



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	耐凍性をもつヒメバチ成虫 <i>Pterocormus molitorius</i> L.
Author(s)	朝比奈, 英三; ASAHINA, Eizo; 丹野, 皓三 他
Citation	低温科学. 生物篇, 26, 85-89
Issue Date	1968-11-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/17742">https://hdl.handle.net/2115/17742</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	26_p85-89.pdf



## 耐凍性をもつヒメバチ成虫 *Pterocormus molitorius* L.\*

朝比奈英三・丹野 皓三

(低温科学研究所 生物学部門)

(昭和 43 年 9 月受理)

### I. 緒 言

越冬昆虫の中にはその体が固く凍結しても融解後には正常な生活を営めるものが少ない。このような耐凍性のある昆虫はこれまでしらべられた限りではすべて幼虫期または蛹(前蛹をふくむ)期のものであって、成虫または卵の時期のものはまだ知られていない。寒地で成虫越冬をする蟻や蜂のなかにはかなりの量のグリセリンや糖を体内に含んでいるものもあるが、これらの物質の含量とその昆虫の耐凍性との相関はまだ発見できなかった。以上の事実からわれわれは越冬期を成虫で過す昆虫はおそらくすべて過冷却状態で寒さに耐えているのであろうと考えていた<sup>1)</sup>。ところが昆虫の耐凍性の調査をつづけているうちに、たまたま成虫で越冬しているごく普通のヒメバチの中に少なくとも  $-10^{\circ}\text{C}$  で1日の凍結に完全に耐えるものが見出されたので、ここに簡単に報告する。

なお研究材料の昆虫は釧路の飯島一雄氏より頂いたものである。また種名は北大農学部昆虫学教室の櫛下町鉦敏氏に同定して頂いた。ここに記して両氏に厚く御礼申し上げる。

### II. 材料と方法

材料: 使用した昆虫は北海道では普通に見られるヒメバチの1種 *Pterocormus molitorius* Linne の♀成虫である。なお本種の成虫は♂は秋のうちに死んで♀のみが越冬する。今回の材料は北海道釧路の標茶町で、1966年1月にミズナラの立木の幹のすき間から採集された。これを札幌に輸送して実験に使うまでの数日間は外気温に保存しておいた。

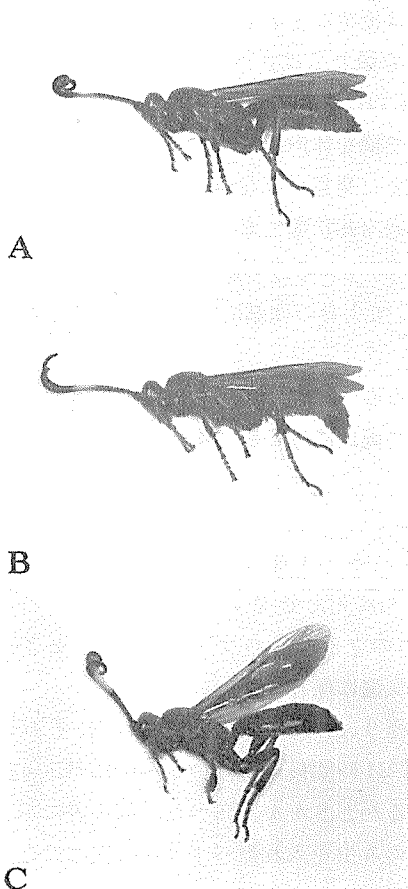
方法: 耐凍度(耐凍性の高さ)を判定するには昆虫を外径9cmのペトリ皿に入れそれぞれの気温の冷凍箱内におき、虫体がすべて凍結してから通常24時間後に室温の空气中にペトリ皿をとりだして虫体を融解させ昆虫の行動が正常に快復するかどうかをしらべた。第1表に示した耐凍度を比較する実験では、 $-10^{\circ}\text{C}$ で冷却する場合にのみ虫を入れたペトリ皿の底にぬらした濾紙を敷いた。虫体の凍結は後述する様に触角の形が変ること、腹部が固くなること等から容易に判定できる。昆虫のもつ多価アルコールの定量は丹野の前報<sup>2)</sup>と同じ方法で行なった。

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第923号

## III. 結 果

低温における昆虫の観察： この蜂を冷してゆくと、 $-10^{\circ}\text{C}$  付近までは凍ることなく容易に過冷却される。しかしこの温度で保存されると虫体は24時間以内に例外なく凍結する。 $-15^{\circ}\text{C}$  の空気中におくと虫体は数分ないし十数分で凍結する。

過冷却中の虫の姿は、虫が静止状態にあるときの正常な形であって、触角の先端から約三分の一はうづまき状に巻いており、脚はちぢめられたままである(第1図 A)。虫体が凍結すると触角はのびて先端のみがわずかに巻いた形となる(第1図 B)。また尾端が下方に曲がることがあるが他の部分にはほとんど変化がない。これを $20^{\circ}\text{C}$  の室温において融解させると触角は再び



第1図 ヒメバチの1種 *Pterocormus* の冷却中の形態 × 2

A, 過冷却状態; B,  $-15^{\circ}\text{C}$  で凍結中;  
C,  $-30^{\circ}\text{C}$  で凍結融解後死後硬直をおこしたところ

まいてくる。 $-10^{\circ}\text{C}$  より高い温度で凍結しておいた虫は少なくとも24時間以内に融解させると完全に恢復する。融解後30分以内に虫は例外なく脚をうごかしはじめ、1時間後にはほとんど皆活潑に歩行する。 $-15^{\circ}\text{C}$  以下の温度で凍結されると虫は大きな害を受けやすいが、このときも凍結中の虫の姿は上記の場合とかわらない。融解直後の虫の状態は凍結温度と凍結時間に従い完全に死んでいるものからようやく歩行できるものまでいろいろであるが、多くの場合被害が大きなものほど正常なら水平にたたまれている翅が上方に立ち上がってくる(第1図 C)。  
耐凍性： 成虫♀の耐凍度を $-10^{\circ}\text{C}$  より $-30^{\circ}\text{C}$  までの温度範囲でしらべた結果をまとめて第1表に示した。 $-10^{\circ}\text{C}$  で凍結させた場合はそれぞれの虫の凍りだす時間をほぼ等しくさせるため、虫を入れたペトリ皿の底にぬらした濾紙を敷いた。この方法だと1時間以内にほとんどの虫が凍りはじめた。 $-10^{\circ}\text{C}$

第1表 ヒメバチ *Pterocormus* 成虫の耐凍性  
19. I. 1966

凍結 温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	時間	使用 頭数	融解後生存数		融解後行動
			直後	10日 後	
-10	6	5	5	5	正 常
-10	24	5	5	5	正 常
-15	24	5	5	0	歩行不能
-20	1	3	3	1	ようやく歩行
-20	24	5	2	0	触角・脚をうごかす
-30	24	5	0	0	死後硬直

で1日凍結させた場合は融解後の虫は少なくとも50日以上全く正常に餌をとり行動できた。 $-15^{\circ}\text{C}$  以下での凍結は虫に致命的な害を与えるが必ずしも即死ではない。 $-15^{\circ}\text{C}$  1日の凍結後虫は体の各部を動かすが歩行はできない。蔗糖液を与えると食べるが次第に衰弱し10日後には最後の2頭が死んだ。 $-20^{\circ}\text{C}$  で虫を凍結させるとわずか1時間の凍結でも融解直後はほとんど体を動かさない。1日後にはようやく歩くものもあるが、21日後にすべて死んだ。 $-20^{\circ}\text{C}$  1日の凍結では融解後の虫は触角や脚をかすかに動かすに過ぎず数日中にすべて死んだ。 $-30^{\circ}\text{C}$  1日凍結の場合は融解後間もなく翅が立ち上って典型的な死後硬直の姿勢をあらわした(第1図C)。

**グリセリン含量:** 1月19日に10頭の蜂を5個体ずつ2群に分けて磨碎し多価アルコールの定性・定量を行なった。多価アルコールとしてはグリセリンのみが検出され、最初の1群は生体重1gあたり45.1mgあり、次の1群は32.6mgあった。10個体での平均量は38.8mg/gに達し、我国で今まで定量された越冬昆虫のグリセリン量としてはかなり多い値である。

#### IV. 考 察

越冬期を成虫の形で過す昆虫は決して少なくないが、われわれが今までしらべた限りではそのほとんどが全く凍結に耐えられない。これらの虫の過冷却点を測ってみると、その体内に多価アルコールや糖のような物質をもっていることの有無にかかわらず $-20^{\circ}\text{C}$  内外までは過冷却しうるものが多いので、これらの虫は恐らく過冷却状態で冬の寒さに耐えているものと思われる。我国では寒地でも気温が $-25^{\circ}\text{C}$  以下に下ることはかなり局部的であり、且長時間つづくことは稀なので、越冬している場所が適当ならばこれらの虫の多くはほとんど凍ることなく冬を過すことができるであろう。

成虫の耐凍性については今までに米国産の木工蟻 *Camponotus pensilvanicus* を冷温におくとその体内にグリセリンができ、室温に移すとこれが消滅することから、この蟻の凍結生存の可能性が論じられた<sup>3,4)</sup>。しかし本種と生態の類似した我国の近縁種ムネアカオアリ *Camponotus obscuripes* は相当多量のグリセリンをもつにもかかわらず耐凍性はきわめて低いことが丹野によって明らかにされた<sup>5)</sup>。それによると、この蟻は $0^{\circ}\text{C}$  で飼われた場合に最も速く且最も大量に(34.5mg/g 生体重に達する)グリセリンを体内につくるが、その耐凍度は $5^{\circ}\text{C}$  で飼われたグリセリンの全くできない蟻に比べてむしろ低い。この蟻の耐凍度が一番高まるのは $-5^{\circ}\text{C}$  で10日以上飼われた場合であるが、この時でさえ $-10^{\circ}\text{C}$  の凍結には全く耐えず、 $-5^{\circ}\text{C}$  1日の凍結後外見上常態に回復するが、摂餌や行動が正常であるのに融解後40日内外で必ず死ぬ<sup>5)</sup>。いっぽうこの蟻の過冷却点は少なくとも $-10^{\circ}\text{C}$  以下にあるので、この昆虫が自然状態で凍結した場合に耐凍性をあらわすか何うかは疑問である。

今回しらべられたヒメバチ *Pterocormus molitorius* は $-10^{\circ}\text{C}$  1日の凍結には完全に耐え、その過冷却点も $-10^{\circ}\text{C}$  と $-15^{\circ}\text{C}$  の間にあるので恐らく野外で凍った場合も生存の可能性がある。本種が採集された鉦路地方の冬の気温はしばしば $-20^{\circ}\text{C}$  以下に下がるが、この虫の棲所の微気象学的資料が十分に得られるまではこの問題に結論を与えることは難しい。

一般に成虫が耐凍性をもつことを困難にしている要因として次のようなことが考えられる。幼虫や蛹の時期ならばたとえかなり低い温度で虫体の過冷却がやぶれても、その体内にある大量の血液がまず凍るため相当量の潜熱が放出され、その後引つづいておこる細胞の凍結はのろい冷却速度で進行し、従って致命的な細胞内凍結はさげられるであろう。いっぽう成虫では血液の量は虫体の大きさに比較して少ないものが多く、且体重に対する表面積の割合は幼虫や蛹に比べてはるかに大きい。これらは過冷却が進んでから虫体の凍結がはじまる場合には虫体の冷却速度を高める要素となり、細胞内凍結をおこす可能性が高い。さらに成虫期に完成される複雑な神経感覚器管は恐らく細胞外凍結に対しても敏感であろう。また越冬卵は過冷却能力が甚だ高いので、かなり低温で凍り始めたときに卵内にある少量の組織液がまず凍結しても、とうてい胚子におこる細胞内凍結を防ぐまで十分にその冷却速度をゆるめることはできないであろう。

このような場合に虫体内に多価アルコールや糖のような物質が相当量存在すれば凍害を防げるかもしれないという見方もあるが<sup>4)</sup>、これらの物質の存在は昆虫が耐凍性をあらわすための必要にして十分な条件ではなく、この性質を高めるために役立つ要素の一つにすぎない<sup>1)</sup>。越冬中の蜂類の成虫にはしばしばグリセリンや糖をもつものが見出されるが、そのうちで明らかな耐凍性の認められたものは、ここに報告したヒメバチの1種 *Pterocormus* が最初である。キオビヒメハナバチ *Ceratina flavipes* の成虫は越冬中体重の18パーセントに及ぶ多量の糖(主としてフラクトースとグルコース)を持っていて、含糖量と虫体の過冷却度との間には明らかな相関があるが、このハナバチは全く凍結に耐えなかった<sup>2)</sup>。また蚕の休眠卵ではその中でつくられる多価アルコール(グリセリンとソルビット)の有無にかかわらず全く耐凍性が認められなかった<sup>6)</sup>。いずれにせよ成虫期に耐凍性をあらわす昆虫はきわめて少ないと思われるが、それらの成虫はここにあげたヒメバチのように多価アルコール(又はその代りの凍害防御物質)を恐らく相当量含んでいるものであろう。

## 摘 要

ヒメバチの1種 *Pterocormus molitorius* の越冬成虫には耐凍性があり、その体内には1月に生体重の4%内外に達するグリセリンが検出された。この蜂は $-10^{\circ}\text{C}$ で1日の凍結に完全に耐えて融解後正常な行動を持続する。 $-15^{\circ}\text{C}$ 以下の温度で凍らせるともはや完全には恢復できなくなる。しかし $-20^{\circ}\text{C}$ で凍らせた場合でも蜂は融解後数日は生きている。この虫の過冷却点が $-10^{\circ}\text{C}$ と $-15^{\circ}\text{C}$ との間にあるので、おそらく自然状態のようにごくゆるやかに冷却された場合でも自発凍結後生存しうる可能性がある。

## 文 献

- 1) Asahina, É. 1966 Freezing and frost resistance in insect. *In* Cryobiology (H. T. Meryman, ed.), Academic Press, London, 451-486.
- 2) 丹野皓三 1964 越冬期のツヤハナバチに含まれる多量の糖類. 低温科学, 生物篇, 22, 51-57.

- 3) Dubach, P., Smith, F., Pratt, D. and Stewart, C. M. 1959 Possible role of glycerol in the winter-hardiness of insects. *Nature*, **184**, 288-289.
- 4) Salt, R. W. 1961 Principles of insect cold-hardiness. *Ann. Rev. Entomology*, **6**, 55-74.
- 5) 丹野皓三 1962 ムネアカオオアリの耐凍性とグリセリンの関係. 低温科学, 生物篇, **20**, 25-34.
- 6) Aoki, K. 1962 Protective action of the polyols against freezing injury in the silkworm egg. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, Ser. IV, Biology, **28**, 29-36.

### Summary

Overwintering adult insects of an ichneumonid wasp, *Pterocormus molitorius* can survive freezing at  $-10^{\circ}\text{C}$  for 1 day without any post-thawing injury. Since the insects were observed to freeze spontaneously between  $-10$  and  $-15^{\circ}\text{C}$ , they might perhaps be frost resistant under natural conditions. The glycerol content of the insects was determined to be about 4 percent of fresh weight in midwinter.