

研究報告 土壤動物を用いた環境教育教材の開発に関する研究

— 指標生物としてのササラダニ類 —

森 幸一*・太田 義人**・高桑 正樹***

滋賀県教育委員会学校教育課* 滋賀県立水口東高等学校** 大阪千代田短期大学***

The Study on the Development of Teaching Materials for Environmental Education with Soil Invertebrates : Oribatid mites (Sasara-dani-ru) as Biological Indicators

Kouichi MORI*, Yoshihito OHTA** and Masatatsu TAKAKUWA***

Shiga Prefectural School Education Division*

Shiga Prefectural Minakuchihigashi High School**

Osaka Chiyoda Junior College***

(受理日2005年5月10日)

1 はじめに

滋賀県では、「環境こだわり県」として早くから環境教育に取り組んできた。各校でも優れた教育実践が行われているが、その内容は水環境学習が中心であった。琵琶湖の水質を改善するためには、集水域の環境全体をよくしていかなければならない。川をきれいにすることはもちろん、水源となる山や森林などの環境も守っていかなければならない。

土壤に目を向けることは、これからの環境教育を考える上で非常に重要な視点となるだろう。豊かな土壤は生産者である森林を支え、有機物を分解し、養分や水分を保持する機能を有している。また、環境を浄化する機能も有している(福田2004)。琵琶湖の水質の問題も、豊かな土壤が守られてこそ解決に向かうものと考ええる。

青木は、主要なササラダニ類100種を選定し、これを用いて環境診断をする手法を提唱している(青木1995)。身近な環境のようすを調べる方法は様々なものがあるが、そこに棲む生物種の組成で知る方法が環境教育でも広く用いられている(国吉ら1995~2000)。例えば、タンポポの在来種と外来種との割合を調べたり、水生動物の種組成を

調べて水質を判定するなどの方法である。しかし、高等学校現場の授業では、野外での観察実験はほとんど実施されていないという現状もある(福田2004)。これにはさまざまな要因があると思われるが、高等学校レベルの環境調査の開発も必須事項である。

ササラダニ類を指標生物とした環境調査を環境教育に取り入れることができれば、土壤に対する興味関心が高まり、土壤の生態系における役割に対する理解を深めることができるのではないだろうか。そこで、ササラダニ類を指標生物とした環境調査が滋賀県内の土壤でも有効であることを確かめ、この方法を用いて、生態系や生物の多様性を理解するための環境教育教材を開発し、高等学校生物の授業で実践した試みを報告する。

2 研究の目的と方法

2.1 研究の目的

生徒が様々な環境の土壤中の中型土壤動物を調査し、出現する動物種と環境との関連を明らかにすることによって、生態系についてより深く理解し、環境について考える教材を開発することが研究の最終の目標である。

しかし、滋賀県においては、これまでにササラ

ダニ類を指標生物とした環境調査が実施されたことがほとんどない。そこで本報告では、青木の提唱する方法が滋賀県内でも有効かどうかをまず確かめることとした。抽出される中型土壌動物は、環境によって種の組成が異なり、また、特にササラダニ類の種組成は環境の違いに敏感で多様となると予想し、滋賀県全域を対象に調査を実施した。

また、これらの調査結果を教材化し、授業を行えば、生徒の生態系に関する理解が深まると考えたが、他方で生徒の土壌に関する関心は低く（福田 2004）、またダニという生物に対する認知も低い（授業実施前のアンケート結果）ことが予想された。また、青木の提唱する自然度（以下、青木の自然度 ρ とする）について生徒がどのように理解するかも予想できなかったため、生徒自らが実際に調査を実施することよりも、授業の前後でダニに関するアンケートを実施し、生徒のダニ類に対する意識の変化や獲得された知識を調査することに重点を置いた。さらに、生徒がササラダニ類の調査データから青木の自然度を算出し、その結果をどのように理解するかを観察することも検証授業の目的とした。

2.2 指標生物としてのササラダニ類

本研究ではツルグレン装置を用い、これによって抽出できる動物群（ツルグレン・ファウナ）を研究の対象とする。ツルグレン・ファウナでは、ダニとトビムシが種数と個体数からも圧倒的に優勢な動物群である。



図1 ヒメヘソイレコダニ（走査型電子顕微鏡・撮影 森）

日本産土壌動物は7門15綱に及び、そのうちダニ類の推定種数はササラダニ亜目（Oribatida）で800種、トゲダニ亜目（Gamasida）で600種、ケダニ亜目（Actinedida）で500種もあるといわれている（青木 2001）。どのダニ類も非常に種類が多いが、特にササラダニ亜目は環境の変化に敏感な種から鈍感な種まで、多くの種が存在する。つまり、環境のわずかな変化に対しても種組成を変えるため、指標生物としての利用が可能である（青木 1995）。また、ダニ類は土のあるところならどんなところにも生活しており調査地を限定しない。さらに、土壌中のダニの種組成は季節によってあまり違いがない。調査の季節、時刻、天候などをほとんど気にせずに調査が可能である（青木 1995）。大型の土壌動物も含めて環境を診断する方法はこれまでに開発され、実践例も報告されている（文部省 1991）。しかし、この方法では、やはり調査地に赴いてかなりの時間を使って調査をしなければならない。しかし、中型土壌動物だけを用いる方法があれば、土壌を教室に持ち込んでの学習が可能となる。ササラダニ類は、高校生にとっては意外性のある形をしているものが多い（図1）。このことが顕微鏡で観察したときに生徒の興味を引きつけると考える。このように、ササラダニ類を中心とした中型土壌動物を指標生物とすることは、①対象の生物がどこにでもいる、②種類と個体数が多い、③季節、時刻、天候などの違いを問わずに調査が可能である、④生徒の興味関心が高まるなど、環境教育に取り入れるに足る様々な利点がある。

2.3 中型土壌動物とササラダニ類の調査方法

①調査地域

植生などの環境によって中型土壌動物の種組成がどのように変化するかを知るために、滋賀県内6地域の植生の異なる地点で土壌動物を調査した（表1 地点1～8）。また、同じ植生でも環境のわずかな違いで種組成が異なるかどうかを調べるために、5地域のスギ・ヒノキ林を調査した（表1 地点8～12）。スギ・ヒノキ林を選んだのは、一般に中型土壌動物の個体数が多いこと（青木

表1 調査地点の地域と環境

調査地番号	地域名	環 境
1	甲賀郡	草地
2	湖南地域	都会の植え込み
3	湖東地域	寺社の庭園
4	湖北地域	果樹園
5	湖西地域	ブナ林
6	野洲郡	裸地
7	野洲郡	竹林
8	甲賀郡	スギ・ヒノキ林
9	湖南地域	スギ・ヒノキ林
10	湖東地域	スギ・ヒノキ林
11	湖北地域	スギ・ヒノキ林
12	湖西地域	スギ・ヒノキ林

(地域名は当時)

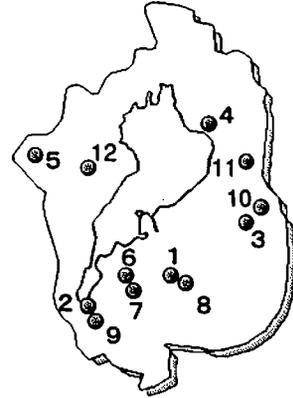


図2 調査地点

1973)、滋賀県下にはどこにでもスギ・ヒノキの植林があるなどの理由による。調査地点の位置は滋賀県全域に散らばるよう、図2のように設定した。

②調査の方法

調査地では土壤試料の採取だけを行い、動物の分離・抽出は実験室に持ち帰った試料をもとにツルグレン装置(図3)を使用して行う。本研究では採取量100ml(深さ5cm)を各地点1サンプル、時期を変えて2回採取した。土壤の採取時期は、1回目は2003年6月27日～7月20日、2回目は8月6日～9月4日に行った。ツルグレン装置による抽出は、1回目の調査は72時間、2回目の調査は168時間行った。ツルグレン装置で抽出した動物を、ササラダニ類については種まで、その他の動物については目(または亜目)までの同定を行った。同定には実体顕微鏡、光学顕微鏡を用いた。また、ササラダニ類については種ごと、その他の動物は目(または亜目)ごとの出現数についても調べた。授業で生徒が観察するときには、生きたままの生物は実体顕微鏡で、固定した資料を詳しく観察するときには光学顕微鏡を用いた。また、生徒の関心を高めるため、走査型電子顕微鏡で撮影した土壤動物の立体的な写真を利用した。

③環境の評価

②によって得られたデータから、中型土壤動物の個体数、出現種数、青木の自然度(青木 1995)、

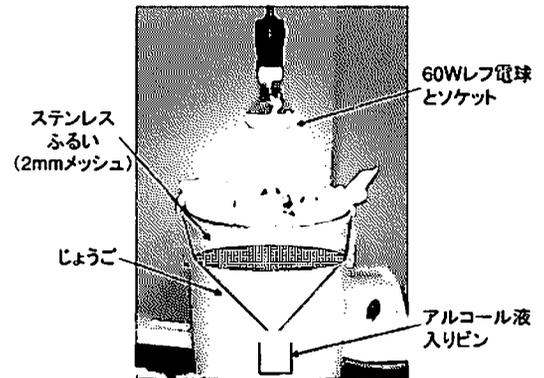


図3 ツルグレン装置

Simpsonの多様性指数²⁾(木元 1976)などを求め、出現する動物種と環境との関連を考察した。

2.4 授業実践による検証

2.3の調査結果をもとに、中学3年生～高校生を対象とした教材を開発した。教材は、土壤動物の観察方法を示したプリントやササラダニ類など中型土壤動物のスライド写真、班別討論のためのワークシートなどである。これらの教材をもとに、土壤動物を題材に生物の多様性や食物連鎖に関する授業案を作成し、滋賀県立K高等学校の3年生(生物選択者2クラス、47名)を対象に授業を行った。授業の前後でダニに関するアンケートを行い、生徒の意識の変化や獲得された知識について分析した。

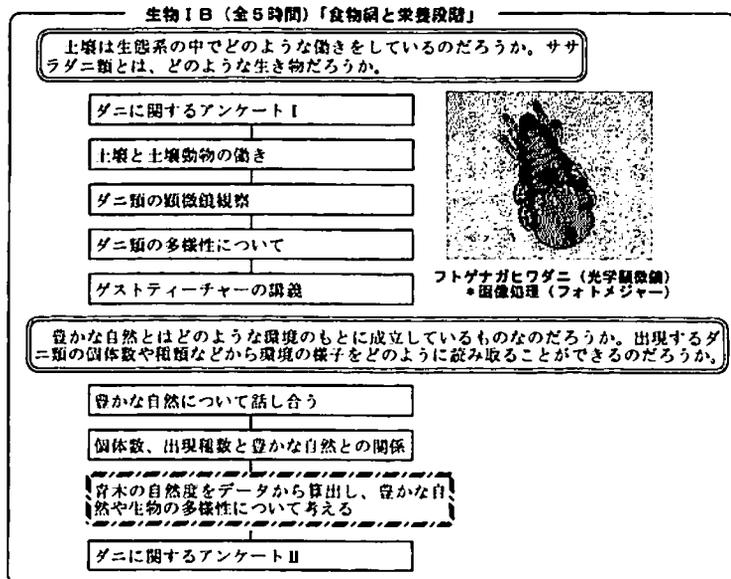


図4 授業構想図

2.5 授業の構想とねらい

図4に授業の構想図を示す。授業の構想は、次に述べる①と②の内容に大きく分けることができる。

①食物連鎖網とダニ類の働きについて理解する(教科生物 I Bとしての内容・3時間)

1時間目は、目で見える生物を中心に食物連鎖網について理解させる。教材としては教科書を中心に学習する。土壌中のダニについて導入的に扱い、ダニに関する事前のアンケートを実施する。

2・3時間目(2時間連続)は、ツルグレン装置の原理について説明し、あらかじめ学校の近辺の土壌から抽出した中型土壤動物を観察させる。観察試料は、70%エタノールで固定した生物を光学顕微鏡で、生きたままの生物を実体顕微鏡で観察することとする。

光学顕微鏡による観察にあたっては透過光を利用しているので、黒色のササラダニはシルエットになってしまう。そこで、図5のように斜め上から懐中電灯の光を当てて反射光による観察をするよう指導する。その後、多くの種類のササラダニ類の写真をスライドで見せ、種の多様性について理解を図ったり、大学の研究者をゲストティーチ



図5 反射光による観察

ャーに招き、生物としてのササラダニ類の理解をより深めるようにする。ゲストティーチャーは、あらかじめ実施したアンケートから生徒の興味関心のあることがらを伝えておき、講義を依頼する。

ゲストティーチャーの講義で、ダニ類は人間に害のあるものばかりでなく、どこにでもいて、生態系の中で大切な働きをしていることを学ぶ。ゲストティーチャーが研究者である必要はない。生徒が実感を持って「ダニ類も生物の一員として重要な働きを有している」ことを理解するために必要な内容を講義することが条件となる。

表2 各地点の中型土壌動物の出現数（出現した動物のみ）

生物名	地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
コムカデ			1							1			
ヤスデ								1					
アザミウマ											1		
甲虫（成虫）					1			2					
甲虫（幼虫）				1									
クモ										1			3
ササラダニ		6	25	42	30	10		39	10	9	15	4	23
トゲダニ			7	1				2	4	2	9	5	2
ケダニ			3	7	2			4	3	1	3		1
フントビムシ		10	16	81	18	20	13	342	6	55	37	22	30
マルトビムシ			4	2	2	2	1	12		9	6	2	7
ハエ・アブ（幼虫）				2							2		
アリ		2					1			1	2		
ダンゴムシ			4	7									
個体数		18	60	143	53	32	17	401	21	86	71	30	90
出現種数		3	7	8	5	3	4	7	4	8	8	4	6

②環境について考える（環境教育としての内容・2時間）

実践授業の後半は、「豊かな自然とはどのような環境のもとに成立しているものなのだろうか。出現するダニ類の個体数や種類などから環境の様子をどのように読み取ることができるのだろうか」という課題について班別の討論を中心に展開する。最初に「豊かな自然」について考えるのは、生徒にとって「青木の自然度」という言葉が唐突であり、理解しにくいと予想されたため、これを「豊かな自然」という言葉に置き換えて考えさせるためである。まず「豊かな自然」という言葉の持つイメージを班別に話し合い、意見を出し合って「豊かな自然」の定義をクラス全体で共通認識する。次に本研究のデータのうち、各地点のササラダニ類の個体数、出現種数を示して、それぞれが自分たちの定義によく対応しているかどうか討議する。

ワークシートで個体数、出現種数などの指数による順位表を完成させることによって、個体数や出現種数と環境との関係について考えさせる。青木の自然度については、データから実際に計算して理解を深める。

3 結果と考察

3.1 中型土壌動物の調査結果

2回の調査によって抽出された中型土壌動物は、表2のようになった（分類は青木ら 1999によった）。

3.2 ササラダニ類の種までの分類と出現数

2回の調査によって抽出されたササラダニ類を種まで分類、同定し、種ごとの出現数についてまとめた。その結果を基に、青木の自然度、Simpsonの多様性指数を計算すると表3のようになった。（分類は江原 1990によった）

3.3 環境を示す指標としてのササラダニ類の教材化

それぞれの地点で青木の自然度（ここでは以下「自然度」と略称）をグラフに示した（図6）。地点7（竹林）は環境としての評価が高校生にとって難しいため、教材化としての考察からは除外した。

「自然度」は最低値が地点6の裸地、最高値が地点5の朽木村のブナ林まで植生ごとに分散した値となった。後述するように、生徒が「豊かな自然」の順であると納得しやすいように並んだことから、「自然度」が自然の豊かさの程度を理解する良い教材となりうることを確かめることができた。

また、スギ・ヒノキ林は「自然度」が2.0～3.0のせまい範囲内であるが、最低が地点9（大津市の石山）、最高が地点11（山東町梓河内）であった。地点9は人家近くの植林後10年程度の林であり、地点11は山深い場所、それぞれの木が一抱えもあるような林である。同じスギ・ヒノキ林であっても、人間の影響、植林されてからの年数などによる細かな違いまでを「自然度」は表すのか、これが誤差の範囲内であるのかは今後の課題である。

表3 各地点のササラダニ類の出現数(種類別)

No.	和名	点数	地点											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19	ツバサクワガタダニ	5						3						
20	ナカタマリイブシダニ	5			1									
22	ツヤタマゴダニ	5						2						
25	フリソデダニモドキ	5							2					
26	フトゲナガヒワダニ	4							13	5				
36	コガタイブシダニ	4											1	
44	タモウツブダニ	4										1	1	
45	ヒロズツブダニ	4						1	5		1			6
47	アラゲフリソデダニ	4							5			1		1
65	ヤマトコバネダニ	3			3									
69	ヒメヘソイレコダニ	2						1		1	1	1		1
72	セスジジュズダニ	2							1					
75	クワガタダニ	2									1		1	6
76	トゲクワガタダニ	2										4		
78	コブヒゲツブダニ	2						1						
80	ヒョウタンイカダニ	2											1	
81	コンボウイカダニ	2												1
82	ヨーロッパツブダニ	2				4								
83	ナミツブダニ	2		4		5					2	1	1	
85	ツノコソデダニ	2	1	1	2	1			1	1	2	5		1
88	チビゲフリソデダニ	2								3				
90	ハナビラオニダニ	1		1	2									
91	コンボウオトヒメダニ	1				3								
93	サカモリコイタダニ	1		4			8				1			
95	トウキョウツブダニ	1		4			5							
97	ハバヒロオトヒメダニ	1				4	13			1		1		
98	クサビフリソデダニ	1	1											
100	ムチフリソデダニ	1								1				
a	モンツキダニ										1			
b	ヒメナガヒワダニ											1		
c	ヘラゲオニダニ			2										
d	カブトダニ									3				
e	フサゲモンツキダニ			1										
f	ドビンダニ												1	
g	マルコソデダニ									1				3
h	ミツバマルタマゴダニ							1						
i	ウスギヌダニ									1				
	種別不明			1	1	4	1		1	1		1		4
	個体数		6	25	42	30	10	0	39	10	9	15	4	23
	出現種数		3	7	8	4	7	0	13	6	7	8	4	7
	日本の自然度		1.7	1.3	2.3	1.0	3.6	0.0	2.7	2.5	2.0	2.7	3.0	2.7
	Simpsonの多様度指数		0.50	0.71	0.71	0.70	0.82	0.00	0.84	0.70	0.84	0.79	0.75	0.81

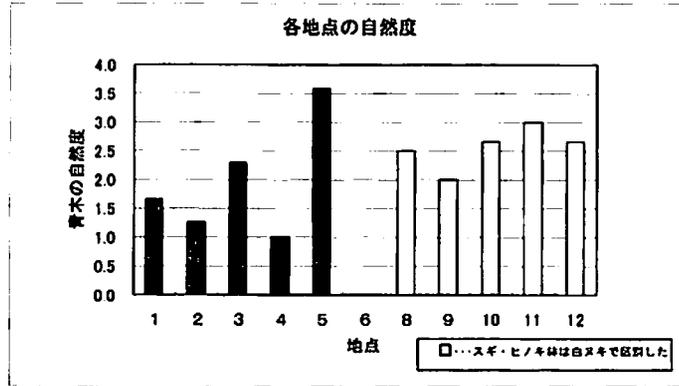
・No.19～100は青木の定めた「自然性の診断に用いるササラダニ類100種」(青木1995)に含まれる種
 a～iはそれ以外のササラダニ類
 (点数は、自然度を求める際に用いる)
 ・地点6はササラダニ類が出現しなかったため、自然度を0とした。また、Simpsonの多様度指数を0に近似した。

表2で、「自然度」やSimpsonの多様度指数と相関の高い項目はないかと調べたが、ササラダニ以外の動物群ではそれぞれの指数と高い相関を示すものはなかった。表3では、いくつかの項目が正の相関を示した。相関係数(R)の高かったものをまとめると表4のようになる。また、表4のうち、出現種数、Simpsonの多様度指数、「自然度」の関係について、散布図を図7に示す。

本調査では、「自然度」とSimpsonの多様度指数

が最も正の相関が高かった。しかし、地点2(都会の植え込み)や地点4(果樹園)が回帰直線から大きくかけ離れている(図7-2)。これは、の多様度指数が出現する種の違いを問題にしていないため、これらの地点では人工的な環境に適応した種ばかりが出現したにもかかわらず、特定の種の個体数が大きく突出しなかった結果であると考えられる。

「自然度」は種の出現環境の違いを5段階に分



各地点の環境と地域：地点の情報については表1を参照

図6 各地点の環境と青木の自然度との関係

表4 各項目の相関係数マトリックス

	個体数 (ササラダニ類)	出現種数 (ササラダニ類)	Simpsonの 多様度指数	青木の自然度
個体数 (ササラダニ類)		0.68	0.43	0.10
出現種数 (ササラダニ類)	0.68		0.74	0.59
Simpsonの多様度指数	0.43	0.74		0.77
青木の自然度	0.10	0.59	0.77	

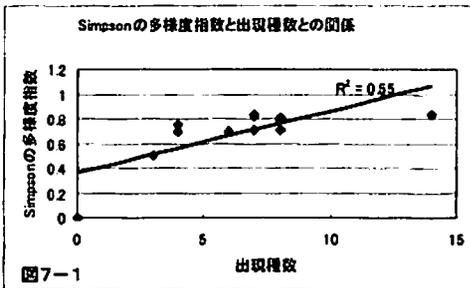


図7-1

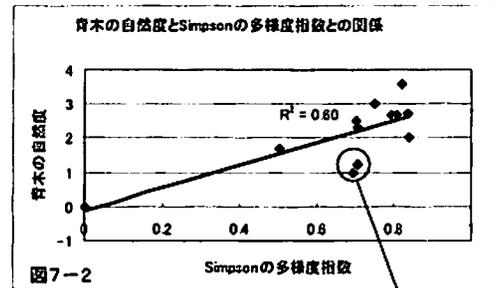


図7-2

地点4, 地点2

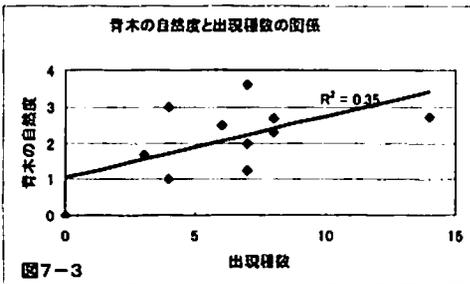


図7-3

図7 出現種数 (ササラダニ類)、Simpsonの多様度指数、青木の自然度の関係

けて評価しているので、自然の豊かさの程度を的確に表すことができる。しかし、種までを同定しなければならぬため、中・高校生がこの方法を

習熟することは困難である。そこで、「自然度」に替わるものとして、Simpsonの多様度指数や出現種数を求めて環境の評価をすることが考えられる。

しかし、Simpsonの多様性指数は生物の数量や多様性について言及する指数であって、自然の豊かさの程度を表しているとは言えない。そのことは、地点2や4が多様度は中程度なのに、「自然度」は低いことでもわかる。本研究の検証授業では、出現種数や「自然度」をデータとして与え、それに基づく討論によって授業を進めることにした。「自然度」については表3のデータから自分たちで算出し、値の意味を知った上で討論させるよう計画し、ワークシートなどの教材を作成した。

3.4 班別討論での生徒の反応

2.5の②「環境について考える」において、「豊かな自然とはどのような環境のことだろうか。出現するダニ類の個体数や種類などから環境の様子をどのように読み取ることができるのだろうか」という課題について班別の討論を中心に展開した。

まず、「豊かな自然」といえる条件について話し合ったところ、生徒は表5に示すような意見を述べた。生徒のイメージする豊かな自然は生物の量や種類が多くて、人工物が少なく、水や空気がきれいという意見が大半を占めた。生徒はこの時点では、生物の量と種の豊富さをあまり区別して考えていなかった。

次に本研究のデータのうち各地点のササラダニ類の個体数、出現種数を示し、表6に示す順位表を完成することによって、個体数や出現種数と環境との関係について考えるよう指導した。討論の中でほとんどの生徒が「人工的な環境」であると感じた果樹園と「豊かな自然」と感じたブナ林の順位が、個体数では逆転、出現種数では接近している。そこで、特に個体数が多いだけでは、豊かな自然であるとは言えない理由を考えるよう助言した。

生徒は、その理由を、果樹園は農薬などがまかれているだろうから他の生物が生息できなくても農薬に強いダニは生存競争に勝ちどんどん増える、有機物などえさになるものが人為的にまかれたりして栄養過多になっているなどと説明したり、琵琶湖のアオコ問題と結びつけるなどして意見を述べたりすることができた。

表5 豊かな自然といえる条件

班別討論での意見	件数
植物の量や種類が多い	9
動物の量や種類が多い	8
人工物が少ない	7
空気がきれい	6
複雑な食物連鎖が成立	5
水がきれい	3
土壌の分解作用が健全	3
えさや栄養が豊富	3
その他	1

表6 それぞれの指数による順位

(生徒用ワークシートの一部)

順位	個体数	出現種数	自然度
1	寺社の庭園	寺社の庭園	ブナ林
2	果樹園	都会植え込み	スギ・ヒノキ林
3	都会植え込み	ブナ林	寺社の庭園
4	スギ・ヒノキ林	スギ・ヒノキ林	草地
5	ブナ林	果樹園	都会植え込み
6	草地	草地	果樹園
7	裸地	裸地	裸地

*スギ・ヒノキ林は地点8のデータ

また、ブナ林は人工的な環境に弱いダニも生息するなど、いろいろな環境に適応した種が生息して種類も多くなるが、捕食者もまた多いだろうなどの説明で種類がやや多く、個体数が少ない理由を説明した。話し合いの中で、出現種数は環境要素の多様性などに依存していることを理解していた。

「自然度」については、表3のデータから実際に計算して理解を深めた。次に表6を完成させながら話し合うことで、「自然度」が自分たちが定義した「豊かな自然」に近いことがらを表していることに気づくよう指導することができた。

3.5 ダニに関するアンケート調査の結果

授業の前後でダニに関するアンケート調査を行った。調査項目を表7に示す。

アンケートは授業を受けた47人全員に行い、授業前と授業後と比較した。アンケート調査の結果から、次のようなことが明らかになった。質問(1)~(3)のようなダニ類の特徴についての知識を問う設問では、授業後の方が圧倒的に正しい回答が増えた。質問(5)、(5)'の記述から授業前と後のダニ類に対するイメージを比較すると、授業前

表7 ダニに関するアンケート調査の内容

番号	調査項目(回答方法)
(1)	ダニの仲間はどんな体の構造をしていると思いますか。(絵で表現する)
(2)	ダニの仲間はどんなところに棲んでいると思いますか。(選択肢より選ぶ)
(3)	ダニの仲間は、主にどんなものを食べていると思いますか。(自由記述)
(4)	ダニの仲間はヒトに役立っていると思いますか、害があると思いますか。(選択・理由記述)
(5)	あなたはダニの仲間についてその他にどんなことを知っていますか。あるいはイメージしていますか。(自由記述・事前のみ)
(5)'	今回のダニの仲間についての授業でどんなことを学びましたか。(自由記述・事後のみ)
(6)	あなたがダニについて知りたいと思うことを書いてください。(自由記述・事前のみ)

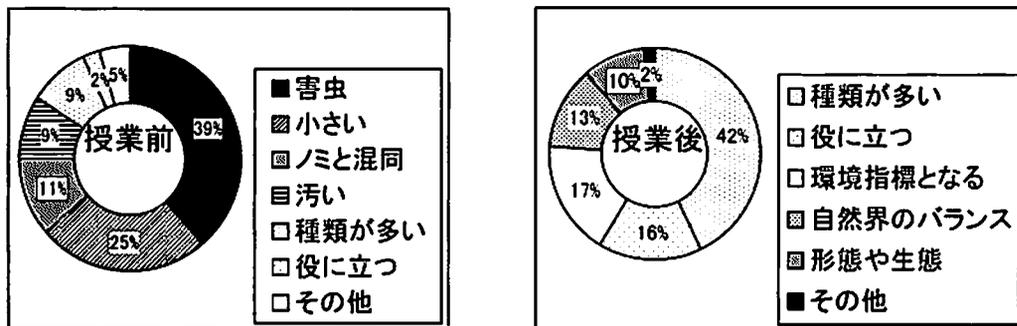


図8 ダニに対するイメージの授業前と後の比較

は「害虫」という回答が最も多かったが、11%と低かった「種類が多い」や「土壌動物の役割」などの多様性や生態系での働きについての回答は、授業後に88%を占めた。多くの生徒が中学校1年の国語の教科書にある「自然の小さな診断役」(青木1997)という教材でササラダニ類について学習しているのだが、国語としての学習では生態系における役割を理解するまでには至らなかったと思われる。今回の検証授業のように、生きたダニを観察したり、研究者から直接話を聞いたり、自分たちの考えを出し合って討論したことが理解を助け、ダニを生態系の一員として認識させたのではないかと考える。

5 おわりに(まとめと今後の課題)

滋賀県内に生息する中型土壌動物は環境の違いによって種組成が異なる。特に、ササラダニ類は環境の違いに敏感で、種組成が多様に異なることが明らかになった。このことによって、ササラダニ類の種組成を調べることによって、自然環境を評価できることを確かめることができた。

ダニなどの土壌動物を題材に生物の多様性や食

物連鎖に関する授業を行うことで、生徒の土壌動物に関する知識・理解が深まり、生態系をより深く理解することができた。特にササラダニ類は非常に種類が多く、形も様々であることから、生徒の興味・関心を喚起し、種の多様性を実感する教材となった。

青木の自然度と、Simpsonの多様度指数、出現する種数はそれぞれ正の相関関係にあった。そこで、これらの指数を用いて環境の評価をすることも考えられる。Simpsonの多様度指数の意味を理解するためには高等学校の数学の知識が必要であるので、高等学校生物の課題研究(文部省1999)などで有効な教材となるだろう。また、種名は判別できなくても、種数は中学生でも数えることができるので、科学クラブの活動などでも調べることができるだろう。

しかし、本研究の実践授業から、生徒がイメージする「豊かな自然」の程度を的確に表すのは青木の自然度であることが示されたので、今後は、生徒自らが簡単に青木の自然度によって環境を評価できるよう工夫をすることが望ましい。本報告では、同じような環境であっても、人間が及ぼす

影響がわずかに異なるだけでササラダニ類の種組成が敏感に変化すると考えられる結果も得ることができた。青木の自然度で環境を評価すれば、外見的には同じような植生であっても人間の影響の強弱などのわずかな違いを検証する事ができるようになる可能性がある。

そのため、さらに調査を続けて、滋賀県において環境の違いによるササラダニ類の種組成を明らかにしたい。これによって、水生生物による水質判定表のような土壤環境判定表を考案し、生徒が自ら青木の自然度を調査できるような方法を確立すること、その方法をどのように授業で活用していくかを研究することが今後の課題である。

謝 辞

この報告をまとめるにあたり、ご協力いただいた希望が丘文化公園 井上 茂氏、滋賀県立石山高等学校 岡村裕子氏、近江町立双葉中学校 中川 修氏、永源寺町立政所中学校 長瀬良文氏、朽木生き物ふれあいの里センター 岩田欽也氏、また、研究を発表する機会を与えていただいた滋賀県総合教育センター 橋本源之助所長に深く感謝いたします(所属、職名は当時)。

付 記

この報告は、滋賀県総合教育センターの環境教育の研究(森 2004)から得た知見をもとに、新たに考察を加えて書き直したものである。また、研究を進めるにあたり、平成16年度科学研究費補助金(奨励研究)の一部を使用した。

注

1) 青木の自然度

青木は、主要なササラダニ類100種を選定し、これを用いて環境診断をする手法を提唱している(青木 1995)。本報告では、この方法から算出した指数を「青木の自然度」と呼ぶことにする。この指数は、5に近づくほど自然性が高く、0に近づくほど自然性が低いといえる。

$$\text{青木の自然度} = \frac{5 \text{ 点の種数} \times 5 + 4 \text{ 点の種数} \times 4 + 3 \text{ 点の種数} \times 3 + 2 \text{ 点の種数} \times 2 + 1 \text{ 点の種数} \times 1}{5 \sim 1 \text{ 点のダニの合計種数}}$$

2) Simpsonの多様度指数

Simpsonの多様度指数(Simpson index, 1949)は生物学や環境学の分野で生物の数量や多様性について言及するときに用いられる。

Simpsonの多様度指数: $1 - D$ $D \equiv \sum ni^2 / N^2$
(N = 総個体数 ni = 種 i の個体数)

多様度指数はその値が大きいほど種類が多く、特定の種類の個体数が突出しない群集といえる。

引用文献

- 青木淳一, 1973, 土壤動物学, 339, 北隆館, 東京.
 青木淳一, 1995, 土壤動物を用いた環境診断, 自然環境への影響予測-結果と調査法マニュアル, 千葉県環境部環境調整課, 197-271
 青木淳一, 1997, 「国語1」自然の小さな診断役, 156-161, 光村図書, 東京.
 青木淳一編著, 1999, 日本産土壤動物-分類のための図解検索-, 1076pp, 東海大学出版会, 東京.
 青木淳一編著, 2001, ダニの生物学, 335-351, 東京大学出版会, 東京.
 江原昭三編, 1990, 日本ダニ類図鑑, 562pp, 全国農村教育協会, 東京.
 福田 直, 2004, 環境教育としての上の教材性に関する研究, 環境教育, VOL.13 NO.2, 3-12
 木元新作, 1976, 動物群集研究法 I - 多様性と種類組成, 54-57, 共立出版, 東京.
 同吉辰俊ら編, 1995~2000, 子どもと楽しむ環境教育ガイド, 小学館, 東京.
 文部省, 1999, 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編, 320pp, 大日本図書, 東京.
 文部省, 1991, 中学校理科指導資料 指導計画の作成と学習指導の工夫, 155-158, 大日本図書, 東京.
 森 幸一, 2004, 土壤動物を素材とした環境教育教材の開発-ササラダニ類を指標生物とした環境調査-, 滋賀県総合教育センター紀要46集, 169-180.