

日本産のヤマネ *Glirulus japonicus* (SCHINZ)

の冬眠に関する研究

4. 體溫と活動性に就て

下 泉 重 吉 JUKICHI SHIMOIZUMI

東京高等師範學校動物學教室

1

冬眠をなす哺乳類が、他の哺乳類と著しく異なる點の一つは、體溫が 0°C 附近から 37°C 附近までの廣範圍にわたつて變化することである。この廣範圍に變化する體溫とその動物の活動性との關係に就て研究されたものは從來非常に少く、EISENTRAUT (1935) のカウモリ、JOHNSON (1930) のリス、HERTER (1932) のハリネズミに關するものが其の主要なものである。筆者は日本産ヤマネが冬眠より覺醒する過程を數多觀察する事を得、その覺醒過程の進行に伴ひ、ヤマネの表現する活動性は漸次變化移行する事を知つた。依つてその活動性の變化に従ひ體溫を測定し、從來の筆者の研究事項をも綜合して日本産ヤマネの體溫と活動性との關係に就て吟味を試みた。以下その研究の概要に就て述べる。

2 日本産ヤマネの覺醒過程

冬眠をなす哺乳類が、冬眠から覺醒するときの過程に就ては MERZBACHER (1904), PEMBREY and PITTS (1899), HAHN (1914), DUBOIS (1896), SHOW (1922), HATT (1927), JOHNSON (1923) 等に依る數多の報告があるが、日本産ヤマネの覺醒過程に就ては未だ報告されてゐない。筆者は過去數年間に數多の日本産ヤマネの覺醒過程を觀察し、深い冬眠中にあるヤマネが覺醒する場合、多くのものは略々同様の過程を經過することを知つた。而して深い冬眠中のヤマネを暖い室 (約 20°C) に移すと覺醒を始め多くの場合全覺醒過程を 8 期に分つ事を得、且つ各期を特徴づける活動性を示すものである。以下その大要を述べる。

第 1 期 氣溫 0°~6°C の静かな處で冬眠してゐるヤマネは、體を球狀に丸めてゐて手を軽く觸れる様な弱い刺戟に對しては殆んど反應なく、又口を堅く閉めてゐて、體溫計を挿入しようとしても容易に開かない。けれども呼氣を吹きかけたり、稍々強い刺戟を加へると體を益々丸くする。呼吸は 2, 3 分間毎に數回なすに過ぎず、極めて緩慢であるが、呼氣を吹きかけると急に 1 分間 10 回から 40 回位の呼吸をするやうになる。

第 2 期 前期の状態にて冬眠中のヤマネを暖い室に移して數分間經過したものは、體を第 1 期と同じく丸めてゐて弱い刺戟に對しても、益々體を丸くする様に反應し、體溫計を口腔に挿入しようとする時、それを避けるかの如き方向へ頭部を動かし、口を自ら開くことが出来る。

この状態のものでは呼吸数は次第に増加し1分間に40回から80回位までになる。

第3期 ヤマネは尾を伸し、四肢を動かし始め、球状の體を伸し始める。続いて四肢を盛に振動させるやうになる。呼吸数は1分間150回から200回位に増加して、その速さは覺醒時と殆ど等しくなる。

第4期 體を横或は仰向けにして置くと、體を動かして腹這ひの姿勢になる。

第5期 體溫計を口に挿入しようとしたり、手を觸れると攻撃的態度を示し、齧る働きが現はれる。

第6期 瞬をなし、僅に開眼する。手を觸れると僅に這ふ。けれどもその這ひ方は體を引摺るやうで完全に四肢で體を支へることは出来ない。

第7期 眼を完全に開き四肢で體を支へ、平常に這ふことが出来る。餌を近づけると嗅ぐ如き動作をなすが、未だ活潑ではなく餌を食さない。

第8期 脱糞や放尿をなし、行動は敏捷になつて、餌を與へると食す。完全に覺醒した状態である。

3 體溫の測定方法及び測定結果

ヤマネが冬眠から覺醒する過程をみると上に述べた如く、比較的明瞭なる8期を區別することが出来るのであつて、各期に特有の活動性が現はれる。依つて筆者は體溫と活動性との關係を求める目的で、冬眠中のヤマネを覺醒せしめ、各期に於ける體溫を測定した。この測定は1939年1月に行つたものである。測定に用ひたヤマネは10頭で、體重は20g乃至24g(約)、外見上極めて健康に見えたものである。かやうなヤマネを溫度4°C乃至6°Cの氷室へ移し、冬眠せしめて1週間を経たものを20°C(約)の室に移して覺醒せしめた。而してその覺醒過程を注意深く觀察し、1つの期から次の期に移つたと思はれるとき、速に口腔に體溫計を挿入して體溫を讀み取つた。例へば氷室から取出したヤマネ即ち第1期の状態にあるものが、呼吸数が1分間40回になり、口腔へ體溫計を挿入しようとするとき僅に頭を動かして、避ける如き弱い反應が現はれたとき口腔内へ體溫計を挿入して體溫を計つた。従つて測定した値は各期の始りに於ける體溫と見做す事が出来る。この體溫計としては熱電對を用ひた。

表1 冬眠より覺醒しつつあるヤマネの各期に於ける體溫

動物 番 號	體 溫 (°C)						
	第 2 期	第 3 期	第 4 期	第 5 期	第 6 期	第 7 期	第 8 期
1	6.12°	15.88°	18.20°	26.50°	27.90°	28.76°	34.96°
2	8.24	12.22	17.69	24.44	28.13	30.51	33.24
3	8.41	14.13	18.11	22.67	28.50	30.50	34.03
4	7.14	13.96	18.35	21.80	26.79	30.57	34.87
5	6.66	10.88	16.45	23.15	27.87	29.56	32.83
6	8.28	12.90	18.44	22.61	28.40	33.70	35.21
7	8.39	13.47	17.77	23.43	29.36	32.34	36.70
8	6.47	13.50	19.16	23.20	26.66	33.29	36.50
9	6.96	12.00	16.92	21.02	25.49	33.10	34.40
10	7.77	13.18	17.49	22.11	24.64	31.66	34.12
平均	7.44	13.1	17.86	23.09	27.37	31.40	34.69

表1はかくして測定した結果である。覚醒過程第2期に於ける体温測定の結果は最低6.12°C, 最高8.41°C, 平均7.44°Cである。第3期は最低10.88°C, 最高15.88°C, 平均13.51°C。第4期は最低16.45°C, 最高19.16°C, 平均17.86°C。第5期は最低21.02°C, 最高26.50°C, 平均23.09°C。第6期は最低24.64°C, 最高29.36°C, 平均27.37°C。第7期は最低28.76°C, 最高33.70°C, 平均31.40°Cであつて, 第8期は最低32.83°C, 最高36.70°C, 平均34.96°Cである。

4 考 察

日本産ヤマネが冬眠から覚醒する過程に於ける体温測定の結果は上に述べた如くであるが, 以下その測定値にもとづき体温と活動性に就て考察を試みる。上述の体温測定値をみると第2期に於ては平均7.44°Cである。而してこの測定は第2期が現はれた直後なされたものであるから, 第2期はこの測定よりも少しく前に始つたと考へられる。故に測定結果の平均体温は7.44°Cであるが, 第2期は体温約7°C附近から始るものと推測する。従つて第1期は体温約7°Cにて終ると見做す事が出来よう。而して日本産ヤマネの冬眠中の最低体温は前の論文に述べた如く0.67°Cである。依つてヤマネの覚醒過程第1期は体温0.67°C乃至7°Cの範囲であると言ふ事が出来る。また第3期の体温測定の平均は13.51°Cであるから第3期と第2期の境は体温約13°Cであると考へられる。従つてヤマネの覚醒過程第2期は体温7°C乃至13°Cの範囲である。かくして日本産ヤマネの覚醒過程に於ける各期の体温範囲を求めると表2の如くなる。

MERZBACHER (1903) はカウモリの冬眠に関する研究に於て, それの冬眠の状態から4つの段階を區別してをり, EISENTRAUTはその區別を承認して, 更に彼は各段階の体温を決定してゐる。MERZBACHERによればカウモリに於ける第1段階を Rigidität の状態といひ, この段階の特徴は "Anheftereflex" であつて, 接觸其他の妨碍に際しては後肢を屈けて, 體を縮めることである。EISENTRAUTはこの段階の体温は0°C以下であるといふ。JOHNSONによると, リスは体温2°乃至5°Cに下降すると相當強い刺戟に對しても何等の反應を示さないと。筆者の日本産ヤマネに於ては, 以上の状態に相當するのは第1期の状態であつて, この期は体温0.76°C乃至7°Cの範囲である。

MERZBACHERはカウモリの第2の段階は Medulla oblongata Reflex が明瞭に現はれる段階であるといひ, この段階はカウモリが冬眠してゐる普通の状態であるといふ。EISENTRAUTはこの段階は体温0°乃至10°Cの範囲であるといひ, この状態にあるものを深い冬眠といつた。JOHNSONはリスの体温10°C乃至15°Cの間では刺戟に對し弱い反應を示すだけであるといつてゐる。日本産ヤマネの第2期はMERZBACHERのカウモリに於ける第2階に相當し, JOHNSONのリスに於ける体温10°C乃至15°Cの範囲に相當すると思はれる。而して, この第2期に於ける日本産ヤマネの体温は7°C乃至13°Cであつて, この期の活動性は既に述べた如くである。平常に冬眠してゐるものは第1期及び第2期の体温範囲である。

表2 冬眠より覺醒しつつあるヤマネの各期の体温範囲

期	體 温 範 圍
1	0.67~7°C
2	7~13°C
3	13~17°C
4	17~23°C
5	23~27°C
6	27~31°C
7	31~34°C
8	34~37°C

MERZBACHER はカウモリの第 3 の段階に於ては大脳活動が開始し、附着反應が衰へ、方向づけられた防禦運動をなすといひ、EISENTRAUT はこの段階は體溫 10°C 乃至 33°C の範圍であるが、第 2 段階と第 3 段階との間には判然たる境はないといつてゐる。又 JOHNSON のシマリスに於ては體溫 20°C 乃至 30°C の間では、目映さうにして前進したり、不自然に立上つたり、觸れると不活潑に咬付かうとすると述べてゐる。以上の如く EISENTRAUT も JOHNSON も體溫 15°C 以上 30°C までを一つの段階として取扱つてゐるが、筆者は日本産ヤマネに於ては體溫 15°C より 31°C までの間を第 3 期から第 6 期まで 4 期に分つた。而して MERZBACHER のいふ大脳活動の開始により方向づけられた防禦運動を現はすのはヤマネで第 5 期即ち體溫は約 23°C に達してからである。また JOHNSON のシマリスに就て言つた所の目映さうに前進するのは、ヤマネでは第 6 期に相當し、體溫は 27°C 乃至 31°C の範圍である。また JOHNSON はリスが眼を開くのは 20°C 乃至 34°C 又は 21°C 乃至 37°C であるといつてゐるが、ヤマネに於ては眼を開くのは第 6 期即ち體溫は 27°C 乃至 31°C の間である。

MERZBACHER はカウモリは第 4 段階に於て大脳活動が完全になり順つて四肢の運動上に差支へなくなる段階であると言つてゐる。EISENTRAUT はこの段階の體溫は 33°C 以上であると述べ、又 JOHNSON はシマリスは體溫 30°C 以上で普通の活動をなすと述べた。

筆者の日本産ヤマネに於ては體溫 31°C 以上を更に第 7 及び第 8 の 2 期に區分した。第 7 期は體溫 31°C 乃至 34°C の範圍であつて、完全に這ふことが出来、食物を與へると嗅ぐ如き行動をなすが、未だ食物を食せず、這ひ方は緩慢である。第 8 期は體溫 34°C 乃至 37°C の範圍であつて、脱糞・放尿をなし、食物を食し、動作は極めて敏捷で普通の覺醒の状態である。

以上は日本産ヤマネの覺醒過程に於ける活動性の變化から之を 8 期に分ち各期にはほど定れる體溫範圍があることを述べたのである。この記述にて知り得る如く日本産ヤマネの體溫と、活動性との間に明瞭な關係があつて、各期の活動性は體溫によつて規定せられてゐることが認められる。

MERZBACHER は冬眠動物は覺醒したが故に温るのであつて、温つた故に覺醒するのではないといひ、FERDMAN & FEINSCHMIT は冬眠動物の覺醒は常にその體溫の上昇と結びついてゐる、然し乍ら體溫の上昇が覺醒の原因だとするは誤りであらうと述べてゐる。また HERTER (1934) はハリネズミの研究に於て、ハリネズミの體溫は運動中に温まるのでなく、暖くなつてから運動を始めるのであるといひ、更に暖まつたから活潑になるかどうかは決定せずにをくと言つてゐる。以上 3 氏の考へ方の中には、知覺や筋肉運動が非冬眠状態になる事を覺醒といふのであるか、或は休息状態にあつた産熱機構が活性に移行したる状態を以て覺醒といふのであるか、兩者を判然と區別してをらぬやうにみえる。筆者は覺醒は知覺及び筋肉運動が一般に言ふ覺醒の状態にあるを指すこととして考察する。直ちに日本産ヤマネに於ては、既に述べた如く覺醒過程中の各期に於ける活動性は、その期に該當する體溫に達したるときに現はれるのであつて、體溫が下つても亦上つても別の期に移るのである。故にヤマネの體溫は活動性によつて規定されるのではなく、活動性は體溫によつて規定されると考へねばならない。即ち筋肉運動や知覺等の所謂動物性諸器官は體溫の上昇によつて夫々の特異なる機能を發揮すると考へられる故に日本産ヤマネが冬眠から覺醒する事は體溫上昇がその直接の原因であると考へねばならない。而して體溫の上昇は體内に於ける産熱量の増加に起因する事は言ふまでもなく、従つ

て冬眠状態のものが覚醒状態に移る事はまづ産熱機構が覚醒状態に移行し、産熱量を増加する事であつて、その結果體温が漸次上昇するのである。故に冬眠動物の覚醒機構はまづ休息状態にある産熱機能が活性となりその機能の旺盛となるによつて體温上昇を由來し、體温上昇に伴ひ随意筋肉運動や知覺等が漸次活性を恢復し、遂に普通の覚醒状態になるのであると考へる。

要 約

この論文は日本産ヤマネの覚醒過程に於ける活動性と體温との關係に就ての研究結果の報告であつて、大要次の事項に就て述べてある。

1 氷室内 (6° 乃至 4°C) にて冬眠せる日本産ヤマネを約 20°C の室にて覺醒せしめるときその活動性が順次變化移行して一般に期を認める事が出來、各期に於て特徴ある活動性を現はすものである。

2 ヤマネの覺醒過程に於ける各期の體温を測定し、その結果を表 1 に示した。この測定結果から各期に於ける體温範圍を決定し、表 2 に示してをいた。

3 ヤマネの覺醒過程に於ける著しい活動性と體温との關係を抜出してみる。

a 體温 0.67°C より 13°C 位の間は手などにて接觸しても體を球狀に丸めてゐる。

b 刺戟を加へると攻撃的態度に出たり、咬付いたりする動作は第 5 期即ち體温が 23°C より 27°C の間で現はれる。

c 眼を開くのは第 6 期即ち體温が 27°C より 31°C の範圍である。しかしなほこの期では這ひ歩くために未だ四肢を自由に使へない。

d 覺醒して完全に活動の出來るのは第 8 期即ち體温 34°C 以上である。第 7 期即ち體温 31°C より 34°C の範圍では平常の這ひ歩きは出來るが動作は敏捷でない。

4 日本産ヤマネの覺醒過程にみられる各期に特有のヤマネの活動性は、體温によつて規定され、體温の上昇が覺醒の直接原因であり、體温の上昇の原因は休息状態の産熱機能が活性に移りその機能の旺盛になるにある。

参 考 文 献

1. DUBOIS, R. 1896. Physiologie comparée de la marmotte. Ann. de l'univ. de Lyon.
2. EISENTRAUT, M. 1935. Der Winterschlaf der Fledermäuse, mit besonderer Berücksichtigung der Wärmeregulation. Z. Morph. u. Oekol. Tiere, Bd. 29, pp. 231-267.
3. FERDMANN, D. und J. FEINSCHMIDT. 1932. Der Winterschlaf. Erg. Biol. 8, 1-74.
4. HAHN, W. L. 1914. Hibernation of certain animals. Pop. Sci. Mon., 84; 147-157. (JOHNSON より引用).
5. HATT, R. T. 1927. Notes on the ground-squirrel, *Callospermophilus*. Occas. papers Mus. Zool. Univ. of Michigan, 185, 1-22. (JOHNSON より引用).
6. HERTER, K. 1934. Körpertemperatur und Aktivität beim Igel. Z. vergl. Physiol. 20, 511-544.
7. JOHNSON, G. E. 1927. The influence of precooling, castration, and body weight on the production of hibernation of *Citellus tridecemlineatus* (MITCHILL). Anat. Rec. 37, 125.
8. JOHNSON, G. E. 1931. Hibernation in mammals. Quart. Rev. Biol. 6, 439-461.
9. MERZBACHER, L. 1904. Allgemeine Physiologie des Winterschlafes. Ergebn. d. Physiol. 3, 214-258.
10. PEMBREY, M. S. & PIRTS, A. G. 1899. The relation between the internal temperature and the respiratory movement of hibernating animals. Jour. Physiol. 24, 305-316.
11. SHIMOIZUMI, J. 1939. Studies on the hibernation of Japanese dormouse *Glirulus japonicus* (SCHINZ). (1) On the hibernation period. Sc. Rep. T. B. D. Sect. B. Vol. 4, No. 67, 51-61.
12. SHIMOIZUMI, J. 1940. Studies on the hibernation of Japanese dormouse *Glirulus japonicus* (SCHINZ). (2) On the body temperature during hibernation. Sc. Rep. T. B. D. Sect. B. Vol. 5, No. 67.
13. 下泉重吉 1935. 冬眠中のヤマネ (*Glirulus*

japonicus) の瓦斯代謝と外界温度との関係。動物生態學雜誌, 第1卷, 第1號。14. 下泉重吉 1943. 日本産ヤマネ (*Glirulus japonicus* (SCHINZ)) の冬眠に関する研究 (3) 冬眠要因としての温度, 植物及動物, 第11卷, 第2-3號。15. SHOW, W. T. 1925. The hibernation of the Columbian ground squirrel. Canada. Field Nat., Vol.39, pp. 56-61 and 79-82. 16. SHOW, W. T. 1925 Duration of aestivation and hibernation of the Columbian ground squirrel (*Citellus columbianus*) and the sex relation for the same. Ecology Vol. 6, pp. 75-81.
