HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	イラガイツツバセイボウ前蛹の過冷却と耐凍性
Author(s)	青木, 廉
Citation	低温科學. 生物篇, 14, 121-124
Issue Date	1956-11-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/17591
Type	departmental bulletin paper
File Information	14_p121-124.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Kiyoshi AOKI 1956 The Undercooling Point and Frostresistance in the Prepupa of a Ruby-Tailed Wasp (*Crysis* (*Pentacrysis*) *shanghaiensis*). *Low Temperature Science, Ser. B, 14.*

イラガイツツバセイボウ前蛹の過冷却と耐凍性*

青　木　　廉

(低温科学研究所　生物学部門)

(昭和31年7月受理)

1956年1月及び2月に九州から送られて来たイラガ前蛹にはイラガイツツバセイボウ *Crysis* (*Pentacrysis*) *shanghaiensis* Smith が寄生している個体が非常に多かつた。寄生率は予想外に高く，北九州ミヤノで採集されたものでは73%，コクラ，ヤハタのものは95%，南九州カゴシマのものでは100%にも達していた。ここ数年実験に使われたサツポロ附近の約4000匹近いイラガ前蛹の中でセイボウの寄生している個体は1個も見出されていない。元来イラガイツツバセイボウは南方産のものであり，−20°C近くまで気温の下るサッポロ附近に全く見出されないことからみても，凍結に対する抵抗性は弱いものと想像される。この点，生態的にいつても興味あることと思われるので，多数の材料を入手できた機会を利用して過冷却点と耐凍性の関係を調べてみた。

九州産イラガのマユを多数提供して下さつた九州大学農学部安松京三博士，鹿児島大学文理学部平田国雄助教授の御好意に厚くお礼申しあげる。

イラガのマユは冬に採集されたもので，サッポロに到着後4月に実験するまで1.5ケ月ないし3ケ月余り約0°Cの場所に保存しておいた。凍結曲線のとり方はイラガ前蛹の場合と同様である[1]。ただ，イラガ前蛹と違つて熱電対の先端を密着させる適当の場所がないため体を軽く腹側に折り曲げるようにして，その間に挟みできるだけ腹面に密着させた。したがつて密着の度合はイラガ前蛹の場合に比べると，はるかに不完全であるため，この方法で測られた温度は実際のものより低く出る[1]。

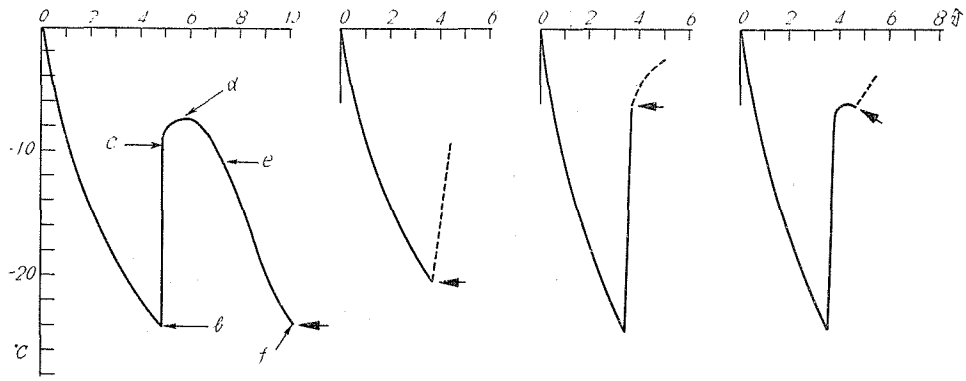
まず過冷却点を見てみよう。過冷却点は1個体毎にとつた凍結曲線から読みとつた。冷却速度は0°Cのところを中心に1分間に低下する温度で示してある。第1表に示す通り，過冷却点は予想外に低く，サッポロの冬のイラガ前蛹の値 (1956年4月の −21.1°C[2]) とほとんど等しいといえる。数値の上ではむしろイラガ前蛹より低いが，この程度の差は前に述べた熱電対の接触の仕方によると考えられるので，実際には差がないと見るべきである。

セイボウの前蛹の凍結曲線は単純な曲線である (第1図A)。bで過冷が破れ，急激に温度

* 北海道大学低温科学研究所業績　第355号

第 1 表

採集地	個体数	平均体重 (mg)	冷却速度 (℃/分)	過冷却点 (℃)
ミ ヤ ノ	24	155	8.4±1.84	−23.5±1.48
カ ゴ シ マ	19	154	8.6±1.30	−22.3±1.89



	A (580)	B (596)	C (604)	D (607)
体重	153 mg	164 mg	184 mg	167 mg
冷却速度	9℃/分	8.5℃/分	9.7℃/分	9.6℃/分
過冷却点	−23.6℃		−24.5℃	−23.5℃
凍結時間	5.3 分	0	約 2 秒	1.1 分
最終温度	−23.5℃	−20.2℃	−6.3℃	−5.8℃

A …… 完全凍結　B …… 過冷却　C …… 血液の凍結　D …… 血液及び組織の凍結
a, b c, d, e, f …… 本文参照　◀印のところで冷却を中断した

第1図　イラガイツツバセイボウ前蛹の凍結曲線

は上昇した（c点まで）後，瞬時止まる。bよりcまでの間は約2—3秒程度である。これにつづいて緩かに再び温度は昇り，最高点(d)に達した後は緩かに下るので曲線は円頂型を呈する。それにつづいてeあたりから温度はかなり急に，ほとんど直線的に下る。

イラガイツツバセイボウのもイラガ前蛹[6]とだいたい同じような凍結過程をとると考えられる。即ち，b—cの温度上昇は血液の凍結によるものであり，c—d—eの経過は組織の凍結の結果である。eのあたりですでに凍結の大部分は完了しているので，その後凍結は極くわずかしか起らぬため，熱は奪われる一方となる結果，e以降では温度の低下は急になると考えられる。したがつてこの温度の変化を見ていれば任意のところで凍結を中断することができる。この方法で凍結曲線のbのところ（第1図B），cのところ（第1図C），とeのところ（第1図D）で，各々冷却を中断し室温で暖め，その後の発生を見た。つまり障害が凍結の程度によつて如何に変つてくるかを調べた訳である。飼育* は1匹づつ分けて径3cmのシャーレの中で行なつ

* シャーレの壁に濾紙を貼り，時々濡して湿気を与えたが，途中でカビの発生が多くそのために死んだと思われるものもかなりあつた。したがつて完全蛹化まで追跡することが困難なので，口器が突出した様に見える時（前蛹の末期）を基準にとつた。

第 2 表

採集地	凍結	凍結時間	最終温度* (°C)	口器突出個体数 / 全個体数
ミヤノ	第1図 (B)	0	−19.5±0.63	4/5
カゴシマ		0	−20.4±0.14	5/5
ミヤノ	第1図 (C)	2秒	− 6.4±0.86	4/7
カゴシマ		2秒	− 6.1±2.24	5/8
ミヤノ	第1図 (D)	1.1±0.04分	− 6.1±1.42	2/6
カゴシマ		1.2±0.03分	− 5.5±0.96	1/7
ミヤノ	第1図 (A)	5.7±0.91分	−23.9±1.9	1/11
ミヤノ	対照	0	—	4/5
カゴシマ	全く冷されないもの	0	—	4/5

* 最終温度とは次の点を指す。凍結Bの場合は第1図のb点，Cの場合はc点，Dの場合はe点，Aの場合はf点の温度である。

た。第2表の結果を得たが，カビの発生のため正確な量的関係は判らないとしても傾向だけは，はつきりと出ている。体温が氷点以下になつても全く氷が生じない場合（過冷却状態即ちBの場合，時間は3—4分）は対照と同じようにほとんど障害を受けないが，血液が凍つた場合（Cの場合）は凍結時間が非常に短かい（約2秒程度）にもかかわらず，障害を受けている個体が現われてくる。組織が凍結したと考えられるDの場合では融解後，発生のとまつた個体が急に増加している。完全に凍結した（Aの場合）個体はほとんど全部死んでしまつた。Aの場合の個体は融解直後，既に体の緊張度は完全になく，つぶれたような外観を呈していた。イラムシの前蛹が凍結時間6—8分，最終温度 −24°C 位の凍結に対し殆んど障害を受けない事実[2]及びもつと長期間の凍結にも耐える事実[3]に比べるとセイボウの幼虫の凍結に対する抵抗性は非常に弱い。イラムシ前蛹の凍結[4]から考えて組織に凍結が始まつたと思われる場合を境に，凍結時間が短かいにもかかわらず障害度が大きくなることは凍結によつて細胞が著しい障害を受けたことを示すものである。しかしこの障害は細胞外凍結による脱水のために起つたものか，細胞内凍結によるものかは，凍結曲線の型の上からのみでは判定できない。

以上の結果から見ると過冷却点の値は，けつして凍結に対する抵抗性の大小を示す指標とはならないことになる。ある一定の冷却条件下における過冷却点の値というものは，単に過冷却する能力の相対的関係を示すに過ぎない。良く過冷却することが凍結を阻止するのに役立つている，つまり凍結することを防いでいるものとすれば，そこに過冷却の安定性という条件がなければ意味はないことになる。ところがこの安定性には過冷却の程度，時間という要因が非常に大きな条件となつている上に，なお不明の点も多いが，現在までの経験では特殊の場合を除き大きな安定性は望めないようである。しかし過冷却状態には耐え得るが，凍結が始まると

障害を受けるような一群の昆虫にとつてはこの過冷却の安定性というものは重要な条件であるけれど[5]，イラガ前蛹のように凍結に対して強い抵抗性をもつている種類[4]に対しては，決定的な条件ではないと考えられる。いずれにしても過冷却点の値のみからは耐寒性あるいは耐凍性の大小を判定することは不可能というべきであろう。

文 献

1) 青木 廉・篠崎寿太郎 1953 イラガ前蛹の過冷却について．低温科学，***10***，103.
2) 青木 廉 1956 イラガ前蛹の過冷却点とその産地の気候．低温科学，生物篇，***14***，117.
3) 朝比奈英三 1955 可動状態の動物の凍結及び過冷却による長期保存．動雑，***64***，280.
4) Asahina, E., K. Aoki & J. Shinozaki 1954 The freezing process of forst hardy catapillars. Bull. Entomol. Res., ***45***, 329.
5) Salt, R. W. 1950 Time as a factor in the freezing of undercooled insects. Canad. J. Res., D, ***28***, 285.
6) 篠崎寿太郎 1954 イラガ前蛹の凍結．低温科学，生物篇，***12***，71.