



Title	極地に棲息するトビムシの初夏の耐寒性
Author(s)	丹野, 皓三; TANN0, Kouzou
Citation	低温科学. 生物篇, 33, 39-43
Issue Date	1976-03-18
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/17820
Type	departmental bulletin paper
File Information	33_p39-43.pdf



極地に棲息するトビムシの初夏の耐寒性*

丹野 皓三

(低温科学研究所)

(昭和50年11月受理)

I. 緒言

極地に棲息する昆虫は冬期の低温と短い夏の成育期間と云うきびしい自然環境に適応して世代を続けている¹⁾。ノルウェーに棲息するハマキガ *Zeiraphera diniana* の越冬卵は -51.3°C まで過冷却するので野外で凍結することなく越冬する²⁾。一方、アラスカに棲息する数種類のユスリカの越冬幼虫は -40°C で数日間凍結しても生存している³⁾し、ゴミムシ類 *Pterostichus brevicornis* の越冬成虫は -45°C の凍結に耐えられる⁴⁾。この様に耐凍性の高い昆虫でも融雪期に気温が上昇しだすと耐凍性を急速に失ってしまう^{4,5)}。昆虫は、一般にある程度の過冷却能力を有しているから、たとえ融雪期に耐凍性を失っても、融雪期にしばしばみまわれる程度の低温では凍結することはないであろう。

今回、永久凍土圏学術調査に参加した機会に初夏のトビムシ類の耐寒性に関する簡単な実験を行なったのでその結果を報告する。

II. 棲息地の状況及び実験の材料と方法

アラスカのバロー周辺には構造土と呼ばれる地形が永久凍土と関連して見られる。構造土は地表近くの凍結融解のくりかえしが地面に割れ目を網目状に発達させたものである。この網状土の中央はまわりよりいくぶん盛り上がり、周辺部の割れ目は融雪期には水をためた溝となる。1974年6月22日に、本研究所の木下誠一教授を隊長とする7名でバロー附近の直径約12mの網状土を選らび、その物理学的及び生物学的総合調査を行なった⁶⁾。この網状土の植生は、かやつりぐさ科の *Carex aquatilis* Wahlenb. 及び *Eriophorum antifolium* Honk. と、いね科の *Dupontia Fischeri* R. Br. の三種で大部分を占めていた。網状土の溝には一部分雪が残っていた。網状土は地表下8cmまで融解しており、それ以下は凍結していた。従って地表面下5cmの温度はほとんど 0°C に近かった。気温は 3°C 前後なのに一日中沈むことのない太陽の輻射により晴天の日には苔の中2cmのところでは $12.6 \pm 2.3^{\circ}\text{C}$ もあったが、曇天の日には 0°C 近くまで苔の中の温度は下がった。苔の中には多数のトビムシ類が棲息していた。

切口が 19.6cm^2 で、苔を含めて深さが5cmの土壌試料を45個押し込みサンプラーを用いて上述の網状土より得た。この土壌試料を三等分し、ビニール袋に入れて 0°C 、 -15°C 及び -23°C の冷凍箱にそれぞれ18時間置いた。室温から -23°C に達するのに約2時間かかった。

* 北海道大学低温科学研究所業績 第1751号

この試料を室温にもどしてからツルグレン装置に 48 時間かけトビムシ類を抽出した。抽出したトビムシを 70% アルコールで固定して持ちかえり観察した。トビムシの体長は解剖顕微鏡下でマイクロメーターを用いて読みとった。屈曲した体形の補正は特に行なわなかったので、体長は相対的な価である。

III. 結果と考察

結果を第 1 表に示した。野外においても、曇天の日にはトビムシの棲息している苔の中は 0°C 近くになるので、0°C に 18 時間おいてもトビムシの生存には影響がないものと思われる。実際に 0°C に 18 時間おいた後にトビムシを抽出すると 1 個の土壌試料あたり 30.5 匹抽出された。この価は、野外から採取した後すぐツルグレン装置にかけて抽出した場合に得られた 21.7 匹のトビムシに比較して大きい。-15°C に 18 時間おいたものは生存率は 3%、-23°C に 18 時間おいたものはわずか 0.4% であった。生存率があまりにも低いために、種の違いによる生存率の大小はあまり明確でないが、準優占種である *I. sphagneticola* が -15°C 18 時間の冷却で生存するものがない事は他の種に比較して差がある。この様に -15°C に冷却されたトビムシの生存率が非常に低い事実は、虫体の凍結がこの時期のトビムシにとって致命的な害となる事を暗示している。数パーセントの生存個体はおそらく過冷却状態で生存出来たのであろう。

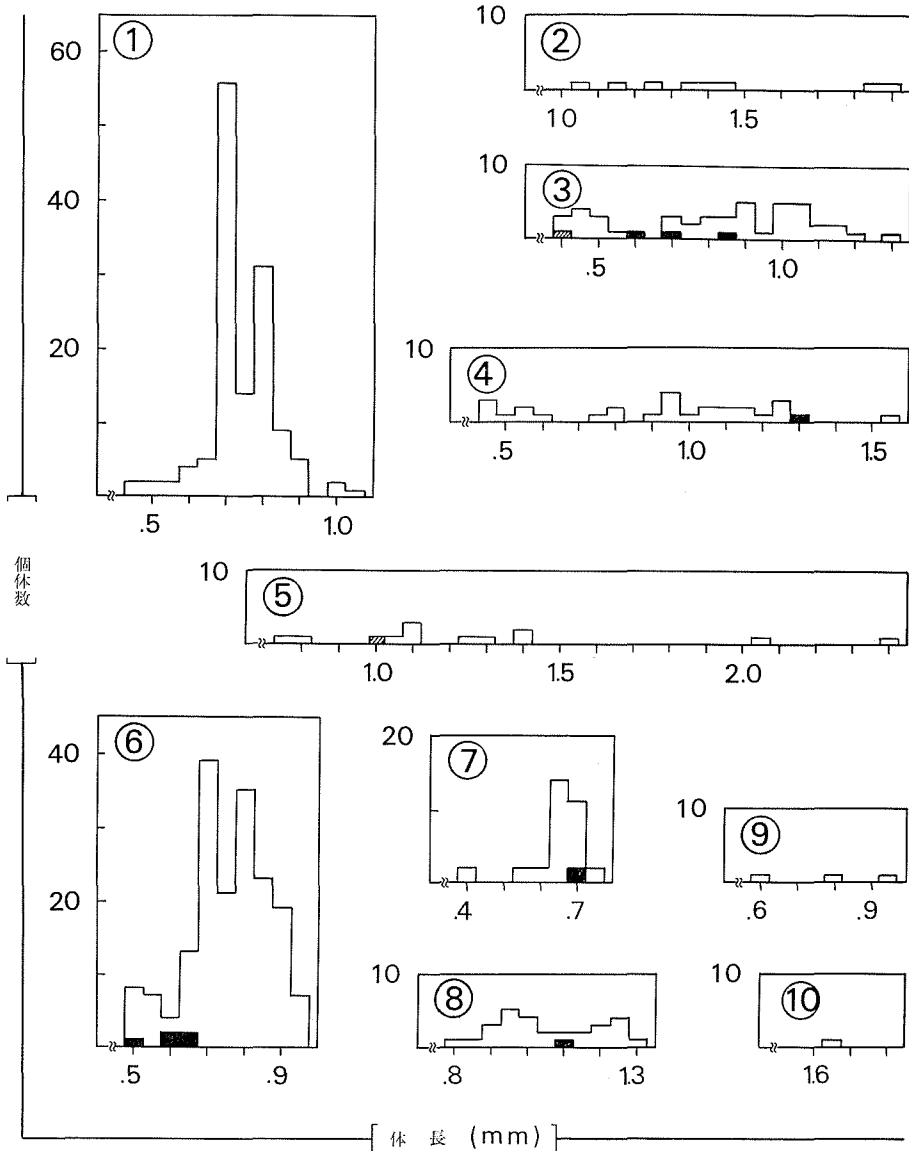
虫体の凍結は、まわりの苔が含んでいる水の凍結により植氷される場合と、虫体内部から始まる場合の二通りが考えられる。後者の場合には、トビムシぐらい小さな虫では虫体の大きさに関係する可能性が考えられるので体長を測定した。その結果、トビムシ全体では -15°C 及び -23°C にそれぞれ 18 時間置いた後に生存していた個体の体長は対照 (0°C) と有意な差は

第 1 表 トビムシの生存に対する冷却の影響

種 名	0°C 18 時間		-15°C 18 時間		-23°C 18 時間		
	生 存 個体数	平均体長 (mm)	生 存 個体数	平均体長 (mm)	生 存 個体数	平均体長 (mm)	有意差の信頼限界
<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg)	166	.75* ±.11	5 (3%)	.60* ±.06	0		P* > 0.98
<i>Isotomina sphagneticola</i> (Linnaniemi)	133	.74 ±.10	0		0		
<i>Hypogastrura armata</i> (Nycolas)	45	.82* ±.25	3 (7%)	.72* ±.13	1 (2%)	.40	P* < 0.5
<i>Pseudanurophorus</i> sp.	33	.65* ±.08	2 (6%)	.70*	0		P* < 0.7
<i>Tetracanthella arctica</i> Cassagnau	28	1.06 ±.14	1 (4%)	1.10	0		
<i>Hypogastrura</i> <i>spitzbergensis</i> (Stach)	28	.93 ±.30	1 (4%)	1.30	0		
<i>Isotoma sensibilis</i> Tullberg	12	1.31 ±.48	0		1 (8%)	1.00	
<i>Folsomia diplophthalma</i> (Axelson)	8	1.43 ±.31	0		0		
<i>Onychiurus</i> sp.	3	.78 ±.18	0		0		
<i>Morulina</i> sp.	1	1.65	0		0		
計	457	.72** ±.24	12 (3%)	.71* ±.22	2 (0.4%)	.70** ±.42	P* < 0.2 P** < 0.1

まったくなかったが、*F. quadrioculata* の場合は -15°C に置かれた後に生存していた個体の体長は、対照より明らかに小さかった ($P < .98$)。その他の種では生存個体数が少ないために、体長と生存率の関係を統計的に明らかにすることは出来なかった。

生存個体数とその体長を種別に第1図に示した。その結果、多くの種で生存個体は対照



第1図 冷却したトビムシの生存と体長との関係

□: 0°C 18時間 ■: -15°C 18時間 ▨: -23°C 18時間

1. *Isotomina sphagneticola* (Linnaniemi)
2. *Folsomia diplophthalma* (Axelson)
3. *Hypogastrura armata* (Mycolas)
4. *Hypogastrura spitzbergensis* (Stach)
5. *Isotoma sensibilis* Tullberg
6. *Folsomia quadrioculata* (Tullberg)
7. *Pseudanurophorus* sp.
8. *Tetracanthella arctica* Casagnau
9. *Onychiurus* sp.
10. *Morulina* sp.

(0°C) の体長分布の頂点からずれて、むしろ凹部に位置する傾向が見られた (第 1 図 3, 4, 6, 8)。この事は虫体の凍結が虫の内部から始まったことを暗示している。なぜならば、もし虫体の凍結が外部からの植氷により開始したのなら、植氷の機会是个体の体長にほとんど無関係であると考えられるから、対照 (0°C) の体長分布と同じ傾向を示し、分布の頂点で最も高い生存率を示すはずである。体長分布の凹部に位置する個体は、ある齢数と次の齢数にまたがる脱皮前後の状態にあると考えられる⁷⁾。脱皮の前後にはトビムシも他の昆虫と同様に摂食を一時中止するであろう。摂食中の昆虫は冷却すると消化管の内容から凍結が始まると云われている⁸⁾。この事がトビムシを冷却した場合に体長分布の頂点からずれて凹部に生存する個体が多い傾向を示す原因であると考えられる。

IV. む す び

上記の結果は間接的であるが、極地に棲息するトビムシと云えども、成育期間である初夏には耐凍性を失っている事を暗示している。

この研究は、昭和 49 年度文部省科学研究補助金による海外学術調査として行なわれたものの一部である。この研究を行なうに当り、お世話になった Dr. Denner (Director of Naval Research Laboratory, Barrow, Alaska) に厚く感謝の意を表します。また、トビムシの同定をこころよく引き受けて下さった茨城大学の田村浩志氏に深く感謝します。

文 献

- 1) Downes, J. A. 1965 Adaptations of insects in the arctic. *Ann. Rev. Entomol.*, 257-274.
- 2) Bakke, A. 1969 Extremely low supercooling point in eggs of *Zeiraphera diniana* (Guënée) (Lepidoptera: Tortricidae). *Norsk ent. Tidsskr.*, 16, 81-83.
- 3) Scholander, P. F., Flagg, W., Hock, R. H. and Irving, L. 1953 Studies on the physiology of frozen plants and animals in the arctic. *J. Cellular Comp. Physiol.*, 42, Suppl. 1, 1-56.
- 4) Baust, J. G. and Miller, L. K. 1972 Influence of low temperature acclimation on cold hardiness in the beetle, *Pterostichus brevicornis*. *J. Insect Physiol.*, 18, 1935-1947.
- 5) Asahina, É. 1966 Freezing and frost resistance in insects. In *Cryobiology* (H. T. Meryman ed.), Academic Press, London, 451-484.
- 6) 木下誠一 1975 アラスカ・カナダ北部の永久凍土における寒冷地形及び生物環境の総合調査. 北海道大学低温科学研究所, 札幌, 143 pp.
- 7) Tamura, H. and Koseki, K. 1974 Population study on a terrestrial amphipod *Orchestia platensis japonica* (TATTELSALL), in temperate frost. *Jap. J. Ecol.*, 24, 123-139.
- 8) Salt, R. W. 1958 Application of nucleation theory to the freezing of supercooled insects. *J. Insect Physiol.*, 2, 59-69.

Summary

As to the frost-resistance in collembola a study was made in polygons at Barrow, Alaska, at the end of June, 1974. No collembolas in this season seem to be frost-resistant. A few percent of collembolas appeared alive after thawing of frozen soil at -15°C for 18 hours in which they were contained. After freezing at -23°C for 18

hours, only 0.4 percent of collembolas survived. These survivors might assumably be supercooled, thus could avoid dangerous body freezing.

The mean body length in survivors of *Folsomia quadrioculata* after thawing from freezing at -15°C for 18 hours was shorter than in the unfrozen control ($P>.98$). The distribution of individual number with changes in body length suggested that the survivors after freezing and thawing was apt to occur at the bottom of the distribution curve in unfrozen control in various species of collembola.