

平成21年 5月28日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18500663

研究課題名（和文） 「生きもの同士のつながり」の教材としてのダンゴムシを用いた理科実験の開発

研究課題名（英文） New experiments for school science using isopod, *Armadillidium vulgare* as teaching materials for “Ecological links between living things”

研究代表者

松良 俊明（MATSURA TOSHIAKI）

京都教育大学・教育学部・教授

研究者番号：20111990

研究成果の概要：「ダンゴムシ—枯葉—微生物」の3者関係に着目し、ダンゴムシが陸上生態系の中で果たしている役割を中学生が十分理解・認識できる3種類の実験を開発した。すなわち、ダンゴムシは新しい枯葉より腐食のすすんだ枯葉を好むことを確かめる実験、ダンゴムシが枯葉を摂食することで微生物による枯葉の分解が促進されることを確かめる実験、またダンゴムシが枯葉を摂食した後に残る糞や食べ残しが植物生産に正に作用することを確かめる実験である。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,800,000	0	1,800,000
2007年度	500,000	150,000	650,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	300,000	3,100,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：ダンゴムシ、理科教材、土壌動物、物質循環

## 1. 研究開始当初の背景

中学理科第2分野における単元「生きもの同士のつながり」は、生物と環境との関係を取り扱った重要な単元である。そこにおいてダンゴムシはほとんどの教科書で取り上げられているいわばシンボリックな生物といえる。ダンゴムシは世界各地に分布する腐食性土壌動物であり、日本には明治時代以後に侵入し、とりわけ都市部において高密度に生息している身近な節足動物である。小学校や中学校の理科教科書でもよく取り上げられているものの、落ち葉を食べている様子を時間

経過とともに示しているだけの例が多く、本種が土壌形成にとって重要な機能を果たしているにもかかわらず、「生態系におけるダンゴムシの役割」に気づかせる教材開発はほとんどなされてこなかった。そこで筆者らは、ダンゴムシだけでなく、餌となっている枯葉や土壌微生物の関係性にも着目した比較的簡単な実験を開発しようと考えた。得られた成果は論文発表にとどめずに、できるだけ多くの学校教員にも利用してもらえるようホームページを作成、インターネット上に公開したいと考えた。

## 2. 研究の目的

生態系における腐食者（デトリタス食者）としてのダンゴムシの役割を明確に認識できるように理科実験を開発する。具体的には、以下のような3種類の実験プログラムを開発する。

- ・ダンゴムシの葉の摂食選択性に関する諸実験（樹木の葉や草の葉の種類により選好性が異なるのかを比較することができる実験を開発し、また、同じ種類の枯葉であっても、腐食程度の違いが選好性に影響するかを調べ、食餌習性を通してダンゴムシという生きものの特異性について認識できる手がかりを与える）。
- ・ダンゴムシの存在が、陸上生態系における物質循環に寄与していることを確認する実験（ダンゴムシが枯葉を食べることにより排出された糞や取り残された残骸は、土壌にいる菌類やバクテリアの好適な餌となることで、それらによる枯葉の分解がより活発になることをヨウ素反応により確かめる）。
- ・ダンゴムシが植物生産に正の効果を及ぼすことを確かめる実験（ダンゴムシの糞や食べ残しが植物の生長に有効であることをウキクサを用いて確かめる）。

## 3. 研究の方法

### (1) 葉の選択性についての実験

#### ①木本類の枯葉を用いた場合

ダンゴムシに 25mm×25mm の正方形に切りそろえたクスノキ、アオギリ、マテバシイ、フウ、クロマツ、サクラ、モウソウチク、ツバキの枯葉を与え、1週間後に食べ残された断片をスキャナーで読み取り、摂食量の違いを視覚的に把握した。

#### ②草本類の枯葉を用いた場合

イタドリ、エノコログサ、クズ、セイタカアワダチソウ、セイヨウタンポポ、シロツメグサ、ドクダミの乾燥させた押し葉をダンゴムシに与え、11日後にダンゴムシの体重を測定した。各草に対し6匹のダンゴムシを用い、それぞれのダンゴムシはペインとマーカーで個体識別マークを施した。

#### ③腐食程度の異なる枯葉を用いた場合

前年の初冬に採取し室内で保管したサクラ（ソメイヨシノ）の枯葉を、ナイロンゴースの袋に入れて野外に放置することで、菌類やバクテリアによる腐食の程度を高めた。1週間野外に放置したサクラの枯葉、1ヶ月放置した枯葉、3ヶ月放置した枯葉を、そ

れぞれ6匹のダンゴムシに摂食させ、摂食量の差異を比較した。各腐食葉に対し、コントロールとして室内保管の枯葉も摂食させた。

### (2) ダンゴムシの生態系における役割を確かめる実験

石英砂を底に敷いた複数個の容器を用意し、ダンゴムシ（5匹）とサクラの枯葉を入れたもの、サクラの枯葉だけ入れたもの、何も入れないものの3グループを設定した。2、3日間ダンゴムシに枯葉を摂食させた後、ダンゴムシを除去した。各容器に薄いデンプンのりを入れ、2、3日室温で放置後、デンプンのりをピペットで吸い取り、試験管に移し、ヨウ素反応を見た。

### (3) 「ダンゴムシが植物の成長に役立っていること」を確かめる実験

ほぼ同量の砂を各容器に入れ、ダンゴムシ20匹とケヤキの枯葉1枚を入れた容器（「ダンゴムシ区」と呼ぶ）、ケヤキの枯葉1枚だけを入れた容器（「枯葉区」と呼ぶ）、どちらも入れない砂だけの容器（「対照区」と呼ぶ）を5セット準備した。2週間ダンゴムシに枯葉を摂食させた後、ダンゴムシを除去し、水を150mlずつすべての容器に加え、そこへウキクサの葉状体を1枚ずつ投入した。これらの容器を窓際に静置した。日当りの違いが容器間で生じるのを防ぐため、毎日場所を入れ替えた。同時に、水を適宜補給した。一定期間ごとにウキクサの数を数え、また容器内の水素イオン濃度をpHメーターで測定した。

## 4. 研究成果

### (1) 葉の選択性についての実験

#### ①木本類の枯葉を用いた場合

フウ、モウソウチク、サクラの枯葉がよく食われ、マテバシイ、ツバキ、クスノキはあまり食われなかった。クロマツは全く摂食されなかった。堅い葉は敬遠されるようであった。このような標準化された方法を採用すれば、摂食量の違いを容易に視覚的に比較できよう。

#### ②草本類の枯葉を用いた場合

摂食期間中の体重増加量はクズ>ドクダミ>タンポポ>クローバ>イタドリ>セイタカアワダチソウ>エノコログサの順であった。イネ科草本であるエノコログサについては、全く摂食されていない。草本類は葉が薄いこともあり総じて腐食が速く、ダ

ンゴムシによる摂食活動も活発だが、堅い繊維質を持つ葉は苦手であるようだ。

### ③腐食程度の異なる枯葉を用いた場合

ダンゴムシの摂食による消失速度は、サクラの枯葉を野外に放置した期間が長いほど速かった。特に3ヶ月放置した枯葉は腐食がすすみ、短時間で食い尽くされた。このことは、枯葉の主成分であるセルロースが菌類やバクテリアの助けを受けて分解され、それをダンゴムシが体内に吸収していることを示唆している。

### (2) ダンゴムシの生態系における役割を確かめる実験

何度か予備実験を繰り返し、ダンゴムシの密度、摂食期間、デンプンの濃度、容器にデンプンのりを入れて微生物の作用を受けさせる期間などを把握した後、大阪府堺市立中学生らに課外活動の一つとして、本実験を行わせた。写真1に示すように、枯葉がよく食われダンゴムシの糞や食べ残しが多かった容器ほど、ヨウ素による呈色反応が薄く、すなわち微生物がデンプンを消費した結果、残留デンプン量が少なくなったことを確かめられた。このことから、生態系においてダンゴムシが介在することで、微生物の働きがより活発化されることが理解できよう。

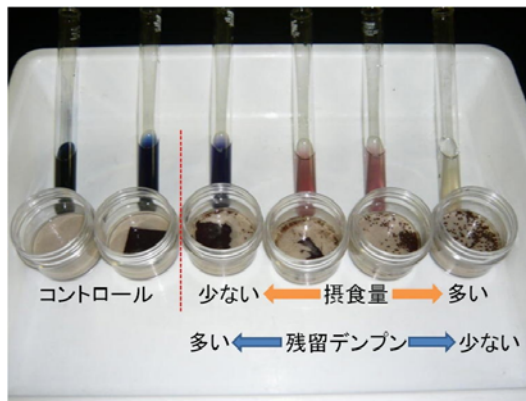


写真1. ダンゴムシの糞や食べ残しがある容器にデンプンのりを入れた後のヨウ素反応結果。円筒形飼育容器の背後に試験管を斜めに立てかけてある（試験管にとった水溶液の色に着目）。

### (3) 「ダンゴムシが植物の成長に役立っていること」を確かめる実験

ウキクサ投入7週間後におけるそれらの増殖力はダンゴムシ区とそれ以外の区とで顕著な差が見られ（表1および写真2）、明らかにダンゴムシが存在することがウキク

サの成長に有効であることが判明した。

表1 実験開始7週間後におけるウキクサの増殖結果の処理間での比較（いずれも平均値±標準偏差）

処理区	葉状体数	ウキクサの乾重 (mg)
ダンゴムシ区	186.8±110.2	42.3±19.0
枯葉区	6.4±1.7	3.2±1.7
対照区	9.2±2.8	2.7±1.3

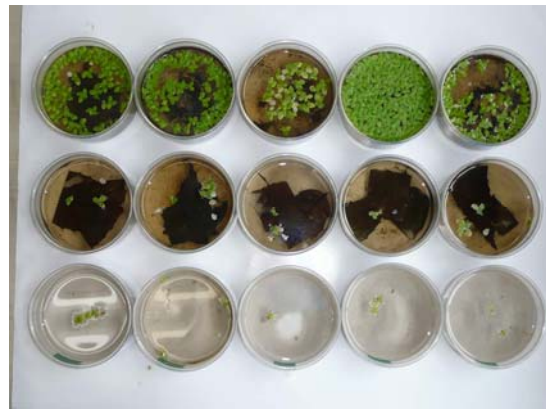


写真2. 実験開始7週間後におけるウキクサの生育度合。上段：ダンゴムシ区、中段：枯葉区、下段：対照区。

本実験の意味するところは以下のようなものである。水に枯葉だけを投入しただけだと、ウキクサの生育に効果がほとんど見られないが、その枯葉をダンゴムシが摂食し、排出された糞にはバクテリアが大量に取り付き、有機物の分解を促進した。その結果、ウキクサにとって有効な養分が水中にとけ込んだものと考えられる。本実験はダンゴムシのような腐食者が生態系の維持にとって役立っていることを示唆している。

### (4) ホームページの作成と公開

学校教員（主として中学校）向けの教材提供を目的として、本研究結果を踏まえたダンゴムシに関するホームページを作成し、インターネット上で公開した。内容は以下の通りである。

#### A. ダンゴムシを使った実験

1. 葉の好みを調べる実験
2. 葉の腐食程度と摂食量
3. 「生態系におけるダンゴムシの役割」を確かめる実験
4. 「ダンゴムシが植物の成長に役立っていること」を確かめる実験

#### B. 観察のコーナー

1. ダンゴムシの成長の記録
  2. ダンゴムシはいかに枯葉を食いつくすか
  3. 深海に生きる巨大ダンゴムシ
  4. その他の写真
- C. 採集の仕方と飼い方  
D. 文献・他

なお、このホームページは、京都教育大学ホームページ内にある「教育支援（授業のたね）」の一つとして作成されたものである。

5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ①松良俊明 (2009) ダンゴムシの摂食活動が植物生産に与える正の効果. 環動昆, 20 : 31-34. 査読有り
- ②松良俊明 (2009) ダンゴムシの葉の選択性を調べるための実験と観察. 京都教育大学環境教育研究年報, 17 : 97-105. 査読なし

[その他]

ホームページを作成し、インターネット上に公開した。

「ダンゴムシの実験と観察」(松良俊明・梶原裕二・中村健也)

<http://kyoushien.kyokyo-u.ac.jp/matsura2/danngo-top.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松良 俊明 (MATSURA TOSHIAKI)  
京都教育大学・教育学部・教授  
研究者番号 : 20111990

(2) 研究分担者

坂東 忠司 (BANDO TADASHI)  
京都教育大学・教育学部・教授  
研究者番号 : 70218676  
梶原 裕二 (KAJIWARA YUJI)  
京都教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号 : 10281114