



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	越冬昆虫の耐寒性 I : 朽木中で越冬する昆虫 1.
Author(s)	朝比奈, 英三; ASAHINA, Eizo; 大山, 佳邦 他
Citation	低温科学. 生物篇, 27, 143-152
Issue Date	1970-02-20
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/17760">https://hdl.handle.net/2115/17760</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	27_p143-152.pdf



## 越冬昆虫の耐寒性 I\*

朽木中で越冬する昆虫 I

朝比奈英三

(低温科学研究所)

大山佳邦

(北海道大学大学院理学研究科)

(昭和44年9月受理)

### I.

昆虫の耐寒性についての研究は古くから数多く知られているが<sup>1,2)</sup>、野外における越冬昆虫の生態と、実験的にしらべたその耐寒性とを結びつけた研究はきわめて少ない。われわれはこのような研究の手はじめとして、十分な寒気にさらされると思われる場所で昆虫を採集し、それらの昆虫のもつ諸性質とその棲息場所 (habitat) の温度条件との間にどのような連関があるかを知ろうと試みた。

野外調査の場所としては、北海道でも酷寒地の一つとして知られた釧路地方の標茶 (しべちゃ) 原野をえらび、1969年2月18日より3日間昆虫の採集と、その棲息場所の観察を行なった。

この調査にあたり現地在住の飯島一雄氏はその豊富な経験による多くの有益な助言を与えられ、更に採集地の案内や樹木内部にすむ昆虫の割り出し等の困難な作業を快よくお引受下さった。標茶営林署では宿舎と、標茶・二ツ山間の輸送の便を与えられた。採集品のうち甲虫類の同定には北大農学部昆虫学教室の滝沢春雄氏をわずらわせた。又この現地調査は低温科学研究所の丹野皓三、島田公夫両氏の協力によって行なわれた。ここに記して厚く感謝したい。

### II.

調査の場所： 釧路国川上郡標茶町字二ツ山と呼ばれる場所で、国鉄釧網線の五十石駅と茅沼駅のほぼ中間に位置し、海拔50m内外の低い丘陵が連なっている。この丘陵地は現在は若いシラカバ・セン・ナラ等の粗林で、下ばえはミヤコザサである。過去には巨木の生い茂る原生林であったので、今でも、切られてから30年余り経ったといわれるミズナラの切り株が散在している (第1図)。調査は主としてこの丘陵地で行ない、そのすぐ西側に鉄道を隔てて接する釧路川沿いの原野でも採集を行なった。この原野は冬期以外は湿原となる場所でハンノキ・ヤナギ等がまばらに生えた平坦な草地である。調査地点の概要を第1表に示した。

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第1012号

寒い地方でも大気に露出している地表面を除けば、大地は気温よりはるかに温かく、その上に積雪があれば更に保温される。従ってそこで越冬している昆虫が高度の耐寒性を必要とするような棲息場所は、積雪地では主として雪の上に突出した場所に限られる。この意味でわれわれは調査の主な対象として立ち枯れの樹木又は切り株をえらんだ。

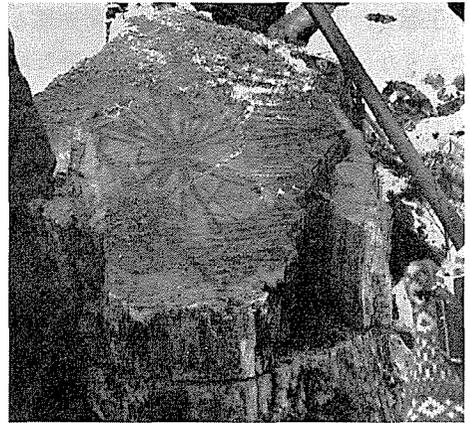
方法： これらの枯木をチェーンソー、斧等で分解し、その内部にいる昆虫を観察し、棲息場所の各部の温度を測定した。発見した昆虫はすべて生きたまま札幌の実験室に持ち帰り、 $-5^{\circ}\text{C}$  の冷凍箱内に保存し、30日以内に実験に使用した。昆虫の過冷却点の測定は、その昆虫を $1\sim 2^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以下の冷却速度で冷してゆく過程で凍結曲線を取りこれから求めた。この際の温度測定には、まず虫体を綿でくるみ、この中に先端がよく虫体に接するように、径 $0.2\text{mm}$ の銅・コンスタンタン線の熱電対をさしこみ、この全体を一重又は二重の保護管の中で冷却した。測定温度は電子管式平衡記録計で自記させた。

昆虫の耐凍性は $-10^{\circ}\text{C}$ 又は $-20^{\circ}\text{C}$ の冷凍箱内で凍結状態で1日おいてから融解させた後の回復の程度から判別した。低い過冷却点をもつ昆虫の場合は体表面に水でぬらしたろ紙をはりつけて人工的に植氷した。昆虫のもつ多価アルコールの検出は丹野の前報<sup>3)</sup>に従って行なった。

棲息場所の温度測定には応用電子工業製 ET-4B型サーミスターを使った。このサーミスターの感温部は約 $1\text{mm}$ の太さで、長さ $280\text{mm}$ 径約 $2\text{mm}$ の細長い柄の先端についている。これは長い耐寒ゴム被覆銅線で指示計とその付属装置に連なる。一部の場所では棲息場所の温度変化を連続記録した。この場合は英弘精機製、鋭感小型記録計\*をサーミスターに連ね、サーミスター用の乾電池を保温箱に納めた。立木の内部等奥深い場所の温度測定には、予じめ長いボード錐で径 $1\text{cm}$ 位の孔をあけておき、この中にサーミスター感温部をさし入れた。



第1図 棲息場所 B<sub>1</sub>. このような切り株の中で昆虫は越冬している



第2図 第1図に示した切り株を雪面の高さで切断したところ. 右手前に見える割れ目の中央部にムネアカオオアリの巣があった

\* この記録計を貸与された低温科学研究所気象学部門に感謝する。

第 1 表 調査地点

地点	日	時	気温 (°C)	積雪 (cm)	摘 要
A	2月18日 (晴)	最低	-25*	50~60	丘陵地 北向斜面
		最高	-3		
		11時45分	-4		
	2月19日 (晴)	最低	-13	50~60	
		最高	-1		
		10時00分	-5		
2月20日 (晴)	14時30分	-3	50~60		
	最低	-13			
2月20日 (晴)	9時45分	-8	50~60		
	最高	-1			
B	2月18日 (晴)	15時~16時	-1.8	20~30	丘陵地 南向斜面
	2月19日 (晴)	11時00分	-2.5	20~30	
C	2月19日 (晴)	13時30分	+1.5	10~15	川岸の湿原

\* 500 m 程離れた沢の中の気温

第 2 表 棲息場所の温度

	棲息場所	日	時	温度 (°C)
A <sub>1</sub>	ミズナラ倒木 径 40 cm 長さ 約 300 cm 中心部腐食して霜まじる	2月18日	11時45分	-5 (倒木上, 雪中) -9 (中心部) -7 (倒木下, 雪中)
			2月19日	10時00分
		2月19日	14時30分	-3 (気温) -6.5 (中心部)
		2月20日	9時45分	-8 (気温) -7 (中心部)
A <sub>2</sub>	ミズナラ切株 径 50 cm 地上高 約 120 cm	2月18日	11時50分	-3 (気温) -8.7 (中心部)
B <sub>1</sub>	ミズナラ切株 径 約 40 cm 地上高 60~70 cm	2月18日	15時00分	-1.8 (気温) -5.7 (中心部)
B <sub>2</sub>		2月19日	11時00分	-2.0 (気温) 0 (切株の南側表面) -4 (約 10 cm 内部)
B <sub>3</sub> B <sub>4</sub>			11時00分~12時00分	-2 (気温)
C <sub>1</sub>		ハンノキ立ち枯れ 径 25 cm	2月19日	13時30分~15時30分
C <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	ヤナギ立ち枯れ 径 20 cm	0 (気温) -3.2 (中心部)		
C <sub>4</sub> C <sub>5</sub>	ハンノキ立ち枯れ 径 約 30 cm			

A<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 等はそれぞれ第 1 表の A 又は B 地点にあることを示す

## III.

越冬昆虫の棲んでいた枯木の状態を第2表に示した。これでわかるように、枯木の表面は非常に外気の影響をうけやすく、ことに南側では直射日光をうけると $+4^{\circ}\text{C}$ にも上がったことがあった。いっぽう枯木の中心部はその木が太いほど外気の影響が少なく、 $A_1$ の倒木の中心部の温度は、2月19日より20日までの連続記録によると $-6.5^{\circ}\text{C}$ ないし $-7^{\circ}\text{C}$ を示し、ほとんど一定であった。酒井等<sup>4)</sup>によれば、生きている樹木の組織の温度は、冬期外気温が $0^{\circ}\text{C}$ 以下で経過しつつある場合でも、直射光の当たる南側の皮層部では日中気温より遙かに高くなり、その温度差が $15^{\circ}\text{C}$ 以上に及ぶこともめずらしくない。又北側の皮層部ではかなり気温に近い温度変動を示すが、幹の中心部の温度はほとんど一定で変化しない。われわれの調べた枯木の場合も調査期間中晴天がつづいていたので、恐らく上述の場合と同様な温度状態にあったものと思われる。

採集された昆虫は第3表に示した約20種で、この他に未同定のアブ類幼虫2種、アリ成虫1種、ハチ成虫1種がある。種類の数では甲虫類が多く、これに次いでハチ類、蛾類で、ハ

第3表 採集された昆虫

種	名	棲息場所*
ウスマダラキバガ	<i>Depressaria applana</i> Fabricius?	成虫 C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> 樹皮下
シヤチホコの1種	Notodontidae sp.	蛹 C <sub>1</sub> 樹表すき間
ヒトリの1種	<i>Spilosoma</i> sp.	幼虫 C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> 樹皮下
ヤガの1種	Noctuidae sp.	幼虫 C <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> 樹皮下
アトマルナガゴミムシ	<i>Pterostichus orientalis</i> Motschulsky	成虫 B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> 内部, 中心部
エゾマイマイカブリ	<i>Damaster blaptoides rugipennis</i> Motschulsky	成虫 A <sub>1</sub> 中心部
クロヒラタンデムシ	<i>Phosphuga atrata</i> Linné	成虫 B <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> 内部, 中心部
ヒラタムシの1種	Cucujoidea sp.	幼虫 B <sub>1</sub> 内部
コメツキの1種	<i>Ampedes</i> sp.	幼虫 A <sub>1</sub> , B <sub>3</sub> , C <sub>1</sub> 内部
キマワリ	<i>Plesiophthalmus nigrocyaneus</i> Motschulsky	幼虫 B <sub>1</sub> , B <sub>3</sub> 内部
カミキリモドキの1種	Oedemeridae sp.	幼虫 B <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> 内部雪面下
ハナカミキリの1種	Lepturinae sp.	幼虫 B <sub>1</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>4</sub> , C <sub>1</sub> 内部
クワガタの1種	Lucanidae sp.	幼虫 A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub> , C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> 内部
オニクワガタ	<i>Prismognathus angularis</i> Waterhouse	成虫 B <sub>1</sub> 内部
ミヤマクワガタ	<i>Lucanus maculifemoratus</i> Motschulsky	幼虫 B <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> , C <sub>4</sub> 内部, 雪面下
ムネアカオオアリ	<i>Camponotus obscuripes</i> Mayr	成虫, 幼虫 A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> 内部, 雪面下
ヒョウモンヒメバチ	<i>Hoplismenus pica japonica</i> Uchida	成虫 B <sub>3</sub> 内部
ヒメバチの2種	Ichneumonidae spp.	成虫 C <sub>4</sub> 内部
モンズメバチ	<i>Vespa crabro flavofasciata</i> Cameron	成虫 A <sub>1</sub> 中心部
キノコバエの1種	Fungivoridae sp.	成虫 B <sub>3</sub> 樹皮下

\* 第2表参照

エも1種得られている。しかし個体数ではムネアカオオアリが圧倒的に多かった。耐凍性をしらべる実験に適当した材料を得る目的もあって卵態越冬のものは特にさがさなかったが、得られた昆虫の大部分は成虫か幼虫であり、凍結状態で発見されたものの中に甲虫類の成虫が多かったことはきわめて興味深い。

## IV.

## 耐寒性

採集した昆虫を使って行なった凍結実験の結果と、その昆虫の体内に含んでいる多価アルコールの有無を第4表に示した。以下これらの昆虫の主なものについて、寒さに対する性質と棲息場所の温度条件について考察してみよう(第3, 第4表参照)。

ウスマダラキバガ成虫, ヒトリ幼虫, ヤガ幼虫, キノコバエ成虫

これらの虫は何れも雪面より高くでている立木の表面の凹みや、樹皮のすぐ裏面にかくれているから(図版 I-1),  $-25^{\circ}\text{C}$  ないし  $-30^{\circ}\text{C}$  に達するこの地方の最低気温にかなり近い温度まで冷却されるであろう。このような場合にキバガとキノコバエは過冷却状態で、他の2種の幼虫は凍結状態で寒さに耐えていると考えられる。

第4表 昆虫の耐寒性

		過冷却点 ( $^{\circ}\text{C}$ )	凍結後の生死 (凍結温度 $^{\circ}\text{C}$ )	グリセリン (mg/g)
ウスマダラキバガ	成虫	$-25$ 以下	死 ( $-20$ )	
ヒトリ	幼虫	$-7.5, -7.9$	生 ( $-20$ )	+
ヤガ	幼虫	$-10$ 以上	生 ( $-20$ )	
アトマルナガゴミムシ	成虫	$-7.2, -7.8$	{ 死 ( $-20$ ) 生 ( $-10$ )	2.5
エゾマイマイカブリ	成虫	$-5.9, -6.8$	生 ( $-10$ )	0.92
クロヒラタシデムシ	成虫	$-7.4, -9.3$	{ 生 ( $-10$ ) 死 ( $-20$ )	31.6
ヒラタムシ	幼虫	$-9.4, -14.6$	死 ( $-20$ )	37.4
コメツキ	幼虫	$-26.9$	死 ( $-10$ )	39.2
キマワリ	幼虫	$-14.5, -26.0$	死 ( $-10$ )	7.3
カミキリモドキ	幼虫	$-23.8, -25.0$	死 ( $-25$ )	15.1
ハナカミキリ	幼虫	$-27.4, -28$ 以下	死 ( $-28$ )	—
クワガタ	幼虫	$-20.0$	死 ( $-5$ )	—
ミヤマクワガタ	幼虫	$-20.0$	死 ( $-5$ )	6.4
ムネアカオオアリ	{ 幼虫 成虫	$-15$ $-8.5^*$	死 ( $-11$ ) 生 ( $-10$ )	+ 34.6
ヒョウモンヒメバチ	成虫	$-9.1$	生 ( $-14$ )	+
ヒメバチ	成虫	$-6.8$	生 ( $-10$ )	111.0
モンズズメバチ	成虫	$-11.7$	死 ( $-16$ )	25.9
キノコバエ	成虫	$-25$ 以下	死 ( $-20$ )	

—, 存在せず; +, 存在す

\* 働きアリでの値

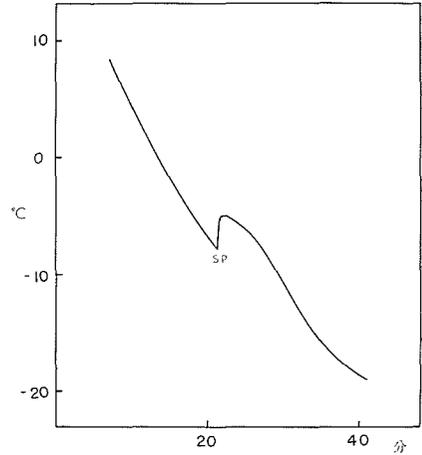
アトマルナガゴミムシ, エゾマイマイカブリ,  
クロヒラタシデムシ成虫

これらの甲虫はいずれも成虫で越冬しており、恐らく耐凍性はほとんどないであろうと想像していたが、意外にもエゾマイマイカブリは凍結状態で発見され(図版 I-4)、このときの体表温度は $-7^{\circ}\text{C}$ であった。この虫を融解させたところ常態に恢復し活潑に運動した。そこで他の2種とともに耐凍性をしらべたところ、過冷却点はいずれも $-7^{\circ}\text{C}$ 内外で(第1図)、 $-10^{\circ}\text{C}$ 程度の凍結には少なくとも1日以上耐えられることがわかった。これらの甲虫が朽木の木質部深く潜入している事実からみて、恐らく $-10^{\circ}\text{C}$ 以下に冷されることはほとんどないと思われる。

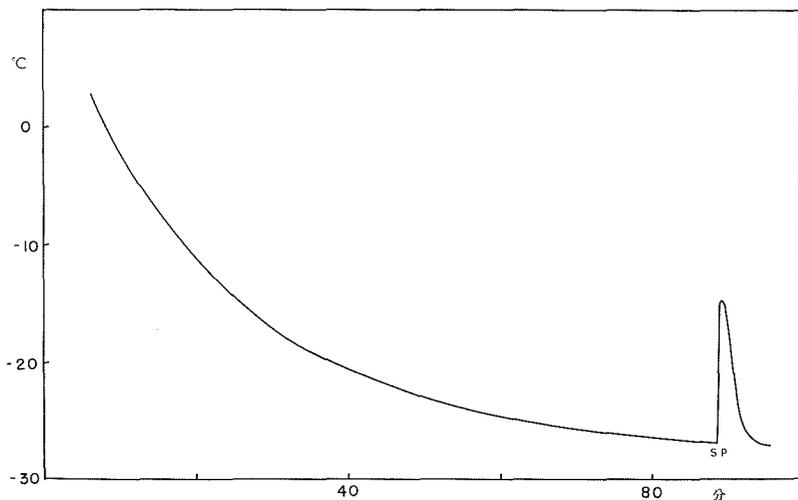
ヒラタムシ, コメツキ, キマワリ, カミキリモドキ, ハナカミキリ等の幼虫

これらの甲虫類の幼虫は何れも切り株の内部で発見されているから、気温の影響はあまり受けず恐らく $-20^{\circ}\text{C}$ 付近に冷されることはほとんどないであろう。いずれも過冷却能力が甚だ大きく(第2図)、ハナカミキリ幼虫の場合に $-25^{\circ}\text{C}$ 以下で40分、最終温度 $-28^{\circ}\text{C}$ に達しても凍らない例があった。しかし多価アルコールの含有の如何にかかわらず耐凍性が明らかに認められたものは一つもなかった。

ミヤマクワガタ, クワガタ類幼虫



第3図 アトマルナガゴミムシ成虫の凍結曲線。耐凍型昆虫の例で過冷却能力は比較的小さい  
SP: 過冷却点



第4図 キマワリ幼虫の凍結曲線。非耐凍型の昆虫の例で過冷却能力が非常に大きい  
SP: 過冷却点

これらの幼虫はかなり大形なので過冷却能力は少ないようにみえるが、意外にも  $-20^{\circ}\text{C}$  に達した。しかし耐凍性は全くなく虫体が凍りさえすれば  $-5^{\circ}\text{C}$  であっても凍死するので、過冷却状態で寒気に耐えていることは明らかである。これらのクワガタ類幼虫は朽木のかかなり内部で発見されることが多く、ことにミヤマクワガタ幼虫は朽木の中で必ず雪面以下の深さの場所に棲んでいた。写真に示したように朽木内に体を容れる程度の空間をつくり、Jの字状に体を曲げているが(図版 I-2)、虫体に接して霜があっても植氷されにくく、何れの幼虫も過冷却状態で見出された。

#### ムネアカオオアリ

多数の働きアリと共に女王・雄アリ・幼虫も見出された。このアリの耐凍性については既に丹野の報告<sup>5)</sup>があるが、改めて実験した結果、本種の働きアリはゆっくり冷されると  $-8.5^{\circ}\text{C}$  位で体内の1部に氷ができて凍害を受けないことが判った。幼虫は成虫と同様に多価アルコールを含むが耐凍性はなく、過冷却能力は成虫よりも大きい。今回得られた昆虫のうち最も多くを占めるのがこのアリであって、朽木の内部の空洞に巣をつくっており、その中に霜がまじっていることがしばしばあった(図版 I-5)。巣内の温度は採集時に  $-3^{\circ}\text{C}$  ないし  $-5.7^{\circ}\text{C}$  を示したが、夜間や早朝には恐らく  $-10^{\circ}\text{C}$  内外まで冷却される可能性があり、実際に棲息場所 A<sub>1</sub> では、早朝の気温が  $-25^{\circ}\text{C}$  を記録した朝に  $-9^{\circ}\text{C}$  をさしていた。このような状況を考えると、このアリが自然状態で霜や氷に接しても、おそらく体表を通して体内に植氷される可能性はほとんどないと思われる。幼虫がまじって発見された巣は必ず雪面下で切株の根本に当る部分であったから恐らく越冬中に過冷却のやぶれるおそれはないであろう。尚このアリの成虫の凍結は非常に特徴があり、昆虫体内の凍結過程の研究に重要な資料をあたえると思われるので別文で詳報する<sup>6)</sup>。

#### ヒメバチ成虫3種、モンズズメバチ

これらの蜂はいずれもその棲息場所が朽木の木部の内部なので  $-10^{\circ}\text{C}$  以下に冷却されることは少ないであろう。しかし何れも過冷却能力は  $-10^{\circ}\text{C}$  内外なので凍結の可能性はあり、ヒメバチ成虫は3種とも  $-10^{\circ}\text{C}$  で1日以上凍結後常態に回復できた。

#### 多価アルコールの存在と耐凍性

越冬昆虫の体内にグリセリンのような多価アルコールができることはすでによく知られており<sup>1)</sup>、その耐凍性に対する役割もしばしば論じられた<sup>7)</sup>。今回は採集された昆虫の大部分のものに、グリセリンの存在が認められた。これらの昆虫のうち蜂蟻類はすべて成虫も幼虫も多価アルコールをもっているが、甲虫類はごく一部を除いてはこれをもっていない。蛾類はわずか1種で検出が行なわれたにすぎないが、従来の資料<sup>7)</sup>からみて、恐らく今回得られたヤガの幼虫にもグリセリンが含まれているものと思われる。第4表で示された限り耐寒性が高いこと(これは過冷却能力か、耐凍性かどちらかが高いことを意味する)と多価アルコールの存在との間には、はっきりした関係はあらわれていない。

#### V.

北海道の東部地域には冬期最低気温が  $-30^{\circ}\text{C}$  に達する地方も稀ではなく、今回調査した

標茶付近もその1例である。ところがこのあたりの野外で越冬している昆虫を実験室でしらべてみると、 $-10^{\circ}\text{C}$ までの低温には耐えられるが、 $-15^{\circ}\text{C}$ 以下に冷却されると致命的な害をうけるものが多い<sup>8,9)</sup>。この事実はこれらの虫の越冬時の棲息場所の温度がどの位であることを暗示するものであるが、今回の調査でほぼこのことをたしかめることが出来た。即ちこれらの昆虫が越冬している場所は朽木の内部であって、気温の影響をうけにくく、恐らく $-10^{\circ}\text{C}$ 以下に冷却されることはごく稀であろう。ことに全く耐凍性をもたないムネアカオオアリ幼虫や、ミヤマクワガタ幼虫は、何れも積雪面より低い朽木の根本の内部に棲んでいるので $-10^{\circ}\text{C}$ 以下に冷却されるおそれはないものと思われる。

今回の調査でキバガヤハエの成虫、甲虫類の幼虫でたしかめられたように、越冬昆虫のきわめて多くのものが過冷却状態で寒さに耐えており、その多くは耐凍性がない。しかし同時に得られた新知見として最も興味深いことは、ごく普通の甲虫類成虫に耐凍性のある事実である。越冬昆虫の耐凍性は蝶蛾類の幼虫で古くより知られ、多数の報告が発表されている<sup>2)</sup>。しかし成虫ではきわめて例が少なく、これまで実験的に耐凍性が証明されたものは、僅かに一、二の蜂や蟻があるにすぎない<sup>8,9)</sup>。しかもこれらの昆虫はいずれもその体内にふくまれるかなり多量のグリセリンが、その耐凍性を保つのに役立つと思われており<sup>9)</sup>、今回得られたヒメバチ類の場合も恐らく同様であろう。いっぽう甲虫類成虫の場合は、体内における多価アルコールの多少にかかわらず耐凍性を示し、その耐凍度はいずれも $-10^{\circ}\text{C}$ 程度であった。このような比較的耐凍度の低い昆虫が、その耐凍性を有効に発揮するためにはまずその体の過冷却があまり進まぬうちに体内の凍結が開始される必要があり、実際に彼等の過冷却点は $-7^{\circ}\text{C}$ 内外にあることが明らかにされた。このように高い温度で、表面のぬれていない越冬中の昆虫が凍り出すことは甚だ興味深く、恐らく体内の或部分に非常に自発凍結をおこしやすい、即ち氷核の形成を促進する場所があることを暗示するものであろう。われわれはこのような問題を解明するために、ムネアカオオアリを材料として更に研究をすすめている<sup>6)</sup>。

## 摘 要

越冬昆虫の耐寒性とその棲息場所の温度条件との関係を明らかにするために、北海道標茶(しべちゃ)の原野で、朽木を主な対象として、1969年の真冬に調査を行なった。得られた昆虫を材料としてその過冷却能力、耐凍性、グリセリンの含有量をしらべた。

朽木のごく表層部に棲む昆虫はほとんど外気と同程度の寒さにさらされる可能性があるが、これらは何れも過冷却能力か、又は耐凍性の何れかが非常に大きい。

これ以外の昆虫は多くは朽木の内部に深く潜入しており、気温の影響をうけにくく、恐らく越冬中に $-10^{\circ}\text{C}$ 以下に長時間冷されるおそれは少ないであろう。これらの昆虫のうち、甲虫類幼虫は何れも耐凍性がないが過冷却能力は高い。蜂類成虫は $-10^{\circ}\text{C}$ 程度の耐凍度を示し、いずれも多価アルコールを含んでいる。甲虫類成虫にも耐凍性のあることが新たに発見され、この性質は多価アルコールの多少とは無関係にみえる。これら甲虫類の耐凍度は $-10^{\circ}\text{C}$ 程度であり、その過冷却度がわずかに $-7^{\circ}\text{C}$ 内外である事実はきわめて興味深い。

## 文 献

- 1) Salt, R. W. 1961 Principles of insect cold-hardiness. *Ann. Rev. Entomology*, **6**, 55-74.
- 2) Asahina, É. 1966 Freezing and frost resistance in insects. *In Cryobiology* (H. T. Meryman, ed.), Academic Press, London, 451-486.
- 3) 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.
- 4) 酒井 昭・和田実男 1963 越冬中の木の温度変化. 低温科学, 生物篇, **21**, 25-40.
- 5) 丹野皓三 1962 ムネアカオオアリの耐凍性 I. 低温科学, 生物篇, **20**, 25-34.
- 6) 大山佳邦・朝比奈英三 1969 ムネアカオオアリの耐凍性 II. 低温科学, 生物篇, **27**, 153-160.
- 7) 朝比奈英三 1968 昆虫の耐凍性と防御物質. 化学と生物, **6**, 642-650.
- 8) 竹原一郎・朝比奈英三 1960 昆虫の耐凍性とグリセリン. 低温科学, 生物篇, **18**, 57-65.
- 9) 朝比奈英三・丹野皓三 1968 耐凍性をもつヒメバチ成虫 *Pterocormus molitorius* L. 低温科学, 生物篇, **26**, 85-89.

## Summary

A variety of overwintering insects were collected from decayed wood in shibechea, western Hokkaido in the middle of February, 1969. Cold resistance and the environmental temperature conditions were studied in the collected insects.

A few lepidopterous and a dipterous insects were found under the surface bark of dead trees. These were apt to be exposed to temperatures of the outer air, and were highly cold resistant with a high supercooling ability or were very frost resistant.

Larvae of various coleopterous insects were collected from the xylem of decayed wood. These were very cold resistant with a high ability of supercooling but were not frost resistant.

Adult wasps and ants were also found under deep layers of the xylem. They invariably contained glycerol. They were frost resistant down to about  $-10^{\circ}\text{C}$ .

It was interesting to note that adults of some carabid and silphid beetles were collected in a frozen condition in deep layers of the xylem. These could survive freezing at  $-10^{\circ}\text{C}$  for a few days. However their supercooling ability was very low. Ice formed spontaneously within these insects generally when they were cooled to about  $-7^{\circ}\text{C}$ . All of the insects in the xylem of decayed wood were considered to be rarely exposed to temperatures lower than  $-10^{\circ}\text{C}$ .

## 図 版 説 明

1. ヤガ幼虫. 樹皮のすぐ裏面に簡単なまゆを作っている
2. ミヤマクワガタ幼虫. 枯れ木の中心部で雪面下に棲んでいる。まわりの材は凍結しており体表に接して霜がみえる
3. ハナカミキリ幼虫. 枯れ木の材部で雪面上の部分に発見された。発見された時の体表温度は $-4.7^{\circ}\text{C}$ で、まわりに霜がみえる
4. エゾマイマイカブリ成虫. 倒木の中心部に棲んでいた。発見された時の体表温度は $-7^{\circ}\text{C}$ で凍結していた。体表に霜が付いているのがみえる
5. ムネアカオオアリの巣. ミズナラの切り株の内部で、まわりの材のすき間には霜がみえる

