関西自然保護機構会誌 *26*（*2*）：*141－144, 2004*

足元の未知の世界
－土壌動物を調べる－

渡 辺 弘 之

Unknown creature world under our feet －Investigate soil animals－. Hiroyuki Watanabe（*Kansai Organization for Nature Conservation*）

南極の生物相がかなりわかった今，未知の生物世界は深海だけだといわれる。深さ10ｍで１気圧，5,000ｍの深さなら500気圧，おまけに光の届かないところ，これまで生き物は生存できないといわれたところに，魚，貝，エビなど，たくさんの生き物がいることがわかってきた。どうしてそんなところに住めるのか，私にも不思議である。しかし，ここはテレビの映像を通してみるところ，自分の眼で直接覗くことはできない。ところが，身近なところにまだ未知の生物世界がある。足元の土の中である。

1960年当初，土の中の動物の研究を始めて，最初に読んだドイツ語のテキストブックに「土の中はわからんものでいっぱいだ」ということばがあった。しかし，それから40年たった現在でも，まだこのことばが使える。もちろん，一面では大きく進んでいるのであるが，まだわからんことがいっぱいある。とくに，一般の方の理解はまだ足りない。環境評価のアセスメントでも土壌動物まで含めて調査していることは少ないし，各府県でだされるレッドデーター・ブックにも土壌動物の掲載は少ない。地上と同様，大きな変化が起こっているはずなのにである。

その研究が進まない，進めるにあたって立ちふさがる問題が２つある。

異なる土壌動物の定義

「土の中にたくさんの動物がいるんですよ」といって聞かれるのが，どのくらい（の数）いますかという質問である。実はこれが簡単には答えられない。土壌動物の定義がちがうのである。土壌動物（土の中の動物）を，１）ミミズのように一生を土の中ですごすもの，２）セミやコガネムシのように，生活史のあるステージだけ土の中ですごすもの，３）オオムラサキやゴマダラチョウのように，あるいはカエルやヘビなど，越冬のため地表の落ち葉や土の中に入ってくるもの，に分けることができる。

広げていくと，キツネやカワセミは土の中に巣穴をつくる，ヒグマは冬ごもりに土の中に穴をあける，これらも土壌動物だということになる。それなら地表を歩くトラもゾウも土壌動物，陸上の動物はどれも土壌動物だということになる。

土壌動物といっても，どの範囲なのか，その定義で，またからだの大きさで，調査方法を変えないといけない。そのことで，その数は大きく異なってくる。とはいえ，多くの研究者は一時的に土の中に入ってくるものも，土壌動物として扱っている。

関西自然保護機構業績　第358号

多様な林床

もっともたくさんいるのは，落葉層をもつ森林であるが，ここでは，さらにややこしい問題にぶつかる。落ち葉（落葉層）を土に含めるのは当然としても，森林の林床には，倒木・切り株，けものの糞，動物の死体，コケやきのこがある。これらもいずれは土へ帰るもの，この中にいるものは土壌動物として扱いたい。となると，倒木や切り株にいるカミキリムシやきのこの中に入るキノコムシなども土壌動物ということになる。

ちがう大きさ

土といっても，細かく見ればそこには多様な環境がある。そこには多様な生き物がいるということ，大きさがちがうということである。分類上では，土壌粒子をとりまく水膜や孔隙を満たす毛細水の中にいるアメーバやゾウリムシなどの原生動物の数μから，ミミズでは30㎝，越冬のため土の中に入ってくるアオダイショウまで入れてやると２mにもなる。これだけ大きさのちがうものを，一つの調査方法ではとても調べられない。習性・生活様式も大きくちがう。

土と動物の分離

問題が２つあるといったが，第１の問題とは，どうやって「土と動物」をより分けるかということ，あの大量の土から動物だけをより分けないといいけない。

大型土壌動物といわれるミミズやダンゴムシなど，目で見えるものは，土をビニールシートの上に堀上げ，ピンセットでていねいに拾えばいい。これをハンドソーティングといっている。とはいえ，やはり熟練を要し，なれないと孵化直後の幼体などの見落としは大きい。なれればミミズの卵（卵包）などもみつかる。

森林などでは，これらの大きい動物でも１㎡あたり，数100～1,000個体いる。普通，これらの動物も地表に多く，深くなるにしたがって急速に少なくなっていくが，それでも，夏なら30㎝，冬には50㎝も掘らないといけない。アリなども対象とすれば，さらに深くまで掘る必要がある。クロヤマアリは３m，クロナガアリが４mもの深さの巣穴をつくという。土堀りがたいへんな労働だとわかろう。土壌動物研究にまず体力がいる。

もっとも多い中型土壌動物といわれるトビムシやササラダニは体長，せいぜい数㎜，これらの採集は肉眼ではとてもできない。このうちトビムシやササラダニなど脚があって移動できるものには，100mlのコアー・サンプラーでサンプリングした土をふるい（篩）（ファンネル）の上におき，熱や光を当てて逃げ出してくるものを採集するツルグレン装置が，また線虫・ヒメミミズ・ソコミジンコなど，脚をもたず水の中に泳ぎだしてくるものは，土をガーゼに包んで水を満たした漏斗の中におき，泳ぎだしてくるのを待つベールマン装置が有効である。

この場合，野外で土をとってきて実験室で抽出するのだが，やはり深くまで掘らないといけない。また，場所ごとのばらつきも大きいので，たくさんのサンプル数をとらないといけない。

こんな簡単な装置で抽出しても，森林ならトビムシやササラダニが㎡あたり数万～20万個体，ヒメミミズが数1,000～数万，線虫では㏋200～5,000万個体もでてくるという。

もっと小さな動物，アメーバやミドリムシなどのべん毛虫はわずかの土をとってきて，直接，検鏡するしか方法がない。土，わずか１gからアメーバが４万個体，ミドリムシが７万個体もでてきたといった報告がある。

簡単な装置で土と動物が分離でき，たくさんの多様な動物がいることに驚かされ，またみたこともない動物の出現に感激するのだが，研究者とし

て取り組んで，ここで最大の難問にぶつかる。

抽出効率

実はこの熱や光を当てて追い出すツルグレン装置，水の中に泳ぎだしてくるのを利用するベールマン装置の抽出効率が案外悪いのである。同じサンプルはできないが，隣接してサンプルをとり，一つは抽出装置にかけ，一つはアルコールに入れ，顕微鏡下で直接数えて，その抽出効率を比較したことがある。動物の種類，発育段階，あるいは土壌の性質などで異なるが，抽出効率はよくて50%，抽出されにくい動物の場合，わずか数%にすぎないことがわかった。生活史・個体群の動態など，その正確な数を知りたいとなると，抽出効率をいかに高めるかが問題となる。

100%抽出できるという装置はないであろう。個体数調査にはこのことは十分承知しておく必要がある。

図鑑がない

第2の問題がでてきた動物，抽出できた動物の名前（学名）がわからないことである。たくさんの昆虫図鑑・動物図鑑がでているが，あまり参考にはならない。昆虫といってもなじみのないトビムシ，カマアアシムシ，コムシ，シミ，ガロアムシなどである。大きなものでもでてくるのは幼虫・幼体である。セミでもアブラゼミかクマゼミか，コガネムシでもきれいなサクラコガネか汚いドウガネブイブイか，成虫なら簡単に区別できるであろう。しかし，土の中からでてくるのは幼虫である。幼虫ですべてのセミ，コガネムシの識別ができる人は少ないであろう。

この事態は土壌動物学会の分類研究メンバーによって大幅に進歩し，現在神奈川県生命の星博物館館長をされている青木淳一先生編の「日本産土壌動物検索図説」（東海大学出版会1991），「日本産土壌動物　分類のための図解検索」（東海大学出版会1999）によって土の中からでてきた動物について，図解検索で種名が，あるいは何の仲間であるかがわかるようになった。

アンバランスな解明

この図説をみても，かなりよく解明されている分野と，手付かずの分野があることに気づく。ササラダニは土の中でもっとも多い動物の一つで，硬い殻を持ち，落ち葉を食べているもの，ヒトにはつかない。1960年代，日本からはわずか7種しか記載がなかったが，現在，約550種が記載されている。かなりよくわかってきたのだが，未記載種・新種もまだたくさんいる。先の青木淳一さんはお一人で300種以上の新種を記載されている。皇居の中から新種がでるのは当然としても，街中の陸橋の階段やデパート屋上のわずかなこけの中からも新種がでるのである。ダニ全体では現在1,700種だが，少なくとも3,000種はいると予想されている。

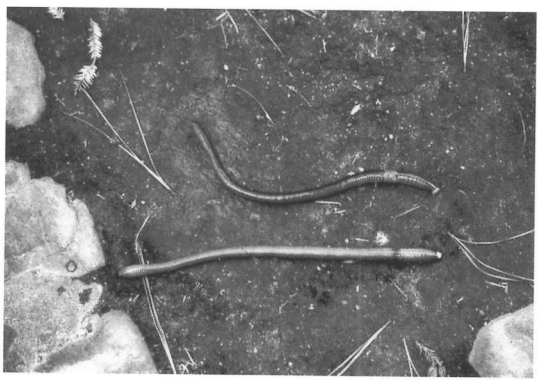
ダンゴムシ・ワラジムシ・ヒメフナムシなど，等脚類といわれるものも，戦前は10種程度であったが，富山市科学文化センターの布村昇さんにより現在140種が確認され，最終的には200～300種になると予想されている。何種くらいいると予想できる，全体像がみえてきたということである。

しかし，クマのようにゆっくり動き，環境条件が悪くなると，数年も休眠に入るクマムシ（緩歩動物）では世界で750種以上が記載されているのに，日本では約70種，それも「富士山山麓の地衣・こけの中で発見」といって記述からも，ほかにはいないのでなく，ここでしか調べていないことがわかる。

むつかしいミミズの分類

大きなミミズも同様だ。30㎝，中には50㎝にもなる大きな動物，土壌動物の代表，ミミズも残

念ながら名前がわからない。滋賀県湖西，志賀町の湖岸から武奈ヶ岳山頂までのいろいろな植生・環境条件下で，ミミズの調査をしたことがある。ミミズは成体（アダルト）にならないと雌雄生殖器官がでてこず，種の区別ができない。それでも17種ほど識別でき，ブナ林にだけでてくるとか，湖岸近くの都市化されたところにだけでてくるミミズだとわかったものの，名前・学名がわからない，ミミズA，Bでは発表できない。当時，ミミズ分類研究者がいなかったのである。



上：シーボルトミミズ
下：奈良県大塔村でみつかった大きなミミズ

最近になって東京，成蹊高校の石塚小太郎さんが新種を記載されている。現在，東京都内で75種を確認し，そのうちこれまで記載されていたミミズはたった16種，日本未記録が1種，そして何と58種が新種だったというのである。皇居からも17種がみつかったが，そのうち4種が新種だったという。調べられていないということ，同定できる研究者がいないということである。東京都内で100種はいるのだから，日本全国なら，それも地域ごとで大きく異なるなら，たくさんの種類になるし，どこも同じものがいることになれば，それほど増えないことにもなる。それでも数100種ということになるのではないか。イギリスには30種，ドイツ24種といわれる。日本の動物相が豊かであることはミミズでもわかる。

ところが，普通にいるミミズはフトミミズと呼ばれているが，これはフトミミズ（Pheretima）属のミミズ，日本でも数100種が同じ属に属している。おまけに，この仲間は朝鮮半島・中国・台湾から東南アジア，一部はオーストラリア北部まで広く分布し，起源はボルネオではないかといわれている。現在でもこの属には600種とか800種いるとされている。1科1属1種といった動物もいるのに，1属800種はいくらなんでも多すぎる。いくつかの属に分けるといったことでないと，とても無理だ。おまけに外部形態は簡単，内部形態での識別が必要だし，個体変異も大きい。

環境の変化を示す

直接覗くことができないのだが，土の中に多様な動物がいる。名前もつけられていないものがまだたくさんいる。新種発見など，簡単なことである。

土壌動物は環境，すなわち，そこの気象・土壌・植生などの影響を受けているが，一方で，落ち葉など植物遺体を粉砕，土壌と有機物を混合，土壌耕耘で土壌の生成・肥沃化に役立ち，環境を変えている。

その土壌動物が，工業団地・ゴルフ場造成などいわゆる開発や，農薬の散布，酸性雨など，環境変化の影響を大きく受けている。忍び寄る環境悪化を知らせてくれる環境指標になるのだが，そのまえに調べられることもなく絶滅している。地上での変化には注目も集まるが，地中での変化には関心が寄せられない。それは私たちの責任であるが，まちがいなく，地中の生き物にも大きな変化が起っている。

今日一日，直接，土を踏まれただろうか。踏んだのは，その下に動物のいないコンクリートやアスファルトだけだったろう。