



「E a r t h W o r m ～偉大なるミミズの力～」

会津若松市立第六中学校
第二学年 伊藤 愛

I 研究の動機

「祖母の畑にいるミミズは、ダゴムシやナメクジのように野菜に悪さをしていないか。」という素朴な疑問から、二年前にミミズの研究を始めた。一年目は、ミミズの生態・仕事について調べた。また、原発事故での放射線との関わりについても調べた。二年目は、ダーウィンの研究を参考に、ミミズの隠された能力・生ゴミの分解速度について調べた。今年は、二年間の課題の「冬越し」と、昨年課題の「卵の観察」とた後の「土の変化」についてさらに詳しく調べ、ミミズの力を確かめたい。

II 研究の内容

この研究では、**ミミズの冬越し（研究1）卵の成長（研究2）土の変化（研究3）**について調べる。

III 研究の方法

◆研究1 ミミズの冬越しの研究◆

- ・ 文献、インターネットなどで調べる
- ・ 実際に冬仕度をし観察する。

◆研究2 卵の成長の研究◆

- ・ 繁殖の仕方
- ・ 卵の成長の仕方と観察

◆研究3 ミミズの作った土の研究◆

- ・ ミミズの土の分解の仕方
- ・ 土の比較（ビフォア・アフター）
見た目・粒の大きさ・成分分析など

IV 研究の実際

◆研究1 ミミズに会津の冬を無事に越させるにはどうするか。

[予想] 昨年以上の防寒対策（コンポスト容器自体の厚みを厚くすると同時に、土を増やし土の深さを深くすること）で、冬を越せるのではないかと考える。

[実際]

(1) ミミズの生態（冬）

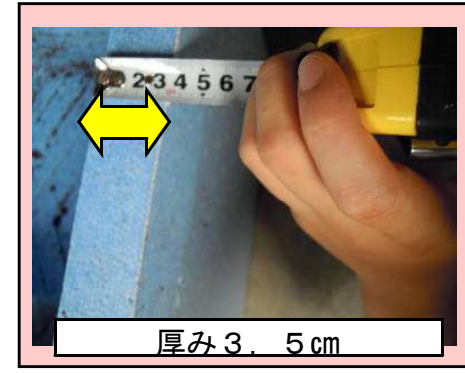
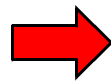
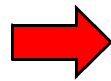
会津若松市の平均気温は、1月で-0.7度、12月上旬～3月下旬で氷点下になる日がある。また「だれでもできるミミズで生ゴミリサイクル」（メアリー・アップルホフ 著合同出版）によれば、『シマミミズは、15℃～25℃の温度で、最もエサをよく食

べ、おそらく最も速く生ゴミを処理します。』とのことだ。また、『10℃ぐらいの低温でも元気に生きられます。シマミミズは、広範にわたる温度で生きることができますが、氷点下では、死んでしまうかも知れません。北国のミミズたちは、地下に掘られた孔の中で、動物の糞やわらや葉の下に隠れ、それを食べ物として、そこで寒さをしのいで冬を越す。』とのことだ。

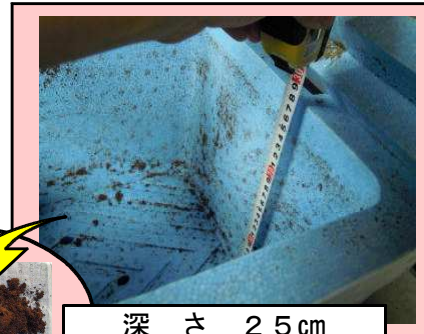
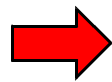
(2) ミミズの冬仕度

一昨年の冬は、冬の支度を厳重にして、冬を越させたいと考え、自作コンポストにプチプチマットを二重に巻き冬を迎えさせたが失敗だった。衣装用コンテナなので、周囲が薄く（厚さ1mm）低温に耐えかねたためと思われる。そこで、今年は、厚めの発泡スチロールの箱にミミズをそのまま引っ越しさせ、保温性を高めて冬越しをさせる事にした。

対策1・・・箱を厚みのある、保温性の高いスチロールの箱にする。



対策2・・・パーム用土を加えて、深さを深くすることで、表面からなるべく離れたところで生活できるようにする。



パーム用土追加！

対策1・2のように、寒さをできるだけ感じにくいように、箱の材質を暑さ1mmのプラスチックから、暑さ3.5cmの発泡スチロールの箱に変えた。また、パーム用土1.5個分(1.2L)を増量した。その結果、深さは、20cmから25cmへと5cm深くなった。

[観察記録] (表I-①・② 省略)

本格的な寒さが来る前(11月15日)に冬仕度をした。しばらくの間は、エサも与えたが、水分が氷ってしまう危険性もあるのでやめた。

【11月】温かい頃には、表面にいたり、コンポストのふたの部分も歩き回っていた形跡が見られたが、11月になると、さすがに表面にはほとんど見られなくなった。しかし、ふたに付いていたミミズもいたことから、寒さがしのげていることが伺えた。気温よりも地温が約1度は高く、冬越しの期待が高まる。

【12月】観察のために箱のふたを開けるのもミミズにはよくない気温で、観察するほうもつらい。この日(12月25日)の最低気温は-7℃。心配でふたを開けてみた。残念な事にふたにミミズの死骸を発見。少し深くまで掘り起こしたら、ほとんど動かなくなった生きたミミズを発見した。うれしい。

【1月】雪も深くなり、寒さも本格的になった。ミミズのいる車庫まで行けないほど雪も積もった。ふたの開け閉めが、ミミズにはよくないと考えこのまま春を待つことにした。土を深く掘ったところ、1.5cmぐらいのところミミズが生きていた。

【4月】気温もかなり上がってきたので、おそろおそろふたを開けてみた。気温12℃・地温11℃。気温の方が高い。箱の壁に数匹のミミズを発見。じっとして動かさなかつた。触ると生きていた。土を掘り起こすと数が減ってはいるようだが、確実に生きている。冬越し成功。

【6月】かなり熱くなってきたので、もとの1mmのプラスチックの箱に引っ越しをした。ミミズの数はかなり減った。また、体の細さが気になった。

[観察から分かったこと]

- 保温性の高い厚手(3.5cm)のスチロールの箱が、気温の変化から守ってくれた。
- 土の深さは、去年の20cmから25cmになり、その差5cm。温かさに深さが加わり、ミミズが土の中深くもぐり、寒さをしのぐことができた。
- 文献どおり、シマミミズも、厳しい冬を地面下深くもぐりこみ、寒さから身を守っているということが分かった。
- 冬越ししたミミズは、細い物が多かったので、年をとったミミズが死に、若いミミズが残ったのかもしれない。

◆研究2 卵はどのように成長するか。

◇ミミズの繁殖の仕方 ミミズは、雌雄同体で卵巣・精巣にあたる部分が環帯から少し離れた所にある。交接は、互いの環帯を接触させる事で、「卵」が環帯にできるそう。文献通りの交接の仕方だった。

◇卵の成長 卵は、三週間ぐらいでふ化する。卵の色によって成長の時期が分かるそう。卵は正式には卵包と言い、次のような段階を経てふ化する。

- ①真珠のように白く光る。→ ②はっきりとした黄色。→ ③明るい茶色。
- ④赤っぽい色。(幼体が産まれる頃)

通常は、2~3匹の幼体がふ化する。しかし年齢や栄養状態・温度、また毎日の気温が

一定だったか、変動したかによっては、幼体の数が変わるらしい。

一つの卵包には、多いときには10個もの受精卵が入っていることもあるようだ。しかし、ふ化する幼体は、2～3匹。夏の卵包は、無精卵の場合が多く、ふ化しないでしまうらしい。なぜだろうか。去年は、大きな卵を見つけることができたのに、観察容器の中の卵包がへこんでだめになってしまったのは、無精卵だったからかもしれない。気温の高いこの時期に、盛んにふ化するのかと思っていたので、予想外の事実だ。

〈ミミズの成長〉 ミミズが成長して大人になるまでは、卵包の時と同じように、温度や湿度・食べ物の有無・個体密度等の要因に影響されるとのこと。シマミミズは、早ければ8週間で性的に成熟し、卵包を作られるようになるが、平均的には10週間程度かかる。いったん交接し、卵包を産み始めると、それから6ヶ月から1年ぐらいの間、毎週2～3個の卵包を産むことができる。すごいいきおいでの繁殖だ。

[卵の観察記録]

土の分析のため土をふるいにかけていた時に卵包を発見。

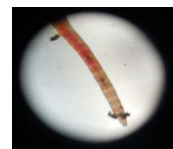
5つの卵包を観察した。(表Ⅱ)

[考察]・・・観察して分かったこと

- (1) 夏場のふ化率が30% ということは、驚きだ。高温なのでふ化率は高くなると予想していたからだ。
- (2) 未受精卵が多い中赤ちゃんが生まれたのは奇跡だ。
- (4) 卵包は、その中でミミズが成長していたら、大きさが変化してもよいはずなのに、全く変化なしだった。



(卵包発見!)



顕微鏡で見た赤ちゃん

◆研究3 ミミズの作った土の研究◆

〈ミミズの作った土とは?〉

ミミズコンポスト(パーム用土にシマミミズを入れ、野菜くずなどの生ゴミを分解させる仕組み)で、ミミズが作った土のこと。本研究の場合、1年間経過したもの。

◇ミミズの食べる物は?

シマミミズは、人間が出す生ゴミを好んで食する。特に、メロンなど甘い物が好きである。枯れ葉などは苦手らしいが枯れ始めると食べるそう。食べた物を吸収するため、様々な液(セルラーゼ・キチナーゼ)や酵素を使う。しかし、ミミズは、腸からの吸収があまりよくないため、そのまま尿や糞として排出するので、その尿や糞に含まれる成分が花や野菜の成長に有効な栄養分となる。

◇よい土とは?(花や野菜を成長させる物)

「新しい技術・家庭(技術分野)」(東京書籍)

に・葉から吸収する二酸化炭素と酸素

・根から吸収する水、窒素、リン、カリウム

ムなどの養分が必要とこと。またこれらは

「土の中で水に溶て根から吸収される」とある

それぞれの要素が右のような働きをするとのことだ。

要素名	主な働き
窒素	茎や葉、根を作る。
リン	成長の盛んな花や新根の発育に必要。
カリウム	光合成を盛んにし、果実や根の成長を助ける。

『新しい技術家庭・東京書籍』

つまり、本研究での「よい土」とは、この植物の栽培に重要な役割を果たす三大要素を

バランスよく豊富に含んだ土と言える。

◇ミミズの体は？

乾燥体重の約60%は、タンパク質でできており、死ねばたちまち解けて窒素肥料となる。また、いろいろなビタミンもふくまれているので、魚や家畜のエサにされるのはそのためである。ミミズの煎じ汁は、熱冷ましとして昔から重宝されてきたが、最近では、脳血栓の予防薬として使われているようだ。

【土の観察と分析】 ミミズを入れる前の土とミミズを入れて1年が経った土を比較し、ビフォア・アフターとして土の観察・成分分析を比較考察する。

◇土の観察（ビフォア、アフター）

色、粒（見た目・実物顕微鏡）、臭い・手触り・水に入れたときの様子（解け方）の5つの項目について観察した。（表Ⅲ-①）

◇土の成分分析 土の成分の分析については

畑の「株式会社・ジャパンバイオフィーム（長野県伊那市）」に依頼した。（表Ⅲ-②）

【考 察】

- ミミズの体を通った土は、きめの細かい土になった。ミミズの出す液（セルラーゼ・キチナーゼなどの酵素）が、生ゴミ（野菜）の繊維質を溶かしたためであると分かった。
- 二種類の土を水に溶かす実験では、ビフォアの土は、天然ヤシを中心とした繊維質の多い土なので、軽く沈まないのではないかと予想したが意外に多くが沈んだ。コンポストの土は、全部が一瞬にして沈んだ。水に入れてかき混ぜてみると、粒子が細くなったコンポストの土は、水に溶け水の色が薄茶色になった。植物に吸い上げられやすい細かい土になったことが証明された。
- ミミズが土の中を動き回ったことで、土の中に空気が入ったので、ふわふわの土になり、水はけのよい土になった。
- ミミズが様々な液や酵素と混じり合った尿や糞を排出するので、植物の成長に大事な養分（窒素リン酸・カリウム）を多く含むよい土になることがわかった。コンポストの中で、死んでしまったものもいるはずだが、ミミズの体は、死ねばたちまち窒素肥料となるという文献どおりのことが実証された。
- シマミミズの体のぬるぬるの液は、他のミミズよりも強力で、メダカを殺すことができるほどのことだ。また、液は、土の中のばい菌を殺し、自分の皮ふを守ることができることなので、この点でも、土は菌の少ないよい土になっていると思われる。
- 体の中にある液には、枯れ葉の繊維を溶かすセルラーゼという酵素、固いキチン質というものを溶かすキチナーゼという酵素、そのほかいろいろな酵素があり、ミミズはその助けを借りて栄養素を吸収するそうだが、野菜や人の体に害を与える病原菌や雑草の種などを砕いたりして発芽の力をなくしたりすることもできるとのことなので、コンポストで作ったミミズの土は、栄養が豊かというだけでなく、病気になりにくい、植物にとって安全な土ということが言える。



V 研究のまとめ

ミミズの冬越しには、自然界で過ごすミミズのように、表面からある程度の深さまで潜り、寒さを避けられるような環境を作ることが必要であると分かった。また、卵は、観察した夏場は、無精卵であることが多いことが分かった。しかし、少なくともはあるが確実に産卵し仲間を増やしていることが分かった。

さらに、最も大きなミミズの仕事である「土づくり」は、ミミズの生涯をかけた仕事であり、その「生」そのものであると感じた。生きること・生き抜くこと・そして死んでさえも豊かな土づくりになっているということは、感動である。植物にとって栄養豊かな、しかも安全な土づくりをしているということが確認された。

小学6年から3年間の研究で、改めて「アースワーム（地球の虫）」という名前のついた、小さなミミズの大きな仕事の偉大な力を実感することができた。ダーウィンが40年間ミミズに夢中になった気持ちがわかったような気がした。

【表Ⅱ】

卵の観察記録 表Ⅱ-①

卵	卵	卵	卵	卵
1日目	2日目	3日目	4日目	5日目
高さ5cmで 高さ5cmで	高さ5cmで 高さ5cmで	高さ5cmで 高さ5cmで	高さ5cmで 高さ5cmで	高さ5cmで 高さ5cmで
卵の大きさ等	卵の大きさ等	卵の大きさ等	卵の大きさ等	卵の大きさ等
卵・卵の大きさ等 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の大きさ等 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の大きさ等 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の大きさ等 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の大きさ等 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。
卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。
卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。
卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。
卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。	卵の観察 卵の大きさは、ほぼ等しいが、中には少し大きいものがある。

【表Ⅲ-①】

土の観察 (ピオア・アフター) (表Ⅲ-①)

項目	ミミズを入れる前の土 (ピオア)	ミミズを入れた後の土 (アフター)
写真		
色	暗い茶色	黒っぽい茶 (ダークブラウン)
粒	粗い土粒	細かい土粒 (ダークブラウン)
臭い	臭い	臭い
感触	ざらざらしている。感触がくちくちする。	しっとりしている。感触が滑らか。
水を入れたとき	水を入れたとき	水を入れたとき
高い土	高い土	高い土

【表Ⅲ-②】

土のピオア・アフター (水の観察) (表Ⅲ-②)

項目	ミミズを入れる前の土 (ピオア)	ミミズを入れた後の土 (アフター)
水	水	水
水の色	水の色	水の色
水の臭い	水の臭い	水の臭い
水の感触	水の感触	水の感触
水の量	水の量	水の量
水の透明度	水の透明度	水の透明度
水のpH	水のpH	水のpH
水の電気伝導率	水の電気伝導率	水の電気伝導率
水の温度	水の温度	水の温度
水の粘度	水の粘度	水の粘度
水の表面張力	水の表面張力	水の表面張力
水の浸透性	水の浸透性	水の浸透性
水の保水性	水の保水性	水の保水性
水の排水性	水の排水性	水の排水性
水の蒸発率	水の蒸発率	水の蒸発率
水の凍結点	水の凍結点	水の凍結点
水の融点	水の融点	水の融点
水の沸点	水の沸点	水の沸点
水の凝固点	水の凝固点	水の凝固点
水の比熱	水の比熱	水の比熱
水の熱伝導率	水の熱伝導率	水の熱伝導率
水の熱膨張率	水の熱膨張率	水の熱膨張率
水の熱収縮率	水の熱収縮率	水の熱収縮率
水の熱安定性	水の熱安定性	水の熱安定性
水の熱不安定性	水の熱不安定性	水の熱不安定性
水の熱伝導率	水の熱伝導率	水の熱伝導率
水の熱膨張率	水の熱膨張率	水の熱膨張率
水の熱収縮率	水の熱収縮率	水の熱収縮率
水の熱安定性	水の熱安定性	水の熱安定性
水の熱不安定性	水の熱不安定性	水の熱不安定性

【表Ⅲ-③】

土の分析 (ピオア・アフター) (表Ⅲ-③)

※観察データは、ジャリバイオファーム・ドクターソイルによる(無料)

項目	ミミズを入れる前の土 (ピオア)	ミミズを入れた後の土 (アフター)	差
水分 (w/w)	6.0	6.4	+0.4
窒素 (N) (ppm)	1	1.0	+0.0
リン (P) (ppm)	7.0	7.0	+0.0
カリウム (K) (ppm)	3.4	3.0	-0.4
カルシウム (Ca) (ppm)	1.9	2.0	+0.1
マグネシウム (Mg) (ppm)	0.5	0.5	0.0
鉄 (Fe) (ppm)	1	1	0.0
マンガン (Mn) (ppm)	1	1	0.0
亜鉛 (Zn) (ppm)	0.0	0.0	0.0
銅 (Cu) (ppm)	0.0	0.0	0.0
モリブデン (Mo) (ppm)	0.0	0.0	0.0
有機炭素 (C) (ppm)	0.0	0.0	0.0
無機炭素 (C) (ppm)	0.0	0.0	0.0
窒素 (N) (ppm)	0.0	0.0	0.0
リン (P) (ppm)	0.0	0.0	0.0
カリウム (K) (ppm)	0.0	0.0	0.0
カルシウム (Ca) (ppm)	0.0	0.0	0.0
マグネシウム (Mg) (ppm)	0.0	0.0	0.0
鉄 (Fe) (ppm)	0.0	0.0	0.0
マンガン (Mn) (ppm)	0.0	0.0	0.0
亜鉛 (Zn) (ppm)	0.0	0.0	0.0
銅 (Cu) (ppm)	0.0	0.0	0.0
モリブデン (Mo) (ppm)	0.0	0.0	0.0
有機炭素 (C) (ppm)	0.0	0.0	0.0
無機炭素 (C) (ppm)	0.0	0.0	0.0
窒素 (N) (ppm)	0.0	0.0	0.0
リン (P) (ppm)	0.0	0.0	0.0
カリウム (K) (ppm)	0.0	0.0	0.0
カルシウム (Ca) (ppm)	0.0	0.0	0.0
マグネシウム (Mg) (ppm)	0.0	0.0	0.0
鉄 (Fe) (ppm)	0.0	0.0	0.0
マンガン (Mn) (ppm)	0.0	0.0	0.0
亜鉛 (Zn) (ppm)	0.0	0.0	0.0
銅 (Cu) (ppm)	0.0	0.0	0.0
モリブデン (Mo) (ppm)	0.0	0.0	0.0