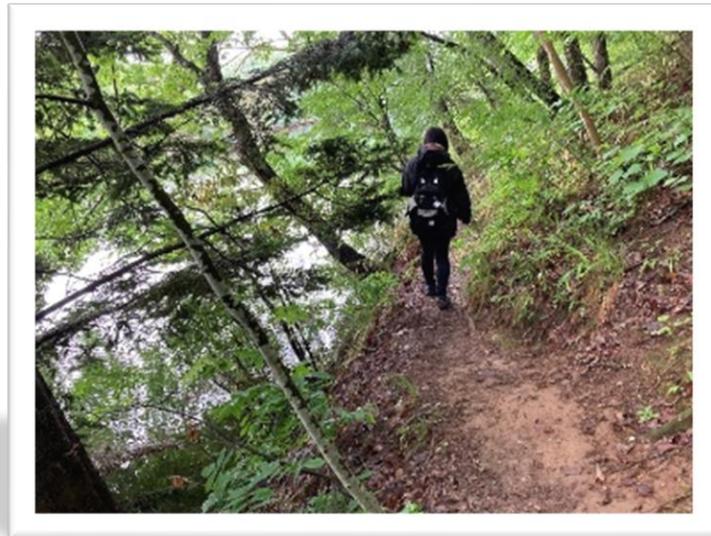


マクラギヤスデの北限と未知なる生態を探る ～地球温暖化による生息域の拡大～

宮城県多賀城高等学校 SS 科学部 ヤスデ班

濱野 瑞紀・2年 鈴木 侑女・2年 赤間 結衣・2年



マクラギヤスデの生息する森



マクラギヤスデの北限と未知なる生態を探る ～地球温暖化による生息域の拡大～

【序章】

現代社会において二酸化炭素の排出を主因とした地球温暖化に歯止めをかけることができず、世界各地で異常気象や砂漠化、氷河の融解など、その影響が深刻なものとなっている。

日本では、過去 120 年間に春平均気温が 2°C ほど上昇している(図 1)。このことから、日本各地で頻繁に起こる豪雨災害や猛暑による日常生活への影響など、生命や経済に甚大な被害を与えている。

気温上昇による生態系への影響は、固有種の生息減少や絶滅、生物種の生息域の拡大を引き起こし、日本におけるオリーブ栽培は温暖な香川県でその多くを占めているが、現在ではより北方の宮城県石巻市で栽培が進められている。また、本来北海道に生息しなかったカブトムシ (*Trypoxylus dichotomus*) が北海道で生息することが可能になり、日本に遡上するシロサケ (*Oncorhynchus keta*) の減少が、海水温の上昇が原因ではないかと問題視されている。

さて、本題に入る前にヤスデ全般の特徴について少し説明しよう。多足類であるヤスデは主に温暖で湿潤な気候を好む生物である。例えば、熱帯産の大型種はペットショップで販売されており、台湾原産のヤンバルトサカヤスデ (*Chamberlinius hualienensis*) は日本の南方において生息を拡大している。私達が調査を行うマクラギヤスデ (*Niponia nodulosa*) の生息拡大も例外ではない。

2019 年 10 月 8 日、宮城県多賀城高校の敷地から奇妙な形をした体長約 1.5cm の生物が採集された。この生物のユーモラスな姿に興味を持ち、文献調査を行った結果、ヤスデ綱、オビヤスデ目、シロハダヤスデ科のマクラギヤスデ (*Niponia nodulosa*) であることが分かった。これが本県における初めての採集記録である。

マクラギヤスデ(図 2)は関東以西の分布とされているが、平山ら(2016)により福島県会津若松市での生息が確認されている¹⁾。福島県会津若松市から宮城県多賀城市までは直線距離で 100km 以上離れており、宮城県多賀城市と比較して冬季の気温が低く、降雪量の多い地域である。

2020 年に多賀城高校の校地内でマクラギヤスデの生息調査を広範囲に行い、複数の成体と幼体を採集した他、校舎内で長期飼育を試み(現在も継続中)、交尾行動や産卵、孵化を確認することができた。この生息調査や長期飼育から得られた知見により、マクラギヤスデの生息には以下の 2 つの条件が必要であることが分かった。

- ・飼育の際には針葉樹の落葉が必要であるが、自然環境下での生息には針葉樹のみならず広葉樹の落葉も好む傾向が見られる。
- ・乾燥地を好まず、やや湿った土に落葉が多く堆積した場所や、倒木、捨て石の下を好む。

2021 年の春から先輩たちの行う研究を引き継ぎ、マクラギヤスデの生息調査を宮城県内で展開した。多賀城市に隣接する利府町の加瀬沼公園(2021 年 5 月 23 日、図 4)や、仙台市太白区の大年寺山(2021 年 5 月 30 日)、そして県北に位置し冬季に雪深く寒さの厳しい登米市にある荒神社・子松神社(2021 年 6 月 8 日)調査を実施した結果、いずれの調査対象地においても複数の個体を採集することができた(図 3)。採集した個体の中には成体に混ざって幼体である最終令の VII 令幼生も含まれていることから、マクラギヤスデは宮城県内各地で越冬し、繁殖していることが分かった。

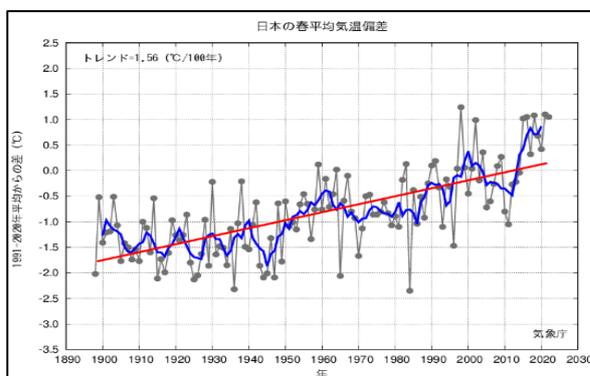


図 1 日本の春平均気温偏差 (気象庁ホームページより)



図 2 マクラギヤスデ (下: 成体 上: 幼体)

調査対象地	宮城県宮城郡利府町 加瀬沼公園	宮城県仙台市太白区 大年寺山	宮城県登米市迫町 荒神社・子松神社	
採集日	2021年5月23日	2021年5月30日	2021年6月8日	
採集個体	成体数 (個体)	10	36	3
	幼体数 (個体)	27	97	2
合計 (個体)	37	133	5	

図 3 宮城県内における生息調査

【 調査 1（目的及び概要） 】 マクラギヤスデの生息北限調査

1 岩手県における生息調査（実施日：2021年8月5日）

地球温暖化が進んだ現在、マクラギヤスデはその生息域をより北方へと拡大しているものと考え、宮城県より高緯度地域における生息調査を行うことで、マクラギヤスデの生息北限を明らかにすることを目的に、岩手県における生息調査を計画した。事前に調査予定地を、衛星写真を基にした植生状況を材料に、冬季の気温などの気象データを加味して絞り込んだ。なお、現地における採集の許可を得るため、大学や公園等の管理団体に事前の電話連絡を行った。

岩手県内における調査地を図4に示す。北上市は、宮城県多賀城市からの直線距離は約110kmに位置し、針葉樹のみならず広葉樹も多く見られる緑豊かな雷神山を調査地に選定した。盛岡市は、宮城県多賀城市から直線距離で約160km北方にあり、市街地にもかかわらず校地内に多くの木々が生い茂る岩手大学（図5）を、そして大学に隣接する桜の名所である高松公園を調査地に選定した。



図4 岩手県内の調査地



図5 岩手大学構内

調査は2021年8月5日に実施し、いずれの調査地においてもマクラギヤスデが複数採集された（図6）。北上市での幼体（V令幼生）の確認及び盛岡市におけるVII令幼生の確認できたことは、大きな発見である。

この年（2021年）の秋に岩手県以北での生息調査を計画したものの、コロナ禍における移動制限により調査が中断した。

調査対象地		岩手県北上市 雷神山	岩手県盛岡市 高松公園	岩手県盛岡市 岩手大学
採集日		2021年8月5日	2021年8月5日	2021年8月5日
採集 個 体	成体数 (個体)	0	4	5
	幼体数 (個体)	2	1	9
合計(個体)		2	5	14

図6 岩手県内における採集記録

2 青森県における生息調査（実施日：2022年7月4日）

調査の再開を願い、待ちに待った今年の夏、マクラギヤスデの生息調査を始動させた。昨年までの調査により、生息限界を岩手県まで北上することができたことで、本州で残された場所は青森県のみとなった。宮城県登米市や岩手県盛岡市よりも降雪量の多い青森県においてマクラギヤスデが生息しているのだろうか。

事前に調査予定地を、衛星写真を基にした植生状況を材料に、冬季の気温などの気象データを加味して絞り込んだ。なお、現地における採集の許可を得るため、管理する公園等の管理団体に事前の電話連絡を行った。



図8 八戸市熊ノ沢温泉付近

青森県における調査地を図7に示す。八戸市は、宮城県多賀城市から直線距離で約250kmにある地方都市で、JR八戸駅近郊にある豊かな植生が見られる熊ノ沢温泉周辺を調査地に選定した（図8）。青森市は、宮城県多賀城市から直線距離にして約280km北方にあり、青森市内の三内霊園を選定した（豊かな植生が見られる松丘地区での調査を検討したが、管理団体からの許可を得ることができなかったため、近隣の三内霊園での実施となった）。



図7 青森県内の調査地

調査は2022年7月4日に実施し、八戸市で成体のみが採集された(図9)。採集個体は、現地で伐採された広葉樹が積み上げられた朽ち木の下で採集された。

調査を行った両市において、調査当日は天候不順で、いずれも探索中に雷雨に見舞われたことで十分な調査時間が確保できなかったことが残念である。さらには、青森市の三内霊園は整備された霊園であったことで、期待する結果を得ることができなかった。

調査対象地		青森県八戸市 熊ノ沢温泉	青森県青森市 三内霊園
採集日		2022年7月4日	2022年7月4日
採集 個 体	成体数 (個体)	2	0
	幼体 (個体)	0	0
合計(個体)		2	0

図9 青森県における採集記録

3 山形県におけるマクラギヤスデの生息報告

これまで行った私たちの調査では、北限を探るために東北地方の太平洋側の県を調査してきた。そこに、今春卒業した科学部OBからの連絡が入り、山形県山形市の東方に位置する千歳山の萬松寺とそこに続く山道にて、成体2個体と幼体8個体(6令幼生含む)が採集されたとの報告を受けた。(採集日:2022年8月4日)

4 北海道におけるマクラギヤスデの生息調査

夏休み中の2022年8月18日、科学部部長が家族の帰省にあわせて北海道においてマクラギヤスデの生息調査を行った。調査地は、札幌市北区にある“あいの里公園”である。倒木や落葉の下を探索したが、マクラギヤスデを採集することはできなかった。

同様に、これまで科学部顧問が北海道釧路市で2回(調査日:2021年7月2日,2022年7月1日)、知床半島の羅臼町で1回(調査日:2021年11月6日)生息調査を行ったが、いずれにおいてもマクラギヤスデは採集されていない。

【調査2(目的及び概要)】マクラギヤスデの歩行速度

マクラギヤスデは、棲み処とする倒木などを移動させることで容易に他地域に移送することができる。なお、ヤスデなどの土壌生物は、鳥類や哺乳類の様に大きな移動を主体的には行わず、本来定住性が強いことから狭い範囲に生息してその一生を終える。

マクラギヤスデの生息調査により判明した広範囲にわたる東北地方での生息について、その原因が外来分布によるものなのか、それとも自然分布によるものなのか興味が尽きない。もしも自然分布によるものと考えた場合、マクラギヤスデの歩行速度を調べることで長距離移動に必要な日数を考察してみた。

マクラギヤスデの成体を10個体用意し、半透明のストロー(φ12mm)をつなげて作製した全長500mmの通路(図10)を歩行させ、通過に要する時間を測定した(図11)。なお、Uターンや後退する個体が続出したことで、地味に困難な実験であった。

通路を通過するのに要した時間は平均で84.9秒だった。この数値から歩行速度を割り出すと以下ようになる。

《時速(m/時)》

$$500\text{ mm} \div 84.9\text{ 秒} \times 60\text{ 秒} \times 60\text{ 分} \times 10^{-3} \approx 21.2\text{ m/時}$$

《日速(m/日)》

$$21.2\text{ m/時} \times 24\text{ 時間} = 508.8\text{ m/日}$$

《月速(km/月)》 * 1か月に30日間計算

$$508.8\text{ m/日} \times 30\text{ 日間} \times 10^{-3} \approx 15.3\text{ km/月}$$

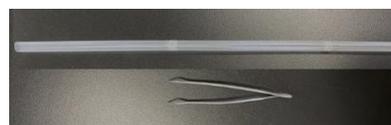


図10 実験に用いた500mm通路

No.	時間(秒)
1	96.9
2	64.3
3	77.7
4	75.5
5	92.3
6	111.0
7	74.4
8	67.1
9	105.9
10	83.6
平均	84.9

図11 500mm移動に要する時間

【 考察と展望 】

1 マクラギヤスデの生息北限調査

これまでの調査により、マクラギヤスデの生息は、宮城県から青森県までの広い範囲で確認できた。なお、幼体最終令であるⅦ令幼生が繁殖時期の春から夏にかけて採集されたということは、岩手県で越冬し繁殖していることを示している。

一方、青森県における調査では幼体が確認されなかったものの、八戸市で成体が採集された。採集場所は、現地で伐採され積み上げられた朽ち木の下であったことから、外部から持ち込まれた可能性は限りなく低く、この地にマクラギヤスデが定住していることを示唆している。以上のことから、**本州におけるマクラギヤスデの生息北限は青森県と考える。**

岩手県及び青森県内でマクラギヤスデの生息が確認できた要因として、マクラギヤスデの環境適応温度が考えられる。

校舎内における飼育温度（2021年5月～）をまとめたものを図12に示す。室内飼育であることから、飼育期間中に氷点下になることはなかったが、低温になる11月には冬ごもりをする様子が観察され、さらには夏になると孵化直後の幼体を観察することもできた。

2021年各地における月ごとの日平均気温を比較したものが図13である。東京の日平均気温の最低が5.4℃（1月）であるのに対し、岩手県盛岡市-2.8℃（1月）、青森県八戸市-2.0℃（1月）、青森県青森市-1.9℃（1月）である。このことから、日平均気温-2.8℃前後にマクラギヤスデの生息の境界があるものと考えられる。

東北地方では、冬季に気温が氷点下まで下がり、朝晩の冷え込みはときに-10℃を下回ることも度々ある。この様に土壌を厳しく凍結してしまう状況は越冬するマクラギヤスデにとって過酷なものとなり、体が凍結してしまうと死を招くことになる。しかし、降雪により土壌に積雪が見られる場合、その雪が外界からの冷気を遮断し地表面の温度を $0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ を維持し、マクラギヤスデの冬ごもりを可能にしているのではないかと推測する。

2021年各地における月ごとの降雪量を比較したものが図14である。降雪量は最大で、岩手県盛岡市104cm（1月）、青森県青森市222cm（12月）、青森県八戸市43cm（1月）となっており、青森市が最も多い。この青森市での生息調査では、マクラギヤスデを確認することができなかったが、同じ青森県内の八戸市で採集できたことで、もっと多くの時間をかけて調査を行えば、青森市内であってもマクラギヤスデが採集できたものと考えられる。今後は、整備された霊園ではなく緑豊かな植生が見られる採集場所を選定し、調査時間に時間を十分かけることで、マクラギヤスデを採集したいと考える。

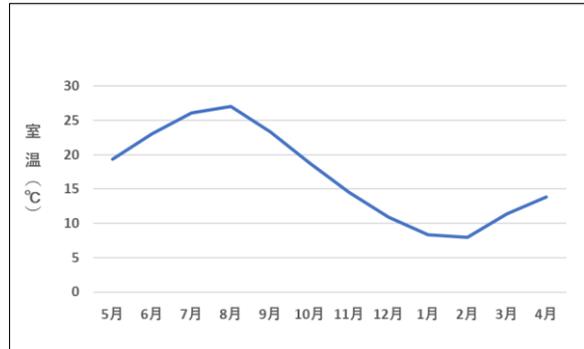


図12 室内飼育平均温度
(2021年5月～2022年4月)

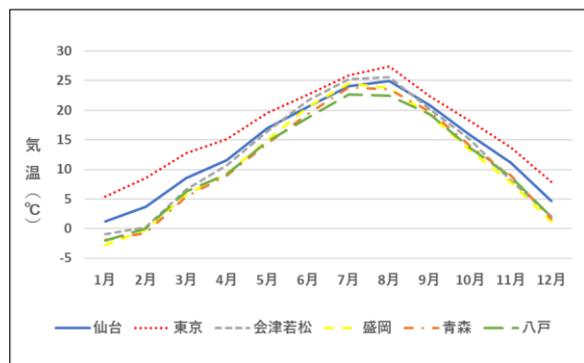


図13 日平均気温の比較（2021年）*気象庁データより

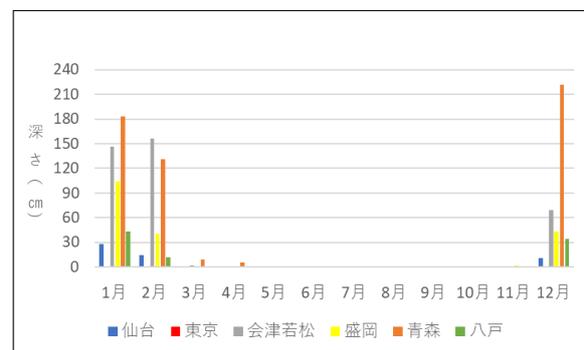


図14 降雪量の比較（2021年）*気象庁データより

2 マクラギヤスデの歩行速度

実験によって算出したマクラギヤスデの歩行速度から、1日24時間移動し続けるものと仮定して、各調査対象地までの移動時間を次のように算出した。なお、宮城県多賀城市から各地点までの直線距離は Google Maps を用いて測定した。

《宮城県多賀城市～岩手県盛岡市までの移動（距離：157 km）》
 $157 \text{ km} \div 508.8 \text{ m/日} \times 10^{-3} \doteq 308.6 \text{ 日間}$

《宮城県多賀城市～青森県八戸市までの移動（距離：250 km）》
 $250 \text{ km} \div 508.8 \text{ m/日} \times 10^{-3} \doteq 491.4 \text{ 日間}$

マクラギヤスデの生態観察から、移動は夜のみの歩行で、かつ四季の中で春から秋までの歩行として考えると、さらに日数がかかる。

《宮城県多賀城市～岩手県盛岡市》
 $308.6 \text{ 日間} \times 8/3 \doteq 822.9 \text{ 日間}$

《宮城県多賀城市～青森県八戸市》
 $491.4 \text{ 日間} \times 8/3 \doteq 1310.4 \text{ 日間}$

この様に、マクラギヤスデが生息地域を拡大するためには多くの年月が必要となる。ましてや定住性の強い土壌生物であるマクラギヤスデの生息拡大速度を推定するためには、定住して留まる年月も考慮しなければならず、時間を割り出すことは大変困難である。

3 最後に

2021年8月12日に北海道松前郡松前町でマクラギヤスデが採集されたことが乗原氏によって報告された(2022)⁴⁾。現在、文献執筆者の乗原氏に連絡をとり、今後の調査・研究への協力を要請しているところであり、北海道に調査の手を広げることに胸が高鳴る。

地球温暖化による影響で、ホッキョクグマ (*Ursus maritimus*) のように生息環境が変化したことで数を減少する生物もいれば、気温上昇に伴い生息可能な環境が北上し、そこに元々生活していた在来種の地位を脅かしてしまう生物も存在する。このような生物達は地球温暖化の状況を示す環境指標生物とされている。地球温暖化における野生生物の動向は、私達が地球温暖化の現状を知るうえで今後も重要なものとなるだろう。

マクラギヤスデは、その生息調査により次々と生息記録が更新されている。マクラギヤスデが気温上昇に伴って生息域を拡大しているのであれば、地球温暖化を示す環境指標生物として扱われる可能性も現実的になってくるかもしれない。この小さな生物「マクラギヤスデ」の生息調査を通して、地球温暖化との関連を今後深く掘り下げていきたい。

【謝辞・参考文献】

本研究にあたりご指導いただきました、獨協医科大学名誉教授 石井清博士、宮城県教育庁高校教育課 菊田英孝先生に厚く御礼申し上げます。

- 1) 平山和宏, 平山裕翔, 石井清. 2016. 福島県からマクラギヤスデ (*Niponia nodulosa* Verhoeff, 1931) を発見. *Edaphologia*, (98) : 29-30.
- 2) 石井清, 大塚待子, 永井伸一. 1983. マクラギヤスデの生活史について. 日本動物学会第54回大会一般講演要旨. *動物学会誌*, 92(4) : 648.
- 3) 田辺力著. 2001. 「多足類読本」. 192pp. 東海大学出版会. 神奈川
- 4) 乗原良輔, 2022. 豊田ホテルの里ミュージアム研究報告書. (14) : 57-68
<https://www.city.shimonoseki.lg.jp/uploaded/attachment/54178.pdf>