

平成30年度
地球環境『自然学』講座
第9回

テーマ
「線路を覆い尽くすキシヤスデの大発生」

講 師

大東文化大学 スポーツ・健康科学部 健康科学科 准教授
(兼 同大学 環境創造学部 環境創造学科 准教授)

橋本 みのり 先生

平成30年8月25日
認定NPO法人・シニア自然大学校

講師プロフィール

橋本 みのり (はしもと みのり)



1. 経歴

千葉県出身

1998年3月 神奈川大学 理学部応用生物科学科 卒業

2000年3月 横浜国立大学 工学研究科計画建設学専攻(生態学分野) 博士前期課程 修了(学術修士)

2003年12月 横浜国立大学 工学研究科計画建設学専攻(生態学分野) 博士後期課程 修了(学術博士)

2002年4月～2011年3月 東京動物専門学校, 白梅学園短期大学 他にて非常勤講師

2011年4月～2012年3月 横浜国立大学 教育人間科学部附属高度理科教員養成センター 特任講師

2012年4月～ 大東文化大学 環境創造学部 環境創造学科 専任教員

2018年4月～ 大東文化大学 スポーツ・健康科学部 健康科学科 専任教員

2. 現職

大東文化大学 スポーツ・健康科学部 健康科学科 准教授

(兼 同大学 環境創造学部 環境創造学科 准教授)

3. 著書・発行物など 〈ヤスデに関する発行物〉

著書

土壌動物学への招待 ～採集からデータ解析まで～ (共著) 2007 東海大学出版

論文

・ Exploitation of litter and soil by train millipede *Parafontaria laminate* (Diplopoda:Xystodesmidae) in larch plantation forests in Japan. (共著) *Pedobiologia* 48 Elsevier 2004

・ Life history of millipede *Parafontaria tonominea* (Attems)(Xystodesmidae, Diplopoda) at Mt. Sanbe, western Japan. (共著) *Edaphologia* 日本土壌動物学会 (86) 2010 その他数本

その他

シリーズ 森林と土壌動物 (11) キンヤヤスデの不思議 山林 公益社団法人 大日本山林会 (1545) 2013

「線路を覆い尽くすキシヤヤスデの大発生」

橋本みのり（大東文化大学）

1. 土壌生物と生態系

土壌生物・・・落葉粉碎者，分解者，捕食者によって構成される腐植連鎖の担い手

大型土壌動物（ミミズ，等脚類，ヤスデ等）

落葉落枝を粉碎するとともに、その排泄物によって土壌中の細菌が活性化。

分解を間接的に促進する。

また、ミミズや大型のヤスデは、土壌改変者とも言われ、落葉とともに土壌を摂食し、排泄物は土壌団粒となって土壌の微細構造を変化させ炭素の蓄積にも役立つと考えられている。

2. キシヤヤスデの生態と大発生

キシヤヤスデ (*Parafontaria laminate armigera*)

- ・日本の中部地方の標高 900m～1900m 付近にのみ生息。

（特に、1200～1500mで集団発生が頻繁に見かけられていた）

- ・生活史 一世代 8年 — 1年に1回の脱皮を7回行って成虫になる。

幼虫期の約6年間は土壌中、7齢幼虫および成虫のみ地表面で活動する。

- ・冬期には土壌中で越冬し、翌年春に再び活動する。

冬期の低温状態を最低でも60日間以上経験することが、産卵や脱皮を促す要因となる。

- ・1つの個体群内の齢がすべて同調している。

⇒これによって、8年毎の大発生が決まっている。

（ただし、地域によって、成虫発生年は1年～数年のズレがある）

- ・1900年代には、山梨県・長野県の複数箇所で8年毎に大発生現象が見られた。

特に、南八ヶ岳山麓では高密度個体群が何度も確認された。



☆大発生要因は何か？

捕食回避？ ⇒ 成虫の天敵はほとんどいないので、捕食回避の必要がない

餌との同調？ ⇒ 落葉や腐植は毎年供給され、餌不足とはいえない

交尾機会の確保？ ⇒ 大発生時期には交配はあまり見かけられない

遺伝子の偏りを防ぐ？ ⇒ 幼虫期には孵化した地点からの移動は極めて少なく、
遺伝子の偏りが生じるため、複数の小個体群が混ざり合うことで遺伝子の偏りを防いでいる可能性がある。

3. キシヤヤスデの発生に関する現状

ハヶ岳周辺（山梨県～長野県）、柳沢峠（山梨県と東京都の県境）等では 2000 年代に入ってから、大規模な集団発生は減少傾向。

⇒ 小規模な発生や生息は確認されているが、個体群が縮小している可能性が高い。

⇒ 実態把握と環境や生態の再調査の必要性

減少要因として考えられること

①餌資源の不足（幼虫期、成虫期それぞれの餌資源）

②生息環境の変化（森林環境、土壌環境、気象環境、生物相など）

直近の成虫発生年（2015～2017 年）の調査結果

過去に発生記録のある地域における生息調査によれば…

・過去の生息ポイントでも高密度個体群は極めて少ない。（0 の地点もある）

・生息域の中で、標高の低い地域での減少が激しく、標高が高い地域や平均気温がやや低い地域では高密度で生息が確認された。

⇒ 森林植生および林道や車道の目立った変化なし

⇒ 近年の気象変化が大きく影響している可能性大

（本種の産卵・成長に、冬期の気象条件が影響するため）

⇒ 成長への直接的影響

気象の変化による天敵（菌類）の増加からの間接的影響 等

複数の要因によって低標高で減少していることが考えられる。

4. キシヤヤスデ大発生現象の変化から考えられること

土壌は、本来比較的安定した場所。

特に、地温は年間を通して、緩やかな変動のみであり、土壌動物は気温の変化を受けにくいと考えられてきた。

しかし、キシヤヤスデの生息状況が大きく変化は、冬期の気温上昇や降雪時期・降雪量・積雪量等の変化の影響を受けている可能性が高い。冷温帯に生息する土壌動物にとって、温暖化による気象の変化が直接的に影響する場合があることを示唆しており、こうした土壌動物の減少によって、森林土壌や土壌中の物質循環にもマイナスの影響を及ぼすことも考えられる。

地球温暖化や気候変動がもたらす影響については、哺乳類や地上部の昆虫類等、目立った変化のある生物への影響だけでなく、地下部の生態系も含めて考えていくことが重要であろう。そのためにも、キシヤヤスデの発生に関する研究では、今後もいくつかの角度から検証を進めていく必要がある。

2018. 8.25

シニア自然大学校 地球環境「自然学」講座

線路を覆い尽くす キシヤヤスデの大発生



橋本みのり(大東文化大学)

ヤスデ (Millipede) とは

1つの体節から、脚が2対＝倍脚綱



※ムカデ (Centipede) は
1体節から脚1対

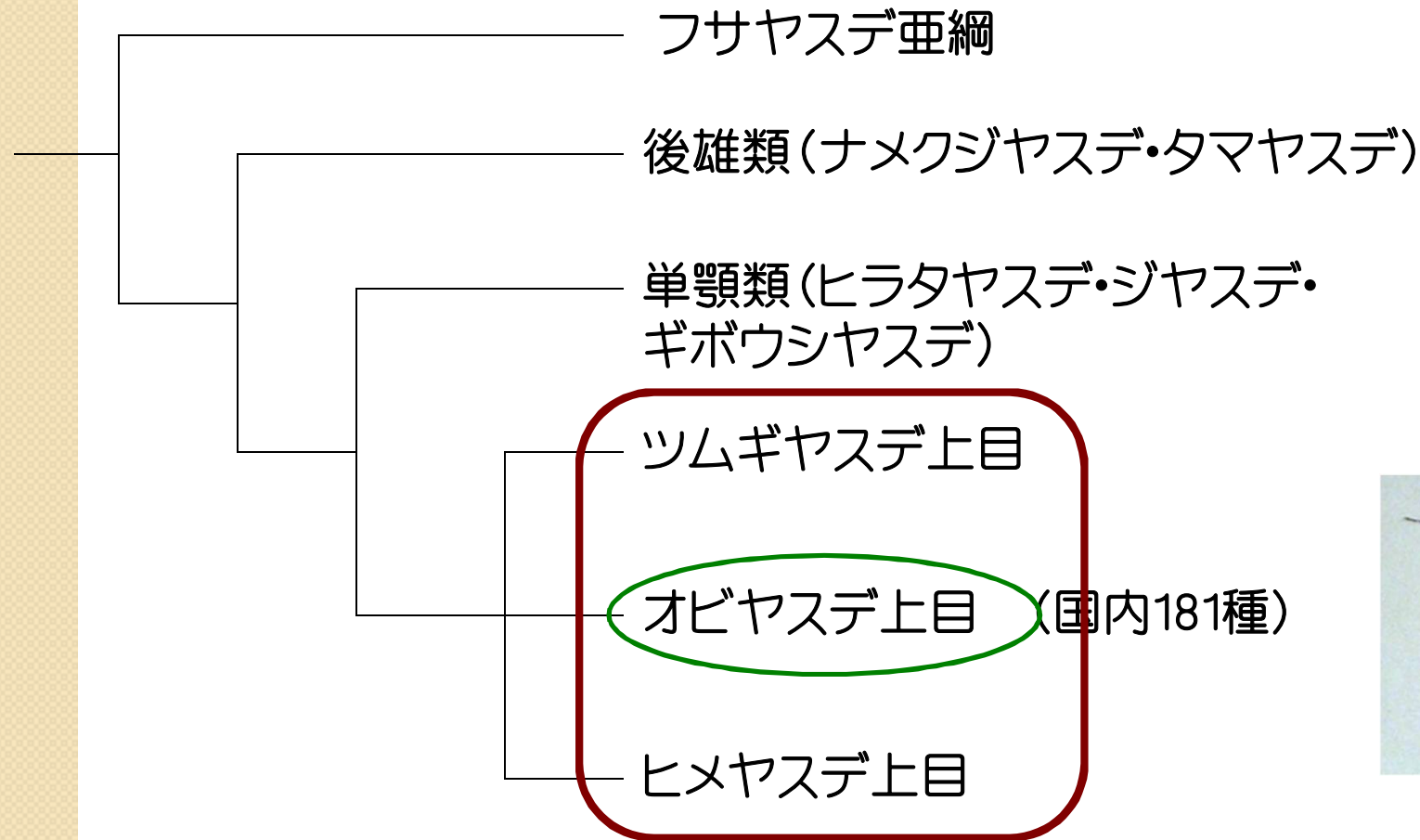
ヤスデは動きがゆっくり＆直進型
ムカデは動きが早い＆蛇行型

ヤスデの防御物質: シアン化合物のガス

大型土壌動物の一員 ヤスデ類

ヤスデ綱(倍脚綱) (Engelhoff 1984による)

世界・15目 1万1000種 日本・10目 300種



多くのヤスデが落葉食...落葉粉碎者としての働き

生態系と分解者

「生態系」の定義

ある地域の生物すべて(群集)が、
環境と相互関係を持ち、
エネルギーの流れがシステム内に、

- 生物と非生物間の物質循環
- 生物の多様性
- 栄養段階

を作り出すようなまとまり

森林生態系と腐食連鎖

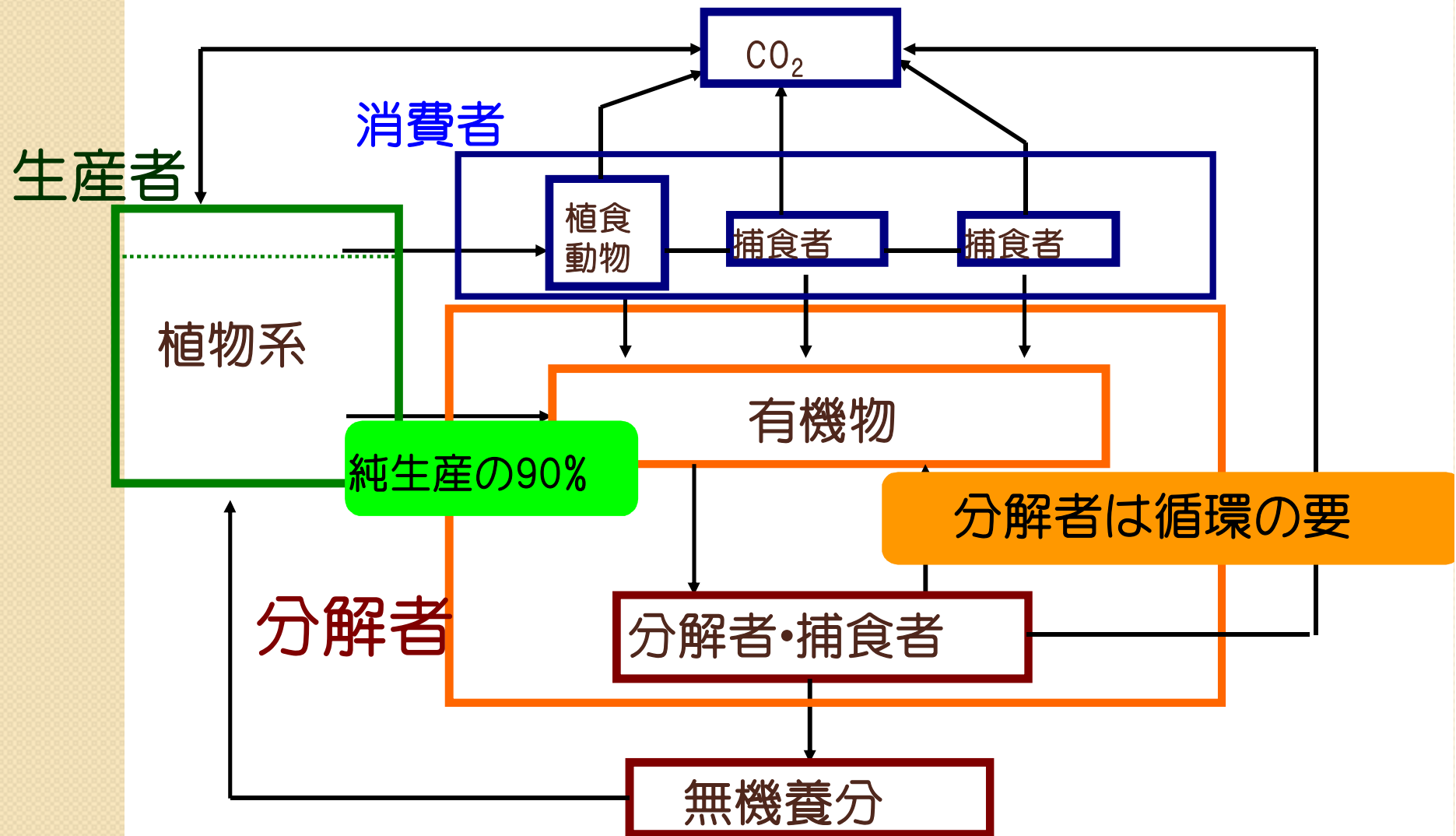


図1. 森林生態系における3つの系の関係 (Swift 1979を改変)

足下に広がる世界

いったいどの程度の生物が生息しているのだろうか？

人の足のサイズの下に・・・(豊かな森林の場合の例)

- ・ミミズ 1個体
- ・ヤスデ類 1.5 ～ 数個体
- ・クモ類 3～5個体
- ・昆虫の幼虫 2～5個体
- ・トビムシ類 50～70個体
- ・ダニ 1000～1500個体

環境(水分量・有機物量・土壌成分など)によって
生息する動物の数は異なっている。

小さな生物ほど、数は多くなる。

土壌生物の働き

土壌中の生物の役割

腐植食者 = 落葉などの有機物の粉砕
細菌や菌(真の分解者)を活性

捕食者 = 個体数調節の担い手

細菌・菌類 = 有機化合物を無機物質へ分解
そして、土に還元

キシヤヤステの生態 ～害虫？益虫？～

キシヤヤステ (*Parafontaria laminata armigera*)



←キシヤヤステ成虫
(約3.5cm)

成虫の群遊
しばらくすると
四方に散っていく



キシヤヤスデの分布

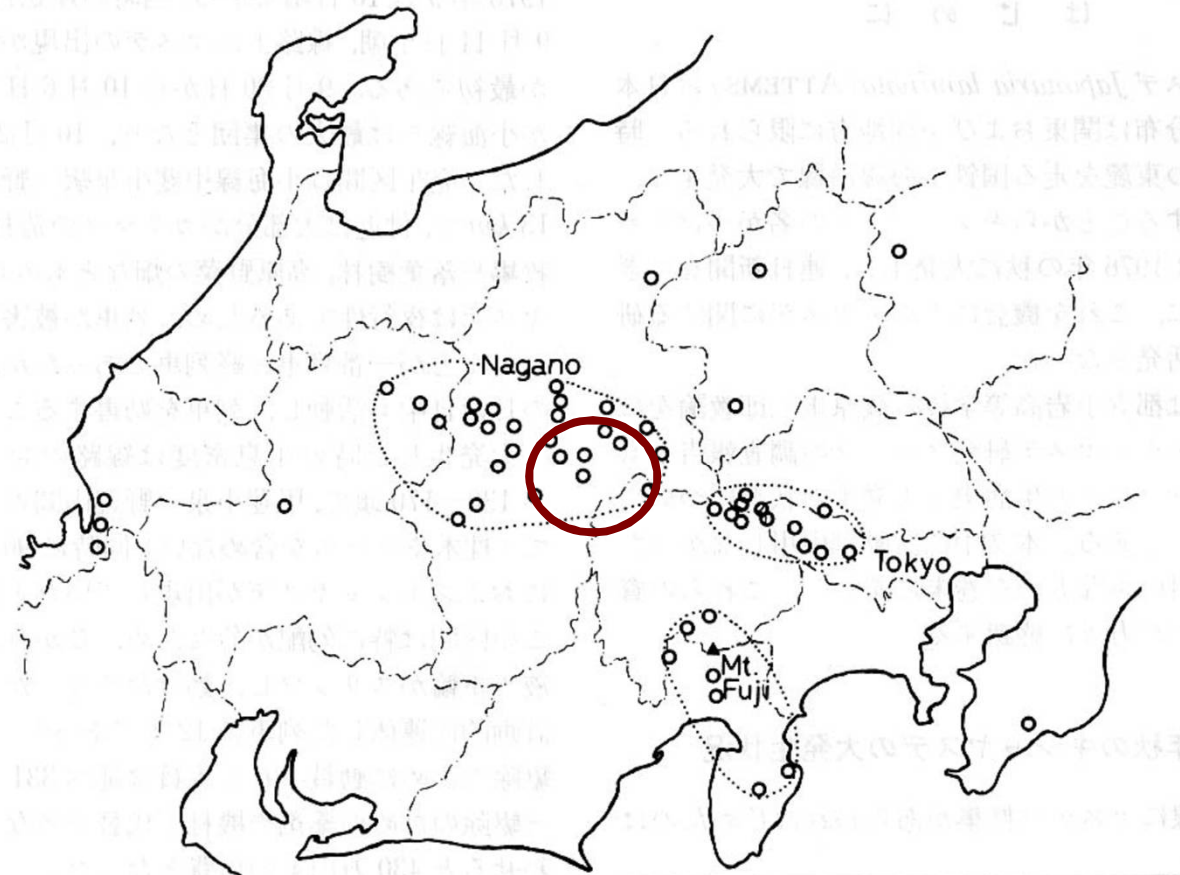
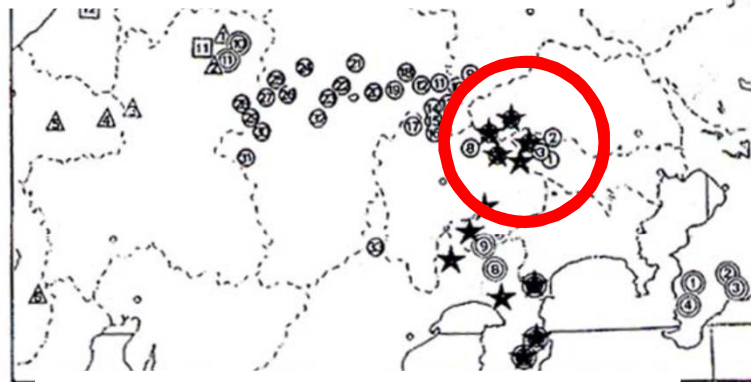


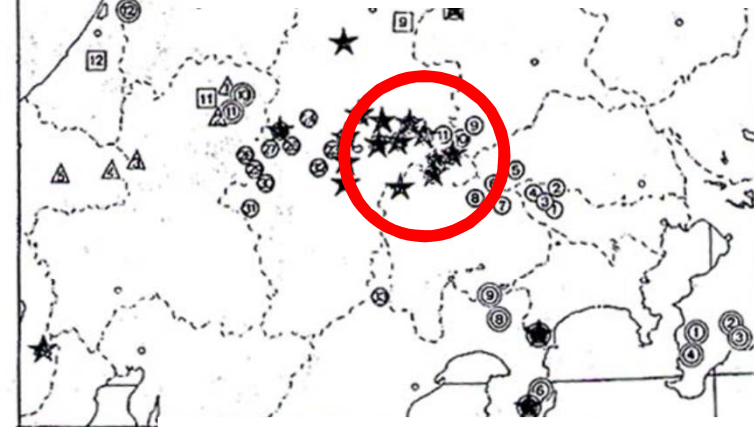
Fig. 1 Distribution of *Japonaria laminata* (ATTEMS).

中部～関東地方のキシヤヤスデ分布域
(新島,1981より)

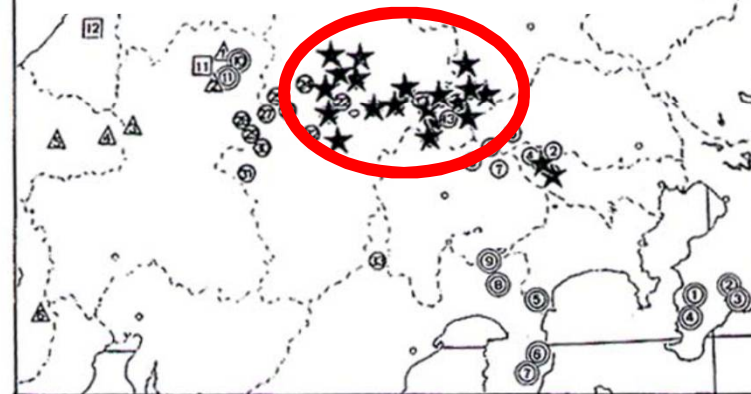
柳沢峠
2020年成虫発生予定



八ヶ岳南麓
2016年に成虫発生



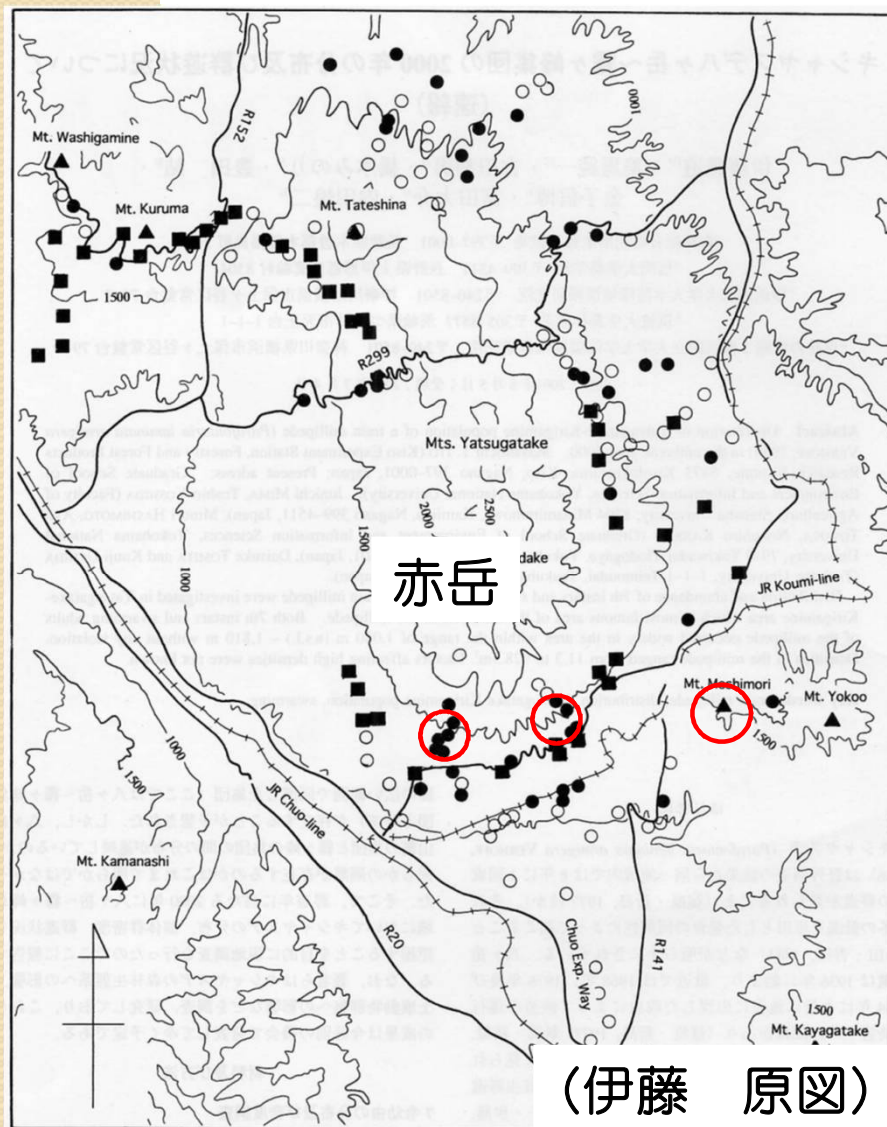
霧ヶ峰・美ヶ原
2015年に成虫発生



乗鞍高原
2017年に成虫発生



図2. キシャヤスデの分布域と発生年(新島 1988より)
★が周期発生が確認された地点



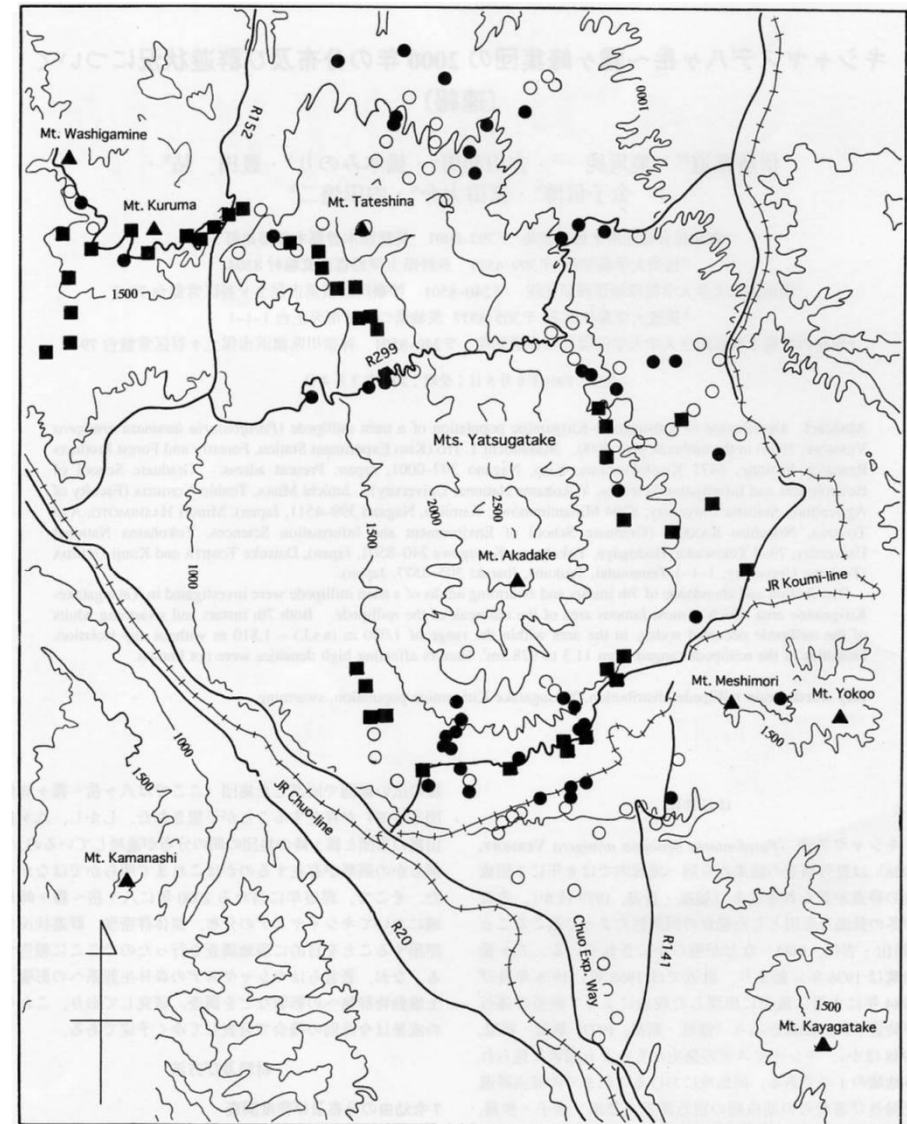
標高 約1400m
 植生 カラマツ人工林
 ミズナラ林
 下層植生 ミヤコザサ
 土壌 黒ボク土壌



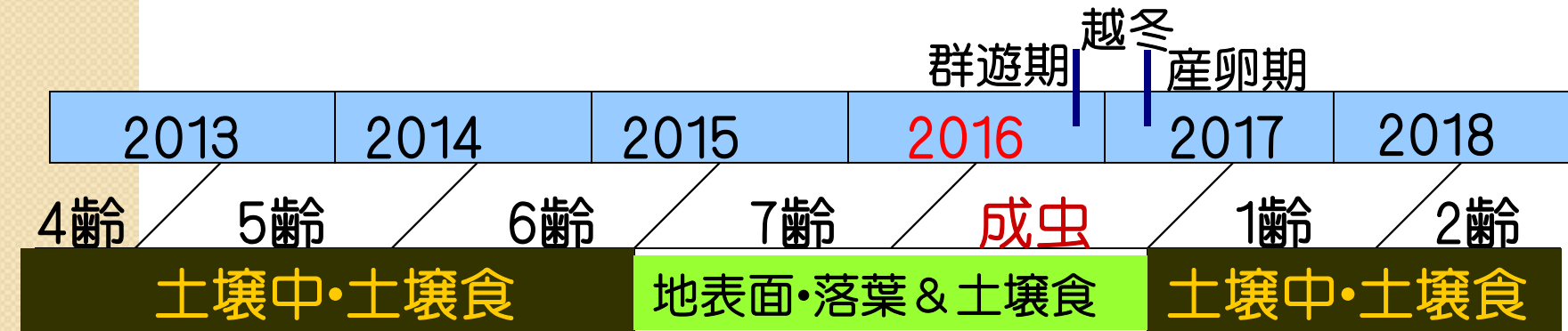
図3. 高密度生息地(山梨県北杜市 カラマツ林・ミズナラ林)

ハケ岳を囲むように
黒ボク土壌分布

キシヤヤスデ分布域と
類似



ハヶ岳南麓のキシヤヤステ個体群の生活史



※7齡幼虫:地表面より土に潜っていることが多い



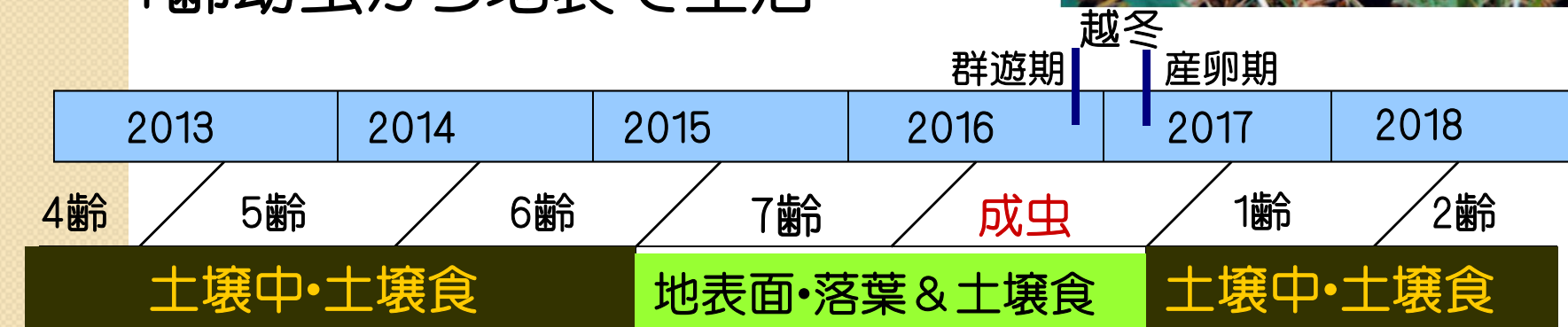
腐植層から掘り出された7齡幼虫

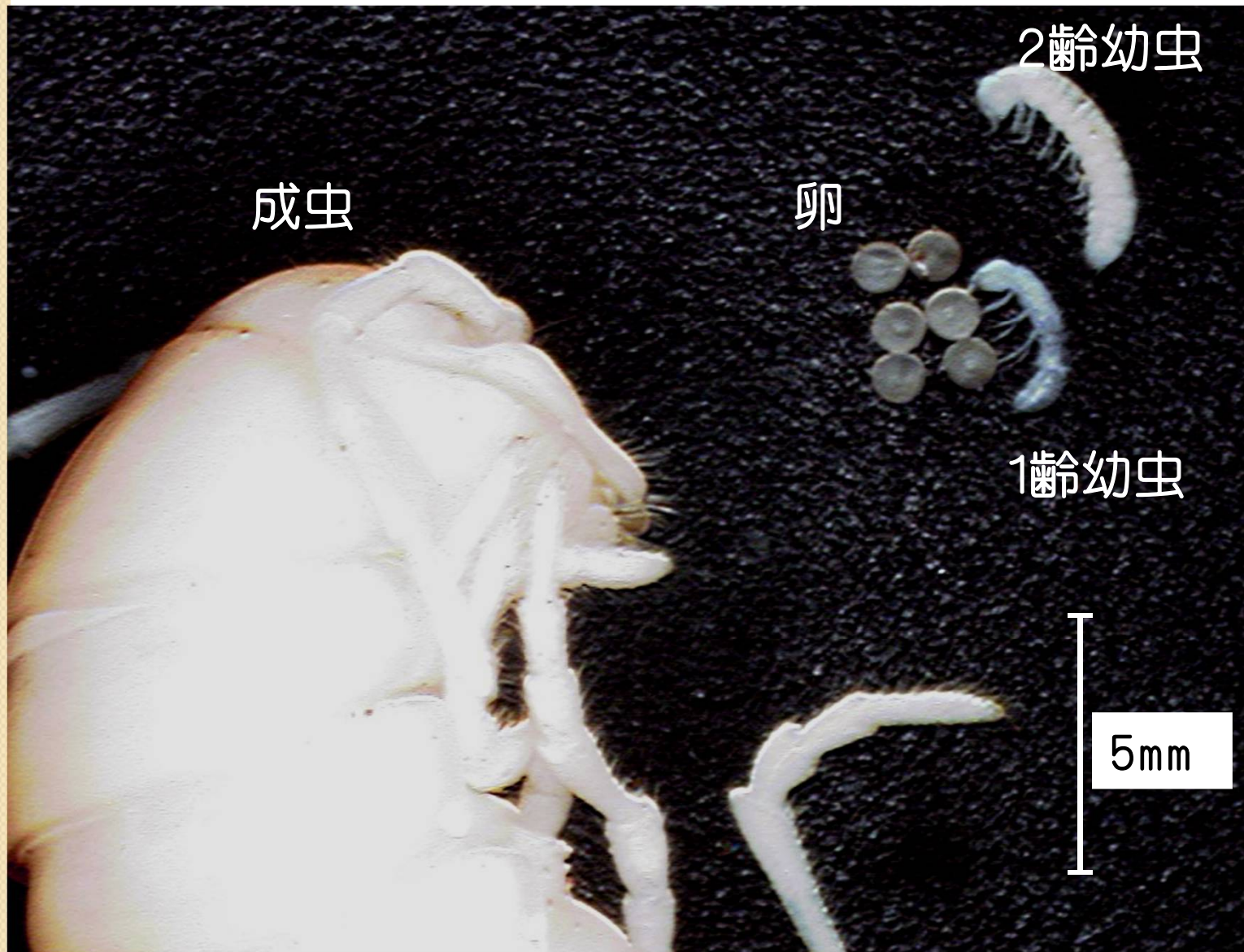


成虫の大発生時の様子

キシヤヤステ…群遊する大型土壌動物

- 年1回、夏(7月～8月)に脱皮、計7回
(脱皮には冬の低温期間が重要)
- 8年で成虫(生活史が長い)
- 周期発生
- 同一個体群の齢が同調
- 幼虫時…土壌中で生活
- 幼虫は土壌食
- 7齢幼虫から地表で生活





キシャヤスデの成長段階と体サイズ

キシヤヤステの集団発生と餌資源について

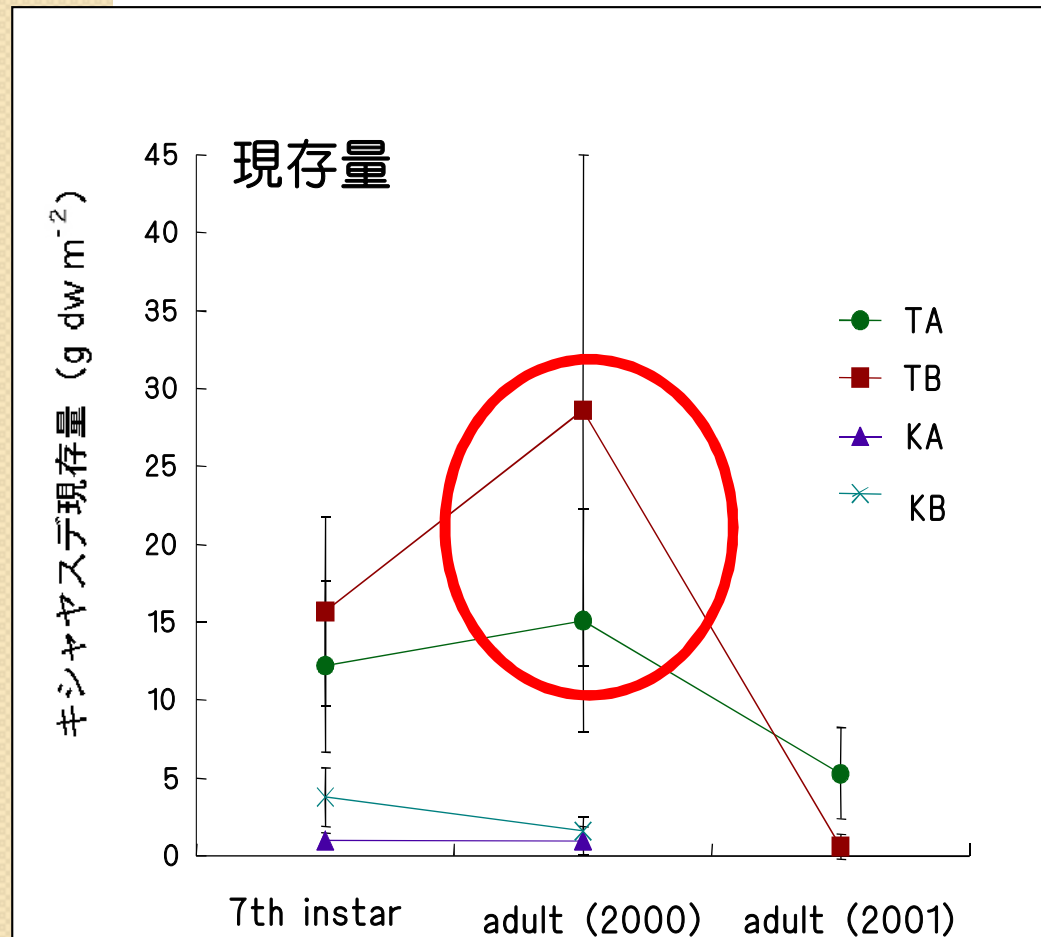
2世代前の成虫生息密度(2000年10月時)

個体／m²

地点	天女山A	天女山B	観音平A	観音平B
個体数	165±79	311±178	11±10	17±10
密度	高	高	低	低

局所的に、極めて高密度で分布

調査地のキシヤヤスデ現存量の変化



2000年の
キシヤヤスデ現存量
高密度地区

15～30 g dw m⁻²

図4. キシヤヤスデ7齢幼虫と成虫の現存量

冷温帯針葉樹林のヤスデ現存量・・・0.8 g dw m⁻² 以下
キシヤヤスデ、大発生時期は普通の森林の数十倍！

キシヤヤステ7齢幼虫と成虫の餌資源利用

高密度個体群・・・周期的な餌の大量摂食の可能性



餌の急激な消失があるか？

餌の不足が起こるか？

嗜好性に変化が生じるか？

ヤステの摂食量、嗜好性・・・定量的に評価

(野外 & 室内実験)

摂食様式の季節変化

堆積有機物量

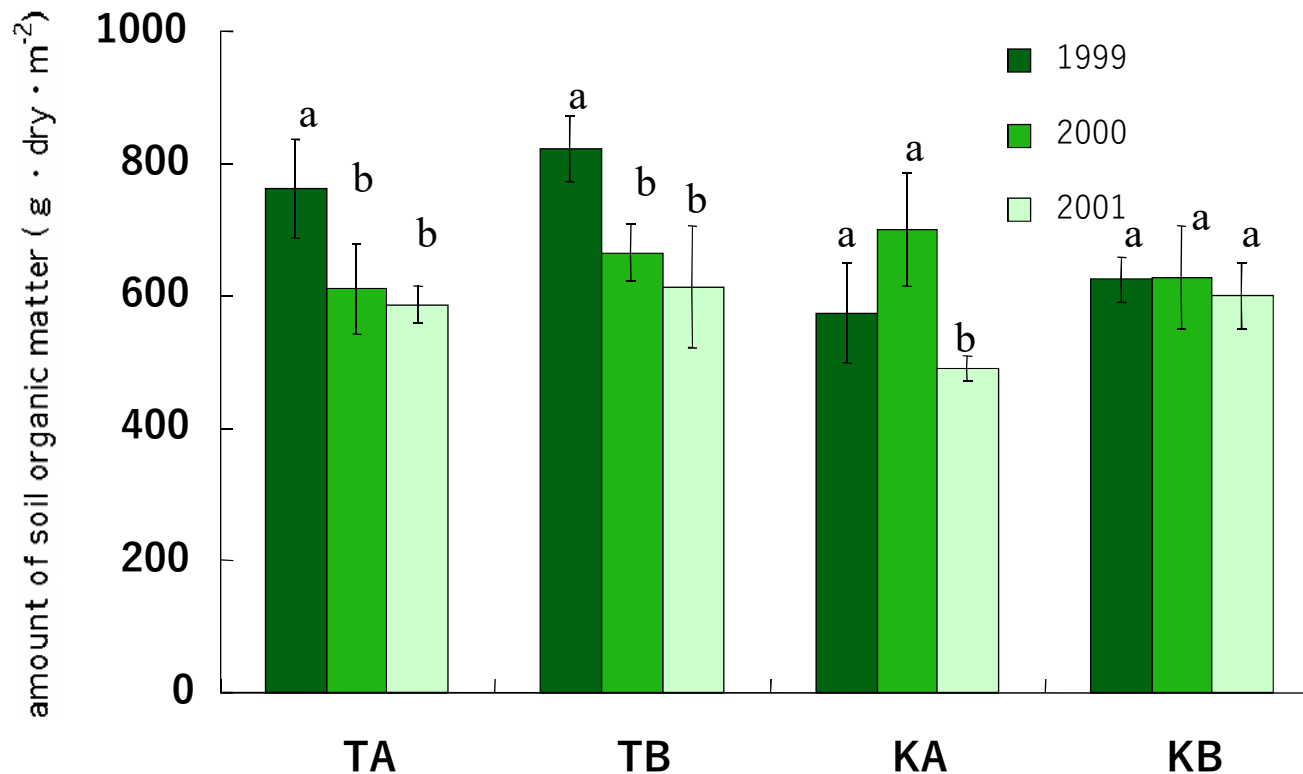


図5. 各調査地の堆積有機物量の変動. (n=4)

餌資源の分解量

分解量＝堆積していた有機物量＋齢期間中の
リターフール量－ 終わりの有機物量

キシヤヤスデの摂食様式

群遊期

産卵期

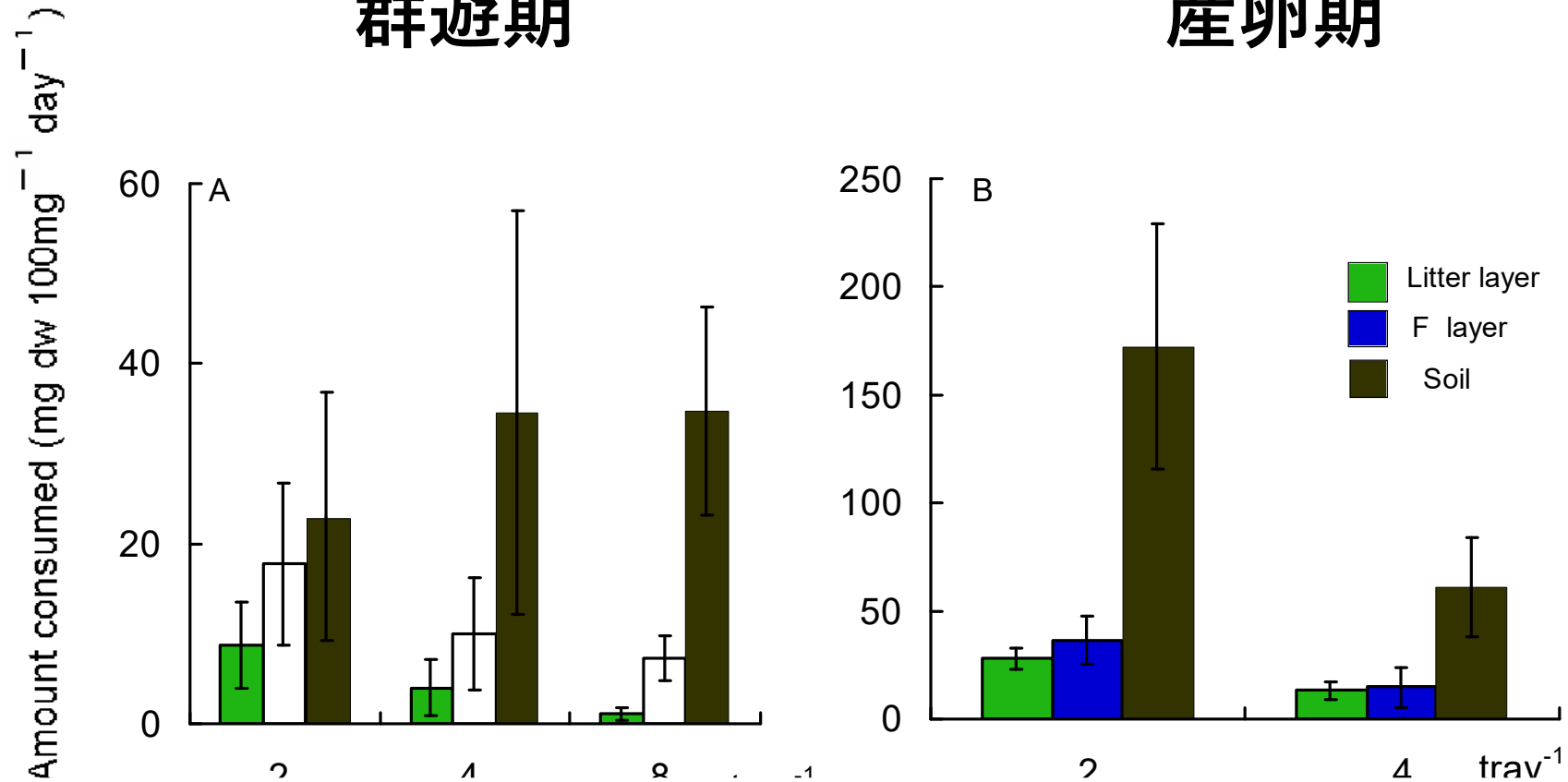


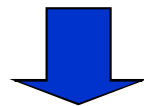
図7. 成虫の摂食量と密度による嗜好性の変化

成虫は高密度になると、土壌を全体の50%以上摂食

考察

キシヤヤステ成虫の高密度個体群

→ 大量の土壌摂食



摂食によるAo層の消失を抑制



ヤステの土壌食

土壌の質（物理性、化学性、生物性）を
直接的に改変している可能性を示唆。

ミミズと同様の働き＝土の質を変化させる

微生物の活性を促し、分解促進

キシヤヤステは なぜ周期的大発生が起こるのか？

- ① 捕食回避 ×
- ② 餌との同調 ×
- ③ 交尾機会の確保 △
- ④ 遺伝子の偏りを防ぐため △

個体群内の齢が同調していることが
大発生には大きく影響している。
しかし、同調要因は未だ不明。

八ヶ岳南麓におけるキシヤヤスデの現況

- 高密度生息地での個体群消失
(移動？死滅？)

- 大発生現象確認の減少

⇒全体的にキシヤヤスデ減少の可能性

- 生息状況
- 生息環境
- (減少要因の解明)

キシヤスデ発生地点 (2015年9月～2017年10月)



標高と群遊

- ・ 1200m以下の地域では群遊は見られず
- ・ 約1300m以上で高密度
- ・ 1600～1900mの高標高地域でも広範囲で確認
⇒ 群遊は高標高地域のみ
- ・ 多くの地点ではスポット的に発生

植生…カラマツ林, ミズナラ林, 常緑針葉樹林,
混交林, いずれの植生にも生息
(ササ密度が高い場所
堆積有機物が豊富な場所を好む傾向)

その他

群遊時の気象条件

- ・ 気温15℃以下
- ・ 湿度80%以上
- ・ 夜間～早朝に活発
⇒ 温湿度条件が活動の鍵？

キシヤヤスデと気温変動

キシヤヤスデの成長

⇒ 冬季の低温 (5℃以下) が

最低60日以上持続すること

⇒ 産卵・脱皮を誘因する要因

本来の生息地土壌 (冬季)

3～4ヶ月の積雪ー低温状態の維持

気温上昇による積雪の遅れや積雪量の変化

⇒ ヤスデの成長に影響？

生息密度低下と分布標高の狭まりの要因

成虫の越冬時期の気温上昇

⇒ 産卵を抑制

⇒ 個体群の縮小および消滅

成虫時期の日照量不足

⇒ 成虫の色素定着の遅れ

⇒ 生殖機能発達に影響？

気温の上昇や低温状態の不足が 個体群の縮小要因となっている可能性

⇒冬季に低温状態を維持できない地域
…密度低下や個体群消失

⇒菌類の活動の変化
…天敵の増加による死亡

その結果、高標高地域でのみ個体群が
維持され、低標高地域では個体群が消失して
いるのではないか。

まとめ

キシヤヤスデの大発生（高密度個体群）

- 落葉粉碎に加え、土壌改変も行う
土壌動物が少ない冷温帯林で
物質循環への重要な役割を担う。

- 近年の個体群の消失

気象変化による生息域縮小の可能性

個体群が消失した低標高地域では、
物質循環速度の低下等の影響が起こる
ことも懸念される。

ご清聴 ありがとうございました



2015/05/30