

キシヤスデ(*Parafontaria laminata armigera*)の代謝速度について

誌名	Edaphologia
ISSN	03891445
著者名	寺田,美奈子
発行元	日本土壌動物研究会
巻/号	36号
巻号補足	
掲載ページ	p. 25-30
発行年月	1987年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



キシヤスデ (*Parafontaria laminata armigera*) の
代謝速度について

寺田 美奈子*

ON THE METABOLIC RATE OF THE DIPLOPODA, *PARAFONTARIA*
LAMINATA ARMIGERA, SHOWING SOMETIMES "OUTBREAK"

Minako TERADA*

Synopsis To make clear the phenomena of periodical outbreak of a Diplopoda, the metabolic rates of *Parafontaria laminata armigera* were examined in four developmental stages from the 5th instar to the adult. Respiration was measured in terms of CO₂ evolution with an infrared gas analyser. The relationship between metabolic rate and body weight of the Diplopoda was linear on logarithmic co-ordinates as similarly as in other saprophagous macrofauna, for example, the earthworm. The response of the metabolic rate of the adult of *P. laminata armigera*, which was observed to move gregariously in the outbreak years, was high, especially at low temperature, and metabolic rate of the adult was less affected by temperature in comparison with that of the larva. It was suggested that these physiological characters would be related to the mass-movement of the adult in the outbreak years.

はじめに

キシヤスデ (*Parafontaria laminata armigera*) のいわゆる "大発生" に関しては、その状況の記録や現象を整理すること (篠原, 1966; 篠原・新島, 1977) を端緒とし、次いで主に中部山岳地域のキシヤスデ個体群の生活史が解明されたこと (吉田・藤山, 1980; 新島, 1981, 1984; 吉田・林・藤山, 1985) などによって、その大発生の現象面での解析は近年急速に進み、関連する情報量も格段に増加した。

しかしこの現象をひきおこす根本的な原因や生態学的な意味については未だ殆ど明らかになっていないが、藤山・吉田 (1984) の生殖器の発達と温度条件に注目した研究はこの方向のひとつのい

* 早稲田大学教育学部生物学教室

* Department of Biology, School of Education, Waseda University, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan

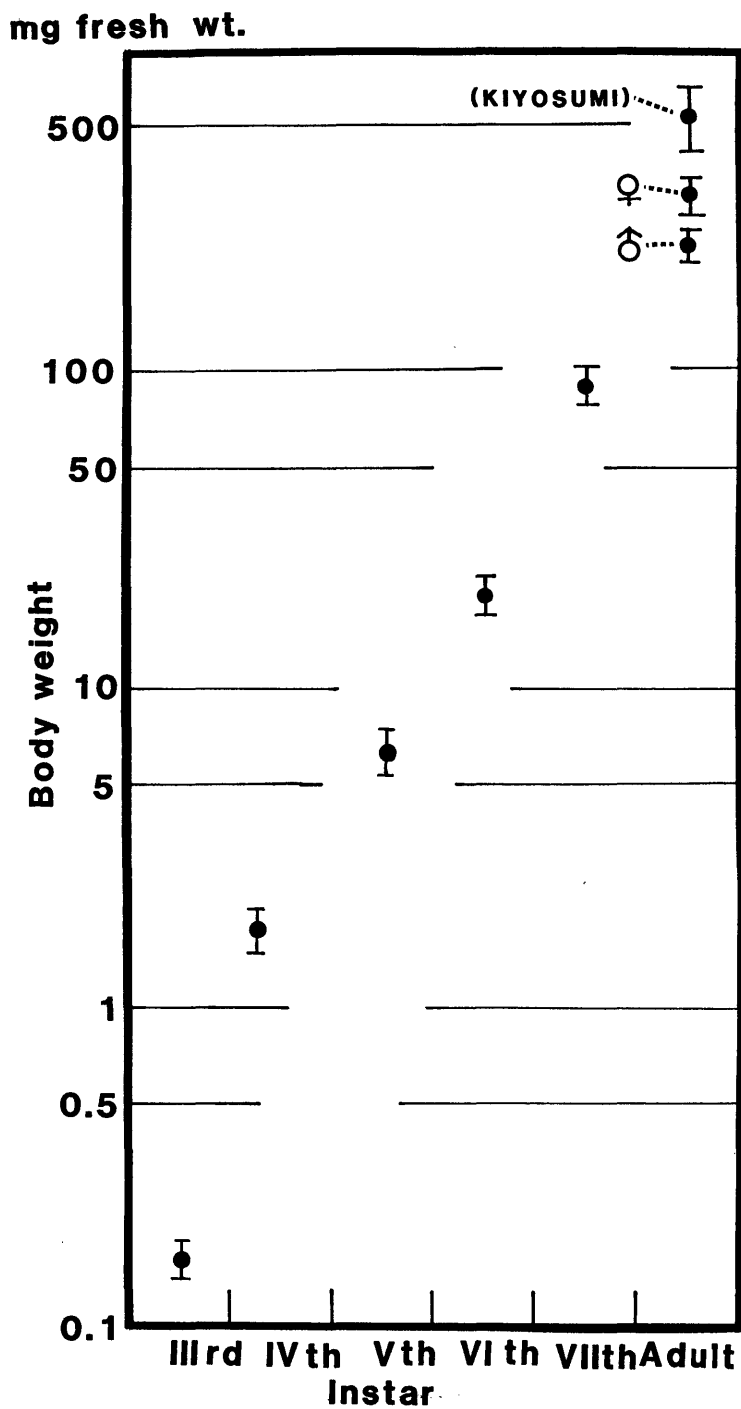


Fig. 1. Mean values of body weight and S. E. (in mg fresh weight) of *Parafontaria laminata armigera*, at six developmental stages from the 3rd instar to adult. Adult specimens were distinguished into males and females of *P. l. armigera*, and adults of *P. l. laminata* collected at Kiyosumi.

とぐちとなるであろう。

著者はキシヤヤスデ (*P. laminata armigera*) の 5、6、7 齢幼虫および成虫と千葉県清澄山のキシヤヤスデ (*P. laminata laminata*) 成虫の呼吸量を測定し、代謝速度の面からキシヤヤスデの大発生現象をかなり説明しうる生理的特徴の一つを確認した。

材 料 と 方 法

呼吸量測定に供したキシヤヤスデの試料は、大発生が記録されている長野県茅野市の蓼科山麓(吉田ら, 1985)と山梨県塩山市の柳沢峠(新島, 1984)で採集したキシヤヤスデ(*P. laminata armigera*)の 5、6、7 齢幼虫および成虫と、本種との比較の意味で篠原(1984)により分類上別亜種(*P. laminata laminata*)とされている千葉県房総半島の清澄山の成虫を用いた。

方法は直径 9 cm のスチロール製の円形呼吸室に各齢のキシヤヤスデ 1 個体を入れてゆっくりとした流量 (0.2~0.5 l/min) で通気し赤外線炭酸ガス分析機(ベックマン、315A)に接続し、呼吸によって放出される炭酸ガス濃度を測定した。呼吸室には水で湿らせたろ紙をしき、光条件の影響を少なくするため呼吸室全体を黒いビニール布で被った。

呼吸測定の温度条件は幼虫では 5~25°C、成虫では 7~28°C の範囲であった。また成虫では雄個体について温度特性をしらべ、雌個体については 21°C のみで測定した。キシヤヤスデはすべて 15°C で飼育していたが、呼吸量測定前の 24 時間は、5、10、15、25 および 30°C のそれぞれの温度条件下においた。測定に際し、各条件下においたキシヤヤスデをそれぞれの飼育温度に近い温度で呼吸量を 1 時間以上測定し、呼吸量の値が安定したところの測定値をとった。なお、この測定の前にあらかじめ、低温条件下 (5~7°C) で 24 時間の連続測定を行い、約 3 時間で CO₂ 放出量が安定することを確認している。

キシヤヤスデの幼虫はすべて静止状態で呼吸量を測定した。成虫については幼虫と同じ手続きでは完全に行動を静止させることが困難であったので、長時間の連続測定(終夜)を行い定期的な観察で成虫がほぼ静止状態をとったときの測定値のみ採用した。

結 果

(1) 体重と代謝速度

呼吸測定に用いたキシヤヤスデ (*P. laminata armigera*) の体重(生重量)を図 1 に示した。図にはこの測定には供されなかった 3 および 4 齢幼虫の体重も示した。キシヤヤスデの体重は齢の進行にともなってほぼ指数的に増加することが認められ、篠原・新島(1977)によって示された結果とはほぼ一致した。成虫では雌雄により体重の差がみられ、雌個体の方が雄にくらべ 40~45% 大きい値であった。清澄山の成虫は平均体重で雌雄共、蓼科・柳沢峠の値よりも約 60% も大きかった。

温度条件を 20°C にした場合の代謝速度(乾燥体重 1g あたり、1 時間あたりの CO₂ 放出量 mg)を図 2 に示した。この結果代謝速度は体重の増加、すなわち齢の進行にともない両対数のスケールでほぼ直線的に減少するいわゆる体表面積の法則によく適合した。この関係は、体重を X 、代謝速度を Y とすると、 $\log Y = -0.285 \log X + 0.455$ (相関係数 -0.967) であらわされた。

(2) 温度と代謝速度

キシヤヤスデの各齢と千葉県清澄山の成虫の齢ごとの温度と代謝速度の関係を図 3 に示した。5、6 および 7 齢幼虫の代謝速度は 5°C では代謝活性はほとんど認められなかったが、温度の上昇とともに 20°C 付近まではほぼ直線的に増加した。25°C に近づくとも増加の傾向はおとろえ、25°C を越えると代謝速度は低下した。代謝速度が低下しはじめる温度は齢の進んだ個体の方がわずかに低く、

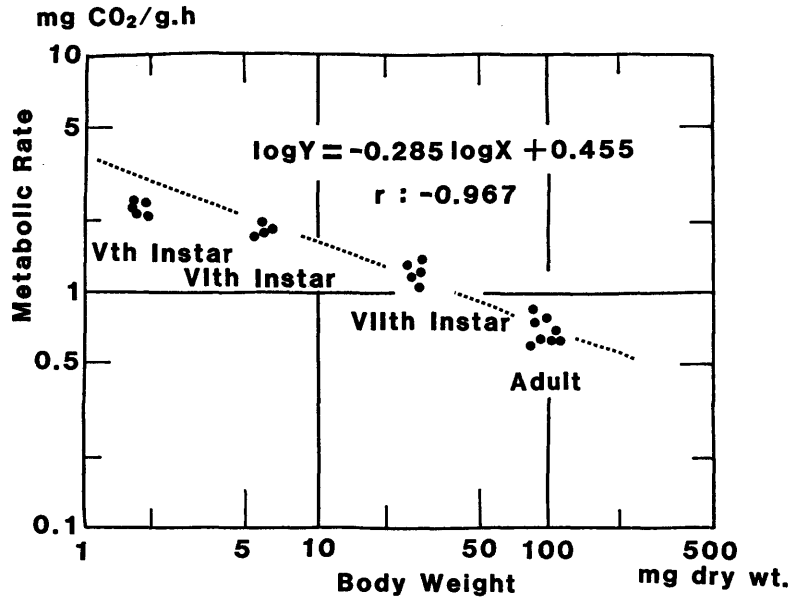


Fig. 2. Relationships between metabolic rate and body weight of *P. laminata armigera*, which correspond to developmental stages from 5th instar to adult. In equation, X represents dry weight of *P. laminata armigera*, and Y represents metabolic rate (mg CO₂/g. d. w./h). The correlation coefficient of the equation is -0.967 .

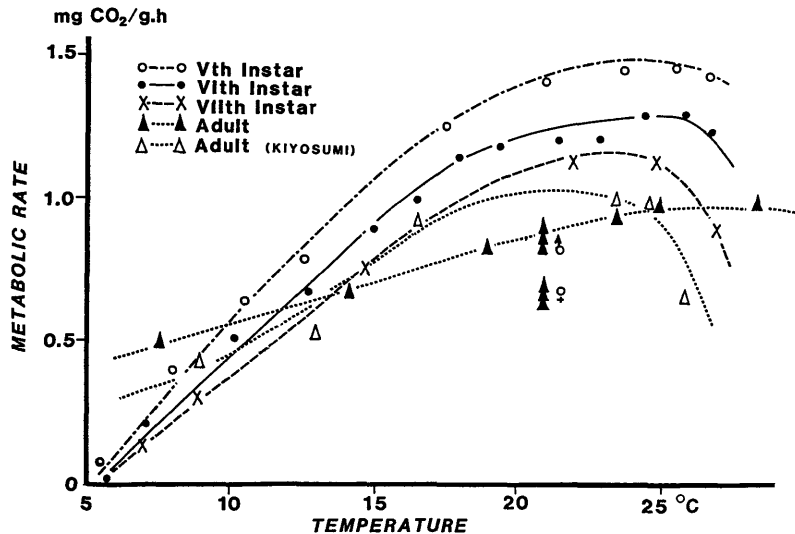


Fig. 3. Changes of metabolic rate of *P. laminata armigera* with temperature in four developmental stages from the 5th instar to adult. Respiration of adult females of *P. laminata armigera* were measured at only 21°C. Metabolic rate of *P. laminata armigera* was indicated with mean values of male and female metabolic rates, marked with KIOSUMI.

Table 1. Q_{10} of metabolic rates of *P. laminata armigera* in four developmental stages from the 5th instar to adult.

Developmental stages	5-15°C	10-20°C	15-25°C	20-30°C
Vth Instar	13.7	2.28	1.40	—
VIth Instar	12.9	2.32	1.45	—
VIIth Instar	10.0	2.94	1.40	—
Adult	2.08*	1.14	1.28	1.18

* (7-17°C)

また低下の程度も若干大きい傾向がみられた。

一方、成虫では低温域で代謝速度は比較的高く、25°Cまでは幼虫とくらべてゆるやかな勾配で上昇し、25°Cを越えても幼虫でみられたような活性の低下はみられなかった。

キシヤサデの代謝速度の温度係数(Q_{10})を齢ごとに表1に示した。幼虫の代謝速度の Q_{10} はいずれの齢も5~15°Cで10以上の著しく大きな値をとり、この温度域では代謝活性の温度による影響が極めて大きく、この傾向は齢が若い程大きいことが示された。成虫の Q_{10} は幼虫にくらべて変化の幅は小さく、低温域(7~17°C)で2.08、それ以上の温度では1.1~1.3の範囲にとどまった。成虫は幼虫にくらべて代謝活性にたいする温度の影響が、特に低温域ではるかに少ないことが認められた。

清澄山の成虫の雌雄平均の代謝速度は8~13°Cの範囲では蓼科・柳沢峠のキシヤサデの雄成虫と同様に低温域から高いレベルを示したが、25°Cまでの範囲では蓼科・柳沢峠の幼虫と同様に23°Cから急激に低下した。

考 察

キシヤサデの代謝速度は、これまでに、他の腐植食性の大形土壤動物について同様の方法で測定した結果(寺田, 1984)とほぼ同じレベルにあった。

キシヤサデの代謝の特徴は、齢のちがいによる温度特性にあらわれた。大発生現象において群遊行動をみせるキシヤサデの成虫の代謝速度は、幼虫にくらべて温度の影響が少なかった。特に低温条件では代謝速度が高く、幼虫とは異った温度特性を示した。

呼吸測定の際に観察されたことは、動物を呼吸室に入れ、しばらく通気していると大多数の土壤動物およびキシヤサデの幼虫は10~30分以内で静止状態になった。しかし、キシヤサデの成虫は呼吸室内でかなり長時間にわたって、ゆっくりではあるが徘徊し続け、静止状態とみなされる時間は短かった。この測定では成虫の静止/徘徊の行動を実験的に明確に制御することは出来なかった。いろいろな動物で静止期と活動期の呼吸量の大きなちがいがみとめられているが(SCHMIDT-NIELSEN, 1975)、本測定のキシヤサデ成虫の代謝速度は20°Cにおける体重と代謝速度の関係(図2)においてほぼ直線上にあり、幼虫と同様に静止期の代謝速度を示しているものと判断した。成虫の代謝速度が静止呼吸か活動呼吸かについての明確な判断は成虫のさらにくわしい行動パターンや活動量と関係づけた代謝量の測定が必要となろう。

低温域におけるキシヤサデの幼虫の呼吸係数の値が10以上という著しく大きな値をとったが、5°C附近の代謝速度が0に近いことを考慮すると Q_{10} の値は相当に大きな値をとり得るものと思われる。

以上のこれらの測定状況の観察を含めた測定結果から、キシヤサデの幼虫と成虫の代謝の温度

特性のちがいは、おそらく齢による行動と結びついた生理学的特性を反映しているものと思われた。

5～7 齢幼虫の代謝速度が 25℃ 附近で低下したが、これは幼虫が季節変化にあまりかわりなく温度変化の比較的少ない土壌中で生活していることに関係があるものと思われる。代謝が低下しはじめる温度、および低下の程度と齢の関係はこの測定結果の限りではあまりはっきりしなかった。

主に成虫による集団群遊行動をひきおこす原因は、日周活動や繁殖行動あるいは地表面近くの湿度などの環境条件の変化が考えられているが(篠原, 1966; 吉田ら, 1985)、現在のところ明確な関係はわかっていない。この測定から、理由はあきらかではないが、キシヤスデの幼虫と成虫では温度によって代謝速度の差が認められた。この差は成虫が群遊行動をとるさいの生理的特性と関係があるのではないかと思われた。また、成虫は温度変化をあまり受けなくて長期間徘徊するのに適した生理的特性を有しているものと推察された。

千葉県清澄山の成虫 (*P. laminata laminata*) は体の大きさ(体重)および代謝速度の温度特性の面からみても、中部山岳地域のキシヤスデ (*P. laminata armigera*) と異なった傾向を示したが、キシヤスデ幼虫 (*P. laminata armigera*) の中温域(15～25℃)の温度特性と似ており活動性が低いものと思われる。すなわち、清澄山のキシヤスデは大発生のさい群遊行動をとらない可能性が考えられる。

今後は、キシヤスデの齢の進行に対応した行動や繁殖と関連した精度の高い生理学的実験により、大発生、とりわけ集団群遊行動の機構の解明が進むものと確信する。

引用文献

- 藤山静雄・吉田利男, 1984. キシヤスデの産卵誘起に及ぼす低温の効果. *Edaphologia*, (30): 17-21.
新島溪子, 1981. 関東および中部地方におけるキシヤスデの大発生. *土と微生物*, (23): 15-18.
新島溪子, 1984. キシヤスデの大発生. *森林立地*, XXVI (1): 25-32.
SCHMIDT-NIELSEN, K., 1975. *Animal physiology*. Cambridge Univ. Press, London, 699 pp.
篠原圭三郎, 1966. ヤスデ列車をとめる. *遺伝*, 20(9): 24-29.
篠原圭三郎, 1984. キシヤスデ類の分類. (第30回日本生態学会における土壌動物関係記事). *Edaphologia*, (30): 37.
篠原圭三郎・新島溪子, 1977. キシヤスデの大発生について. *Edaphologia*, (16): 4-8.
寺田美奈子, 1984. 土壌動物の呼吸室からVII-イキは生きざまー. *Edaphologia*, (30): 27-31.
吉田利男・藤山静雄, 1980. キシヤスデの生態 I. 大発生時の状況とその後の動態. *Takakuwaia*, (12): 2-3.
吉田利男・林秀剛・藤山静雄, 1985. キシヤスデの生物学 I. 大発生の実態. とくにその発育段階について. *Edaphologia*, (34): 21-30.