、夕張山塊、日高山脈、増毛山塊などで特化した固有種や固有亜種に分化した昆虫をみることができる。これらの地域は、昆虫のみならず、植物などでも固有種や固有の変種が存在するエリアであり、地史的な時間スケールで、その土地の生物相の成立にかかわる色々なイベントが過去に何度も繰り返されたようだ。日高山脈からヒダカヌレチゴミムシ (Zamotajlov and Morita, 2001) が、夕張山塊からアシベツヌレチゴミムシ (Morita, 2002) が新種として記載された。また、近年、襟裳岬のセダカオサムシが新亜種として記載された (Imura, 2007)。特に後翅の退化したゴミムシ類やハムシ類で次々と新しい種や亜種が発見されてきているが、種類が多くまだまだ発見が続いており、分類学的な結論やとりまとめは、今後の課題となっている。また、近年のDNAを利用した分子系統^(注2)の解析などにより、色々なことが判ってきた。襟裳岬近くの様似町のヒメクロオサムシという黒い目立たないオサムシが、北海道の他地域のものではなく、本州の八甲田山や八幡平のヒメクロオサムシとミトコンドリアのDNA解析によってより近縁であることが判明している (Su ほか, 2000)。飛べないオサムシでありながら、本州北部と襟裳岬の先端との間で、なんらかの形で遺伝的交流がなされていたことが推察される。

3 いなくなってしまった昆虫

3.1 草原性昆虫の減少

北海道の昆虫でいなくなってしまった種を考えると、やはり最も判りやすい要因は、生息地の消失である。草原という環境は、自然にまかせておくと森林に変化してくる環境である。以前は、川が氾濫したり、火山の噴火で溶岩が流れ出した

注2 分子系統：生物の進化に伴う種の系統分化の解明は、従来種の形態や発生などの比較に基づいていた。しかし、近年遺伝子解析が容易になったことから、生物の蛋白質のアミノ酸配列や遺伝子の塩基配列など分子レベルでの系統解析により生物の系統分化(進化過程)がより直接的にわかってきている。

りして、その攪乱の後に草原環境が一定確率で存在していたのだが…。近年、川の河道の固定化や火山周辺の泥流堤の構築など土地利用の固定化が進み、草原がどんどん減少してきており、現在の日本で最も減少している環境の一つに草原環境があげられる。

アサマシジミというオスが空色をした草原に発生する美しいシジミチョウがいる(図4)。羊ヶ丘にある森林総合研究所の標本庫に保管されていた蝶コレクションを調べた際に、古びたラベルに「札幌石山、1916年7月9日」と記載のあるアサマシジミの1頭を見つけ出した(図5、堀, 2008)。自分が札幌で生まれた頃には既に市内からは絶滅していた蝶で、もう札幌市内を探しても見ることができない蝶なのである。幼虫がナンテンハギというマメ科植物を食べて育つ蝶で、草原の消失や環境変化で消えた虫の一つだ！ 古くはイブリシジミと呼ばれ、石狩低地帯^(注3)周辺にも広く生息していた草原性のチョウだが、この地域の最大の産



図4 1980年代に早来町で撮影したアサマシジミ

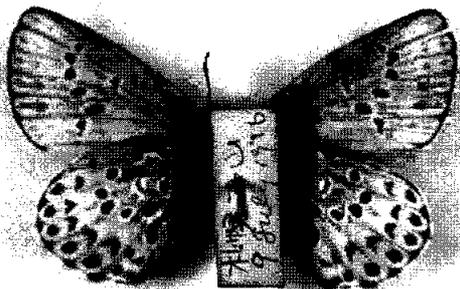


図5 札幌石山のラベルのアサマシジミ標本(開長29mm)

地だった千歳の草原が新千歳空港の拡張工事で壊滅し、石狩低地帯周辺ではほぼ絶滅してしまって、今はこれらのエリアでは見ることができない。道内では十勝、網走、根室地方などに僅かに産地が残されているが、どの地域も減少してきているようで、近年その保護の機運が高まってきている。

3.2 水辺環境の変化

ゲンゴロウ見たことありますか？ 日本には138種、北海道には56種のゲンゴロウが生息している。ゲンゴロウというと暖かい地方が多いように思えるが、北方系の種類も多く、北海道には、小は2mm前後のチビゲンゴロウから大は4cm近くになるゲンゴロウ(ナミゲンゴロウ)まで様々な大きさの種が生息している(図6)。ちなみに、野幌森林公園からは21種のゲンゴロウを確認している(堀, 2002)。

水辺に棲息する昆虫は、減少著しい種が多く、北海道レッドデータブック2001(北海道, 2001)には、ヒゲブトコツブゲンゴロウ、キボシケシゲンゴロウ、アンガスナガケシゲンゴロウ、サロベツナガケシゲンゴロウ、ワタナベナガケシゲンゴロウ、ラウスナガケシゲンゴロウ、キタマダラチビゲンゴロウ、アラメケシゲンゴロウ、キボシツブゲンゴロウ、ダイセツマメゲンゴロウ、オオクロマメゲンゴロウ、*Agabus ezo*、ヒラタヒメゲンゴロウ、キタヒメゲンゴロウ、ゲンゴロウ、ハイイロゲンゴロウ、カラフトマルガタゲンゴロウ、シマゲンゴロウの18種のゲンゴロウが希少種(R)として掲載されている。では、なぜゲンゴロ



図6 北海道で見られる最大のゲンゴロウ(左:39mm)とチビゲンゴロウ(右:2mm)

注3 石狩低地帯：北海道中央部と西南部を画する札幌から苫小牧に至る低地帯。地形的にも地質構造的にも重要な境界で、第四紀(今から約260万年前までの地質時代)には海水準の変動により陸域・海域を繰り返した。

ウがいなくなったのだろうか？ 大型のいわゆるゲンゴロウの減少要因から考えて見よう。

- 平地に水草の豊富な池がなくなった。ゲンゴロウは低地の深みのある池に棲んでいる。産卵は水草の茎に、蛹化は土の中で行い、池の周囲がコンクリで固められたり、水草が無い池では棲めなくなる。
- 周囲に供給源となる豊富なゲンゴロウ発生地がなくなった。ゲンゴロウは後翅が発達していて、条件の良い池を飛んで移動しながら暮らしている。そういう複数の移動できる池が周囲に必要なのだ。
- コイなどの大型魚類に捕食されて絶滅。ゲンゴロウに限らずトンボの幼虫のヤゴなども同様で、コイが放流されるとその池の昆虫類は激減する。動くモノは何でも食べるので、生き残るのは難しい。もし、生き残れるとすれば、コイが入って来られない浅瀬の水草が密な湿地環境がその池にあれば、そこで細々と生き残る場合もあるが、普通の人工的な池であれば、ほぼ壊滅してしまう。

3.3 アスファルト道路網の発達

生息地は残っていても減少している昆虫の例を紹介する。初夏から夏にかけて、路傍の花に集まるハナカミキリを知っているだろうか？（図7）決して以前は珍しい昆虫ではなかったが、近年かなりのスピードで減少してきているように感じている。幼虫期は枯れた木材や、湿気のある土壌で植物の根部を食べて育つグループだ。カミキリムシに興味持っていた先人達は、口を揃えて「昔は、道路脇のオオハナウドやオニシモツケに真っ黒になるほど多数の種類のハナカミキリ類が鈴なりに

集まっていたものだ」と言う。しかし、現在の北海道内では、かなり自然環境が残されているようなエリアでもそのような光景にはなかなか出会えない。自分の経験では、20年近く前ではあるが南樺太に入った時に、林道脇のオニシモツケの花に、それこそ白い花が黒く見えるほど多数のハナカミキリが花に集まっているのを見た。その時のサハリンは、市街地だけはかろうじて舗装されていたが、地方への道は砂利道ばかりで、戦前の日本の山村光景が残されているようであった。そこには、路傍の花に変わらず多数のハナカミキリが集まっている状況が残されていたのである。道路ができると、何故虫が減るのだろうか？ ロードキルと称される、車に虫がぶつかったり轢かれたりして死ぬこともあるだろうが、それだけでそこまでの減少にはならないと思う。道路に付けられる街路灯に誘引される夜行性昆虫もいるだろう。しかし、ハナカミキリ類は昼行性の昆虫で誘引されない。一番考えられるのは、森林などの環境の分断化により、森の中へ風が吹き込むようになることとアスファルト道路が夏に高温になることが森の乾燥化をもたらしている原因なのではないかと推測している。また、敷かれるアスファルト自体の化学成分的な影響もあるのかも知れない。

3.4 薬剤の影響

ダイコクコガネという糞虫をご存知だろうか？（図8）実は、北海道から九州まで分布する大型のコガネムシで、北海道では主に南西部に分布している（図9）。牛糞や馬糞を地面に埋めて、糞球をつくって子育てをするコガネムシとして有名。以前は、あちこちの牧場で普通に見つかったが、近年急速にその姿を消してきている。各県のレッ



図7 セリ科の花に集まる昆虫

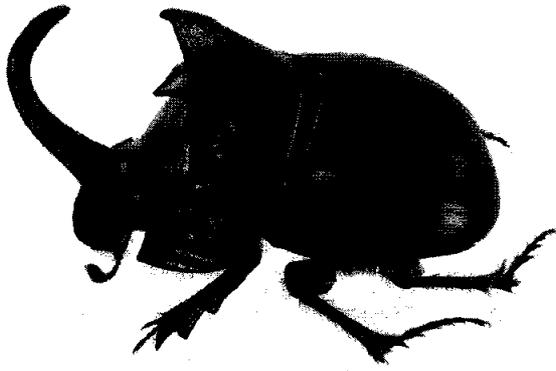


図8 ダイコクコガネの大型♂ (32 mm)

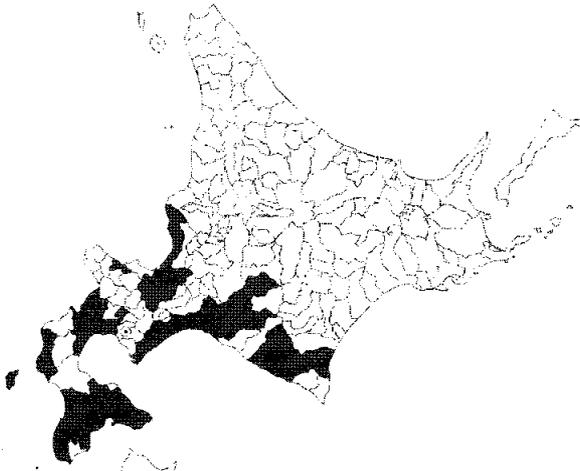


図9 ダイコクコガネの道内記録のある市町村

ドデータブックを見てみると、多くの都府県で絶滅とか絶滅危惧という扱いになっていて、北海道でも希少種にランクされている。この糞虫の減少原因の一つに、イベルメクチン(ivermectin)という、薬剤が関わっていることが近年判明してきた。

この薬剤は、日本で発見されアメリカで開発されたメリアル社の駆虫薬で、夢の新薬として人から植物、ペット、家畜に至るまで、今まで寄生虫に悩まされていた多く場面で活躍している。さらに、牛馬用で背骨に沿って薬剤をかけるだけで有効な薬剤も販売されていて、皮膚から吸収された薬剤は、線虫からダニやシラミなど、体内外の寄生虫を駆除した後、体内に蓄積せず糞尿と一緒に成分が排泄される(図10)。ただし、糞尿に含まれた薬剤はその後残り、糞を餌としている双翅目や鞘翅目などの昆虫に影響を与えていることが判明してきた。日本国内のダイコクコガネの減少もこの薬剤の影響が疑われている(堀, 2005)。近年、北海道内の食糞性コガネムシを材料に、この薬剤の影響を調べた論文が発表された(Iwasa ほか, 2007)。それによると、イベルメクチンを含んだ糞を食べた北海道産のコエンマコガネは羽化率が低下し、ダイコクコガネとゴホンダイコクコガネの成虫が死亡したという、まことにショッキングな内容である。

4 北海道に侵入した外来生物の影響

4.1 北海道に侵入した外来甲虫

昆虫の中には有性生殖せずメスだけで子孫を残せる種がいる。そういう種類は、1頭偶然紛れ込んで新しい土地に入りこんだだけで繁殖できるため、侵入昆虫として定着しやすい。キンケクチプトゾウムシという1cmほどの甲虫がそのタイプである(図11)。1980年に静岡県のシクラメンで発生したのが国内の初確認で、その後全国に広がり、現在では、北海道内の広い地域に侵入定着してきている。2003年に、函館市のクリスマスイベ



図10 イベルメクチンの経路

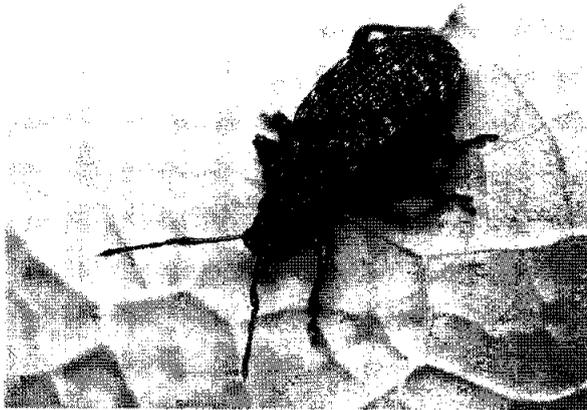


図 11 ♀だけで単為生殖するキンケクチフトゾウムシ

ントで姉妹都市のカナダ・ハリファクス市から寄贈されたシンボルツリーのモミの木にこのゾウムシが着いているのがコンテナ内で確認され、輸入植物検疫規定によって焼却処分されたことがニュースに流れていた。もうその時点では、苫小牧市の港周辺はこのゾウムシが蔓延していたので、なんとも複雑な気持ちでそのニュースを見た記憶がある。

同じくゾウムシでヨーロッパ原産のオオタコゾウムシという種が、日本では1978年に横浜で、北海道では道南の松前町のパークゴルフ場で2002年に初確認された。2004年には江別市野幌森林公園で確認された(堀, 2005)。この種は、クローバーを食べていて、恐らく、公園やパークゴルフ場等で使われる芝のロールに、生きたまま包まれて全道に広まったと推測され、レジャースポーツの流行が侵入昆虫の拡散を手助けしたようである。

海外からではなく国内からの侵入種も北海道では多い。カブトムシも北海道の最も有名な国内外来種となっている(堀, 2007b)。古い記録もあるが、道内に定着したのは1970年代に入ってからと考えられている。その後、道北や道東の林業地帯や酪農地帯でつくられるパーク堆肥やキノコ栽培のおが屑残渣など、冬場も発酵熱のある人工的な環境で増えつづけてきたが、近年は札幌などの都市周辺でも普通に見られるようになり、自然状態で落ち葉溜まりや朽ち木の下などで越冬繁殖は始めている。現段階では在来のクワガタムシやハナムグリ類などへの影響は明らかになっていないが、樹液などでは既にカブトムシに占拠されて、在来種がその餌にありつけないような状況も生じてきているようである。

4.2 セイヨウオオマルハナバチ侵入の影響

現在、昆虫類の外来種で最も注目されているの

が、特定外来生物に指定されているセイヨウオオマルハナバチだろう。マルハナバチ類は種類毎に舌の長さが違って、その土地土地に生える野生植物の蜜線の深さに適応していて、種毎に好む花が決まっており、吸蜜しながら花から花へ花粉を運ぶ(図12)。セイヨウオオマルハナバチは、ヨーロッパ原産でビニルハウスのトマトの受粉用に有用昆虫として導入された昆虫だが、舌は短いタイプのマルハナバチで、蜜線の深い植物だと、正面からだ舌が届かず、盗蜜と言って花の横から穴を開けて蜜だけを盗る行動が知られている。盗蜜された植物は、蜜だけもっていかれて花粉を運んでもらえなくなるため、結実に影響が出ると考えられる。1996年には日高で野外に逃げ出して造られた自然巣が発見された。現在では、道内殆どの地域に広がってきていて、根室半島や野付半島の限られた地域に局所的に生息しているノサップマルハナバチへの影響や、在来マルハナバチとの競合、遺伝的攪乱、そして、多くの草花の受粉結実への影響が懸念されている(石川, 2009)。

4.3 アライグマが与える昆虫群集への影響

昆虫ではないが、外来種としてアライグマの昆虫へ与える影響も少なくないと考えられる。アライグマの消化管内容物の調査で、多くの昆虫が確認された(堀・的場, 2001)。その顔ぶれは多彩で、空を飛び回るトンボ、水中に暮らすヤゴやゲンゴロウ、そして地面を歩き回るオサムシなど、様々な環境で昆虫類を捕食している姿が浮き彫りになった。その中でも、注意したいのが、アライグマがスズメバチ類の巣を好んで捕食していることである。アライグマの消化管から、複数種のスズメバチの成虫、幼虫、巣材が出てくることから、学習したアライグマはかなり狙ってスズメバチの巣を襲っていることが伺える。スズメバチ類は、自然界の生態系の中で捕食者としてかなり重要な



図 12 舌の長いトラマルハナバチ(左)と短いセイヨウオオマルハナバチ(右)

位置を占めるキーストーン種^(注4)の昆虫と考えられ、それらの個体数の増減は生態系への影響が大きいと考えられる。また、地表性甲虫の捕食頻度も高く、大形のエゾマイマイカブリやオオルリオサムシは選択的に食べられている傾向があり、孤立林などの飛べないオサムシ個体群では、捕食による影響が出てくる可能性がある。

5 おわりに

北海道の昆虫相は、本州以南とはまた別の顔を持っており、その姿が近年急速に変化しつつある。特に昆虫相の多様性を維持するために注意したいのは、河口環境の保全、草原環境の消失、森林の分断化と乾燥化、そして外来種の侵入と考えている。地域の生物相が出来上がるには、何十万年、何百万年、あるいはそれ以上の非常に永い地史的な年月を経て形成されたものである。しかし、それが崩壊するのはたった1頭の外から持ち込んだ昆虫を放すことでおこりうることを、多くの方々に知ってもらいたい。

引用文献

- Assing, V. and Maruyama, M. (2002) New intertidal Oxypodini (Coleoptera, Staphylinidae, Aleocharinae) from the Eastern Palearctic region. Spec. Bull. Jpn. Soc. Coleopterol., 5, 209-220.
- 北海道 (2001) 北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック 2001. 309 pp. 北海道.
- 堀繁久 (2001) 日本本土から初記録のオオチシマホソシテムシ (和名新称). 月刊むし, 367, 5-7.
- 堀繁久 (2005) 日本産ダイコクコガネ属の現況. 昆虫と自然, 521, 6-9.
- 堀繁久 (2002) 野幌森林公園のゲンゴロウ相. 北海道開拓記念館紀要, 30, 1-12.
- 堀繁久 (2003) 北海道に侵入したオオタコゾウムシ. jezoensis (北海道昆虫同好会誌), 29, 71-72.
- 堀繁久 (2005) 野幌森林公園へ侵入した外来昆虫. jezoensis (北海道昆虫同好会誌), 31, 65-68.
- 堀繁久 (2006) 釧路湿原から見つかったキタキイロネクイハムシ. 月刊むし, 422, 10-12.
- 堀繁久 (2007a) プラキストーン線の意義を考える—⑤昆虫. faura, 18, 28-29.
- 堀繁久 (2007b) 北海道のカプトムシは「国内外来種」. faura, 18, 29.
- 堀繁久 (2008) 桑山コレクションに含まれていた北海道産のチョウ類. jezoensis (北海道昆虫同好会誌), 34, 3-18.

- 堀繁久・的場洋平 (2001) 移入種アライグマが捕食していた節足動物. 北海道開拓記念館紀要, 29, 67-76.
- Imura, Y. (2003) An Isolated population of *Homoeocarabus maeander* (Coleoptera, Carabidae) discovered from a Palsa Bog on the Daisetsu-zan Mountains in Hokkaido, Northeast Japan. Elytra (日本鞘翅学会誌), 31 (2), 439-445.
- Imura, Y. (2004) Discovery of *Hemicarabus macleayi* (Coleoptera, Carabidae) from the alpine zone of the island of Rishiri-to, Northeast Japan. Elytra (日本鞘翅学会誌), 32 (2), 235-246.
- Imura, Y. (2007) On the type specimen of *Cychrus morawitzi* Gehin (Coleoptera, Carabidae), with description of a new subspecies from the southernmost part of the Hidka Mountains in Hokkaido, Northern Japan. Elytra (日本鞘翅学会誌), 35 (1), 9-14.
- 石川聖江 (2009) 野付半島や道東の自然公園での緊急課題 I セイヨウオオマルハナバチの侵入. 北海道の自然, 47, 86-89.
- Iwasa, M., Maruo, T., Ueda, M. and Yamashita, N. (2007) Adverse effects of ivermectin on the dung beetles, *Caccobius jessoensis* Harold, and rare species, *Copris ochus* Motschulsky and *Copris acuridens* Motschulsky (Coleoptera: Scarabaeidae) in Japan. Bull. Ent. Res., 97, 619-625.
- 松本英明・森田誠司・松本俊信 (1981) 豪雨による河川増水後の海岸域で採集されたオサムシ科甲虫. さやばね, 7, 1-16.
- Morita, S. (2002) A new *Minypatrobus* (Coleoptera, Carabidae) from Central Hokkaido, North Japan. Elytra (日本鞘翅学会誌), 30 (2), 290-293.
- Su, Z.-H., Tominaga, O., Saito, S., Kim, C.-G. and Osawa, S. (2000) Phylogeny of *Tomocarabus opaculus* (Coleoptera, Carabidae) as deduced from Mitochondrial ND 5 Gene Sequences. Elytra (日本鞘翅学会誌), 28 (1), 13-20.
- Watanabe, Y. (2004) A remarkable new species of the genus *Micropeplus* (Coleoptera, Staphylinidae) from Hokkaido, Northeast Japan. Elytra (日本鞘翅学会誌), 32 (1), 79-84.
- Zamotajlov, A. and Morita, S. (2001) A new species of the Genus *Minypatrobus* (Coleoptera, Carabidae) from North Japan. Elytra (日本鞘翅学会誌), 29 (1), 227-231.

堀 繁久 (ほり しげひさ)

1961年札幌生まれ。1984年琉球大学理学部生物学科卒業。北海道環境科学研究センター研究員を経て、北海道開拓記念館学芸員、現在学芸第一課長・資料情報課長。著書：探そう！ほっかいどうの虫(北海道新聞社)、森と水辺の甲虫誌(分担執筆、東海大学出版会)、日本産コガネムシ上科図説第1巻(食糞群)(共著、六本脚)など。

注4 キーストーン種：鍵種。生態系において、個体数が少なくても生態系に大きな影響を及ぼす種。たとえば、キツツキがいなくなると、自ら樹木の幹に孔を作れない鳥類(フクロウ)や哺乳類(コウモリ・ムササビ)などはいなくなり、生態系が変化する。