

平成 22 年 4 月 30 日現在

研究種目：基盤研究 (C)  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19500749  
 研究課題名(和文) 校内資源を活用したエネルギー・環境の生物分野カリキュラム開発  
 研究課題名(英文) Development of biological curriculum for energy and environment by using school resources  
 研究代表者  
 正元 和盛 (MASAMOTO KAZUMORI)  
 熊本大学・教育学部・教授  
 研究者番号：60136702

研究成果の概要(和文): エネルギー・環境の生物分野カリキュラム開発のための教材資料として校内にあるものに限定して, 腐葉土での微生物, 生物での糖代謝, 植物の光合成と蒸散などの生物機能を中心にそれらの教材特性について調査研究した。それら校内資源教材特性を組み込んだ実感の持てるエネルギー・環境に関する授業展開例を試みた。

研究成果の概要(英文): The characteristic of school resources on teaching materials was investigated for development of biological curriculum on energy and environment, concerning on such as microbes in leaf mold in schoolyard, sugar metabolism in plants and animals and evaporation on photosynthesis in leaves. Instruction of science classes for realistic understanding of energy and environment by using those school resources was proposed.

## 交付決定額

(金額単位: 円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学挙育・教育工学

キーワード：自然科学教育, 理科, 生物

## 1. 研究開始当初の背景

閉鎖系の地球上において, 生物のひとつの種としてのヒトが自然環境に作用することなしには生存できないことが意識されて久

しいため, 多くの専門分野において有限な資源の有効利用をはかる研究が進められてきた。このような研究視点の認識は, 従来から環境教育の中にも取り入れられてきており,

近年再認識され出した二次的自然としての里山の自然とその保全などは、ヒトの営みの自然環境への調和ある作用の好例として取り上げられてきている。

学校教育の中で、自然環境教育をさらに充実させより実体的に発展させていくためには、自然の仕組みに対する理解と実感が不可欠である。このためには、自然体験学習が児童生徒に実感を伴って環境教育の重要性を認識してもらうために有効である事は認識されているが、実際の学習活動として、校外に出かけてのそのような学習を行うことは忙繁される教師児童生徒にとって、容易ではなくなってきている。

## 2. 研究の目的

小中学校では、児童生徒を取りまく自然環境として、地域環境、校内環境、それらを包む自然環境があると考え。児童生徒は日々学校を暮らしの場の一部とする。児童生徒に、自然の仕組みを実感を伴って理解してもらい、環境教育の重要性を認識してもらうことを学校教育の中で実現していくためには、より身近な環境である校内生物資源を含めた学校内環境の活用が、不可欠となってくると考える。自然の仕組みへのアプローチは複合的ではあるが、大きくはエネルギーの観点からと生物による環境再生の観点からに分けられると考える。本研究では、これら校内生物資源を中心とした校内生物環境要因を主眼に解析し、教材性を抽出した。その関連を疑似閉鎖系としての学校内環境を中心にとらえ、身近な二次的自然環境である学校内環境中での生物を中心とした相互関連についてまとめ、自然の仕組みに対する理解と実感を実現していくためのカリキュラム構築を試みた。

## 3. 研究の方法

(1) 研究対象素材：校内生物環境要因を中心として扱い、樹木、栽培園、雑草、植物堆肥など、その簡便さから主として植物を具体的素材として扱った。植物の持つ生産性特性

は光合成として、校内植物や栽培園の植物を用いた。樹間落ち葉下の土壤動物相、そこでのセルロース分解、校内に設置した小規模ピオトープでの出現動植物とその環境データ集積を行った。それら素材の特性利用、実験手法等の確立、その有効性の授業への活用を試みた。

(2) 学習内容(カリキュラム)の構築：それら校内で見られる植物等の機能を、種々の観点から扱い、生物(植物)のもつ「すばらしさ」を児童生徒に確認してもらい、さらに「目に見えるもの」から「目に見えないもの」への視点の拡張を可能にするカリキュラム構築を試みた。

## 4. 研究成果

(1) 校内生物資源としての植物機能の教材性抽出：植物の蒸散機能を測る素材として、また小学校での栽培収穫後の利用も鑑みて蔓植物のサツマイモを選定し、温度環境が大きく変動する屋上に、プランターを設置した。温度変化はプランター土と床面では夏場は40近い差があることを放射温度計で測定し、また、葉温と土温差も同時に示すことができた。中学校での気孔基礎データとして活用するために、学校内で採取できる植物の気孔の顕微鏡写真データを作成した。

(2) 循環生態系理解のための校内生物資源の教材性抽出：

校内落ち葉土壌動物相：校内における土壌動物資源の活用方法を検討するため、校内の各環境での土壌動物相の違いを明らかにすることを試みた。自然界の分解者としての役割を考えると、落ち葉下の土壌動物の役割についての理解も求められるので、大学構内(自然度を違えた2地点)と比較的自然度の高い近隣の雑木林において採集した土壌動物について同定と写真撮影を行い教材化した。大学構内にて、落ち葉がよく堆積した林とグラウンドの2地点で土壌動物相の定性調査を行った。同時に、大学近くの雑木林でのサンプルも比較した。グラウンドではアリ類のみしか

みられず、構内の林と雑木林では、多種の昆虫、クモ類、甲殻類、多足類等の主要動物群がみられた。このことは、土壤動物相が校内環境により大きく違うことを示している。作成したリストにおける各動物に対し、自然度に応じて3ランクに分け、かつ各ランクに自然度に応じた得点を与えることで、出現動物に基づいて自然度を数量的に評価できるようにした。また、この資料に基づいて野外調査を行い、資料の有効性を検証した。この教材は、学校及び近縁の雑木林に出現する土壤動物の分類の手助けとなると期待される

物質循環系としての生態系での分解者：中学校理科では「自然と人間」単元で自然界のつり合いを学習する。環境での分解者の役割を理解するために、土壤動物、微生物の扱いが教科書でなされている。その素材としての、校内樹林落ち葉下での微生物のはたらきに注目する教材を開発した。児童生徒が実験観察で、これらを自ら確認できる様にするための教材開発を試みた。簡易細菌プレートを用いて、グラウンド、林内、花壇の3地点での出現微生物の種類分けと月変化、その顕微鏡写真データを作成した。出現細菌はコロニーの形状色サイズで分けると、約9種になる。花壇は人為的攪乱があるため変動が大きく環境例としては適当でなかった。新規デキストリンによるデンプンプレートなどを用いて、細菌による糖、タンパク質の分解も示すことができた。市販糖検査試薬による、児童生徒用の糖検出法も開発した。また、自然界で最多量に存在するセルロースの分解に着目するために、代用セルロース寒天培地を用いて、代用セルロース分解微生物の存在を確認する小中学校で実施可能な実験の開発を行った。その時分解産物として糖ができること、さらにそれら微生物によるタンパク質の分解もあることを実験で確認できるようにした。このような微生物の働きを、動物の消化と吸収と関連づけて理解できるようにする必要があるので、だ液のはたらき実験との同一手法を検討した。

(3) 校内小規模ビオトープに関する生物等の共有資料作成：

ミニビオトープとして、花壇と屋上に何も入れないコンテナを、また花壇に池を設置した。そこでの出現プランクトンを3年にわたって観察した。トンボや動物プランクトンは同定が困難ではないが、微小プランクトンは年ごと季節ごとに出現種が異なり同定も容易ではなく、教科書記載の数種以外は小中学校での教材活用としては困難性が高い。温度変化はデータロガーにより日変化、季節変化を示せるので有効性が高い。また水質検査のデータも補助資料として活用できる。さらに、小規模ビオトープ近辺での出現植物に関しては、カード資料を作成した。本カード資料は大学生、中学生への野外授業での植物同定に有効性が高いことが分かった。

(4) 開発教材を用いたエネルギー環境に関する理科学習カリキュラムについては、以下のような授業展開を考えた。「自然と人間」の「ア生物と環境」に関しては、1年次に学習した蒸散の発展として、人工光による蒸散量と葉温測定の実験や、生葉と処理葉(前日にちぎっておいた葉)の葉温の違いを測定する実験などを取り入れた授業展開を考えた。「イ生物界のつりあい」に関しては、調査地情報と観察データの関連性が明確になり、生物とそれを取りまく環境を物質移動(生態系)としてとらえることが実感を持って理解できるように、土壤動物の観察において、土壤の採取地の選定から考えさせたり、実際に生徒に採取を行わせたりする自然体験充実型の授業展開を考えた。

これらの開発教材を用いたカリキュラム開発のために、主に小学校理科におけるエネルギー・環境の取り扱いについて、現行の学習指導要領と数社の教科書を新学習指導要領に基づき調査した。

これら教材資料は、データベースとしてHPへの公開を検討しているが、その活用を授業実践の中で検証し、改善していくことが今後の課題とされる。

5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者には下線)

〔雑誌論文〕(計13件)

- 1 正元和盛, 星子泰通, 代用デンプンを用いた消化に関する授業デザイン, 理科教育学研究, 査読有, Vol. 50, No. 2, 2010, pp. 167-171
- 2 川崎あずさ, 林英一, 正元和盛, 小規模ピオトープでの出現生物などに関する教材特性, 熊本大学教育学部紀要自然科学, 査読無, 58号, 2009, pp. 21-35
- 3 正元和盛, 林英一, 川崎あずさ, 小・中学生のアンケートにみる熊本県理数大好きモデル地域事業の効果, 熊本大学教育実践研究, 査読無, 26号, 2009, pp. 121-127
- 4 Kudo, S., Tanabe, T., Male egg-brooding in a millipede, *Yamasinaium noduligerum*, Entomological Science, 査読有, Vol. 12, 2009, pp. 346-347
- 5 正元和盛, 川内淳奈, 楠本功一, シダ植物とコケ植物の教材化資料を用いた「種子をつくらぬ植物の仲間」の授業実践, 熊本大学教育実践研究, 査読無, 26号, 2009, pp. 97-109
- 6 正元和盛, 林英一, 田中均, 島田秀昭, 教育学部2年生の理科学力調査の分析と小・中学生の理科理解度の比較, 熊本大学教育学部紀要自然科学, 査読無, 57号, 2008, pp. 1-6
- 7 正元和盛, 川元信人, 新規デキストリンを用いた「だ液のはたらきを調べる」実験開発, 理科教育学研究, 査読有, Vol. 49, No. 2, 2008, pp. 129-133
- 8 飯野直子, 桜島火山デジタルコンテンツの作成, 熊本大学教育学部紀要自然科学, 査読無, 57号, 2008, pp. 33-41
- 9 Tanabe, T., Complex copulatory behavior and the proximate effect of genital and body size differences on mechanical reproductive isolation in the millipede genus *Parafontaria*, American Naturalist, 査読有, Vol. 171, 2008, pp. 692-699
- 10 福島恵美子, 正元和盛, 小学校における「生き物と養分」の理解を深める光合成と消化の授業構成, 理科教育学研究, 査読有, Vol. 48, No. 2, 2007, pp. 149-157
- 11 福島恵美子, 正元和盛, でんぷん検出のたたき染め法と糖の検出法の改良, 理科の教育, 査読有, Vol. 56, 2007, pp. 62-65
- 12 正元和盛, 拝崎信雄, 熊本市平野部

の草本植物の検索webページの作成, 熊本大学教育学部紀要自然科学, 査読無, 56号, 2007, pp. 53-59

〔学会発表〕(計14件)

- 1 川崎あずさ, ミニ学校ピオトープについての生物資料作成と活用, 日本理科教育学会, 2009-8-19, 宮城教育大学
- 2 田邊力, 交尾器への機能依存的な性選択の影響: パバヤステ属の例, 日本蜘蛛学会, 2009-8-23, 宮城学院女子大学
- 3 川崎あずさ, 小規模学校ピオトープの活用のための資料集積, 日本生物教育学会, 2009-1-10, 中村学園大学
- 4 川崎あずさ, 校内ミニ水環境としての屋上地上人工池-出現生物と環境の共有資料化に向けて-, 日本理科教育学会, 2008-9-15, 福井大学
- 5 飯野直子, 地学・環境教育における桜島地上観測映像の利用, 日本地学教育学会, 2008-8-17, 東京学芸大学
- 6 田邊力, パバヤステ属における複雑な交尾器アロメトリー, 日本蜘蛛学会, 2008-8-23, 追手門大学
- 7 桑原保正, オビヤステ目ヤステ類における青酸産生の新機構, 日本環境動物昆虫学会, 2008-11-17, 京都大学
- 8 正元和盛, 「生き物と養分」の理解を深める小学校授業構成の試み, 日本理科教育学会, 2007-8-4, 愛知教育大学

〔図書〕計(1)件

- 1 田邊力, 東海大学出版会, 形態解析・分子系統情報の活用, 土壌動物学への招待(日本土壌動物学会編), 2007, 8

6. 研究組織

(1)研究代表者

正元 和盛 (MASAMOTO KAZUMORI)  
熊本大学・教育学部・教授  
研究者番号: 60136702

(2)研究分担者

田邊 力 (TANABE TSUTOMU)  
熊本大学・教育学部・准教授  
研究者番号: 30372220

飯野 直子 (IINO NAKO)  
熊本大学・教育学部・准教授  
研究者番号: 80284909  
(H20, H21)