

生物教材研究ノート

川上 昭吾

名誉教授

Note on the Studies of the Teaching Materials in Biology

Shogo KAWAKAMI

Professor Emeritus of Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

はじめに

教員養成大学・学部で新たに赴任する理科の教科内容学（所謂、「教科専門」）の担当者は、教員養成大学・学部以外の出身者である場合が多い。そのため、教材研究という学問の進め方についてとまどいを感じることもあるのではないかと。

そこで、筆者が実践した生物の教材研究を振り返りながら、教材研究の諸課題と、その課題解決の方法を提案するとともに、この学問の性格を明らかにしておくことが本論の目的である。

1 方法

教材研究には、様々な課題がある。本論では筆者が行った生物の教材研究に関して生じた課題を以下の6項目にまとめた。

- (1) 教科書掲載の教材の追試から開始
- (2) 生物の多様性に注目
- (3) 地域の自然の調査
- (4) 新しい内容の教材開発、新しい機器の利用
- (5) 素材から教材を選定する素材の評価方法
- (6) 論文作成にあたっての問題

これら6項目の課題について、これまでの研究を引用しながら課題解決の方法を明らかにする。

2 生物教材研究の整理

(1) 教科書掲載の教材の追試から開始

教材研究のテーマはどこにでもある簡単な事物・現

象であるだけに、「研究はやりつくされている感」がして、オリジナルな発見をすることが難しく感じる。

ところが、教科書に掲載された実験観察について「さらに良いものはないか」の思いで追試を続けると新たな発見が生まれるものである。

小学校でヘチマの成長の観察は非常に良く行われた。ところが、ヘチマの成長記録は小長井邦男（1982）の報告があるのみであった。この追試をする過程で、「夜と昼では成長に違いがあるのだろうか」という疑問をもち、その観点で24時間を通して伸長量の測定をすると、筆者らの予想に反して昼間の方が良く伸びているのである。

そこで、人はこのことをどう思っているのか調査するという新しい研究テーマが見つかった。

小学生、中学生、高校生、大学生、理科の教員に意識調査を行ったところ、高校生くらいまでは昼間に良く伸びると思っており、大学生と理科教員は夜の方が良く伸びるという認識であった。大人になると事実と反対の認識をしているという興味深い結果が明らかになった（川上・清水 1993）。

ウキクサの成長と日光と養分との関係の実験の追試をしていて、「生け花で水が腐らないように10円玉を使う」ことをヒントに、ウキクサの成長に及ぼす銅イオンの影響の研究を行うことができた（川上・小田・伴 1995）。この研究はさらに深め、成果はイギリス発行の国際誌に掲載された（Kawakami・Oda・Ban 1997）。

小学校の教科書に、ビニル袋を植物に被せて蒸散量を測定する方法が載っている（この実験は、釜屋が生物教育学会で口頭発表したが論文としては未発表）。この追試をする過程で、ビニル袋を1本の木の南側と北側の枝に被せてみた。すると、南側の蒸散量が多く、代謝が盛んであることが明らかになった。南北の方角を切株の年輪で調べる方法を知っていても学校の周りには切株はなくその体験はできない。しかし、蒸散量でも南北の方向を知ることができるのである（川上・

釜屋 1999)。

中学校で茎や葉の組織の観察をするために、ニワトコの髓やニンジンのピスに材料を挟んでカミソリで薄い切片を作る方法も確立した方法で、これも多くの教科書で使われている。この方法は、ピスの準備が必要であるし、最近では平刃カミソリを案外入手しにくい。そこで、容易に入手できる「T字型のカミソリ」を使って、葉や茎の切片つくりを試みたところ、十分観察に使える材料を得ることができた。コロンブスの卵のような発見である(鶴飼・川上 2002)。

以上紹介した例のように、「まずは、教科書教材の追試から始め」、その過程で新しい発見が生まれた研究は多い。

(2) 生物の多様性に注目

昆虫の学習ではモンシロチョウが良く使われる。モンシロチョウ以外のチョウを探索してみると、完全変態する昆虫については、アゲハ、キアゲハ等12種類が身近にあった。不完全変態をする昆虫では、イトトンボ、エンマコオロギ等6種類が選ばれた。これらの教材の候補18種類を観点別に評価し、さらに総合的にどれが教材として適当か決定した。この研究を実施して、教科書掲載の教材にも適当でないものがある事にも気づくことができた(川上・荒川(佐藤) 1997)。

このように生物の多様性の観点から教材を探索すると、ホウセンカ以外の植物の茎の構造を整理すること、クズの給水速度の測定、気孔の多様性の調査、気孔の開閉運動を種や時間を変えて調査することなど、様々な発見があった(川上・和久田 1996、川上・釜屋 1999)。

(3) 地域の自然の調査

1) スイバの性比

スイバは性染色体で雌雄が決定され雌雄異株である。雌株はXX、雄株はXYYの性染色体であるため、性染色体の区別からスイバの雌雄株は1:1であることが推測される。

理論通りであるかどうかについて愛知県を16画に区切り調査した。雄株に比して雌株が3.4倍も多いことが明らかになった。

この事実をもとに、高校生に授業で調査を行わせたところ活発な調査活動を行った(加藤・寺田・川上 2005)。

では、野原でスイバの性比が理論通りにならないのだろうか。ここに新たな問題が生じ、次なる追及が始まった。

野原で雌株が雄株より多いということは、種子が発芽して成長の過程で雄株が枯死してしまうのであろうか、発芽以前の花粉段階ではどうなのだろうか、さらにさかのぼって花粉形成時、つまり減数分裂時に性比

が異なる原因があるのだろうかと疑問は次々と生まれ、追及がどんどん深まっていった(加藤・川上・加藤 2005)。

なお、この研究の過程で、スイバの性比は、篠遠嘉人、木原均、小野和夫、藤島弘純、栗田正秀、黒木西三などそうそうたる細胞学の研究者が既に研究し、イギリスとポーランドでも調査が行われており、興味深い自然現象として注目されていたことが分かり、研究に弾みがついた。

結果的には、この研究はほとんど先行研究の追試の範囲で終わったが、「スイバの性比の調査」は、地域の自然を調査する際の教材として適していることを明らかにすることができた。

2) 環境調査の新教材の発見

環境調査の方法として水生生物を指標とする方法は確立しているが、この方法は水生昆虫の同定が難しいことが問題といえれば問題である。

そこで、魚を環境教育教材として使えないかと考えた。「イワナは川の上流の清流に住む」「鮎がいる川はきれい」、あるいは「コイは下流の流れが緩やかなところにいる」などと、それぞれの魚の生態は周知のところである。ところが、化学的な水質との関連で説明されたものはなかった。

そこで、愛知県内の主な川について魚類の調査をしたところ、魚が水質と密接に関係することをデータで示すことができた。魚を指標生物としたこの研究は非常に独創性の高い研究となった(森川・川上 2004)。

3) 植物遊びを教材化

子どもを自然に触れさせることを目的に自然観察の方法を整理した研究は、単行本の一つの章としてまとめることができた(川上・会津 2009)。新発見はひとつもないが、啓発を目的としてまとめることで有用な資料を作成することができた。

4) その他の研究

上述の例のように地域の自然の調査は先行研究の有無を確認しやすく、地域に根差した新しい発見ができるため、多くの新しい報告をすることができた。

ミカンの木についてアゲハの幼虫がアシナガバチに食べられるために葉が食べつくされないという食物連鎖の一端を明らかにした研究(佐藤・川上 1995)、河川のヤゴの調査を生かした実践(高津・荒川・川上 1998)、水生昆虫の調査を実践した研究(渡辺・川上 2001)、名古屋市内の学校のプールに生息するヤゴの調査研究(磯貝・川上 2001,2002)、複数の河川で児童に水生昆虫の調査を実施した結果の報告(荻原・川上 2003)など、身近な自然に注目し、それを教材とした研究はた

くさんの成果を生むことができた。

(4) 新しい内容の教材開発、新しい機器の利用

生物学はどんどん発展している。その新しい内容を取り入れる観点から、素材研究を行った。

「無菌培養」を手じかにするために新しい素材を使って無菌箱を作成し組織培養の実践を試みた研究や(川上・前畑 2004)、DNA の抽出実験を検討し常温で実施できる DNA 抽出実験の開発を行った(川上・雨森・佐藤 2005)。

常温で DNA を抽出する実験は生物教育学会で口頭発表した。その後、この実験には多くの人によって工夫が加えられ、中学校で実施する例が増えてきているようである。新しい実験のパイオニアの役割を果たすことができた。

コンピュータが急速に進歩した時代であったため、その利用を考えた。遺伝の実験は、短くても数ヶ月、分離の法則を確認するためには通常3年の期間を必要とする。また、ショウジョウバエは材料入手や飼育技術が必要で、とても学校では使うことができない。そこで、ショウジョウバエ、ジュエル、メダカなどの遺伝の実験を行い、データを得た。この素材研究で得られた F_1 の結果と、 F_2 分離比のデータを使い、コンピュータで操作して遺伝の法則を学習する工夫をした(川上・兼井 1998)。

ビデオカメラの進歩も著しかった。カメラの間歇撮影機能を利用して、アサガオの蔓とヘチマのマキヒゲが支え棒を探す動きを映像化すること、アサガオ、タンポポ、キキョウ、チューリップの開花運動を映像化した(竹本、未発表)。

アサガオの長く伸びた新芽の蔓が巻き付く先を求めて円周を描くように動く様子が間歇撮影機能を利用することで時間を短縮して見ることができる。

アサガオの開花の様子も動画で撮影できた。チューリップの花の開閉運動もとらえることができた。これらの映像はいずれも感動的である。

(5) 素材から教材を選定する素材の評価方法

教材研究を進めるにあたり留意することは、再現性を確実にしておくことである。そのために大切なことは、実験の回数を多くする、観察個体数を多くすることは基本的に押さえておくべきことである。

測定した大きさや長さを数値化して客観的な比較をした。

例えば、昆虫の教材研究では、教材の候補として研究した18種類について、①入手が容易か、②餌の確保が容易か、③扱いが容易か、④観察しやすい大きさか、⑤ライフサイクルが短いか、⑥子どもにとって魅

力的か、⑦教科書に置かれている6～7月に成長過程を観察できるか、⑧頭・胸・腹が明確か、等々の観点を設定した。

次いで、観点毎に4段階の評定を付けた。そうして、総合的に高い得点のものはどれか検討した(川上・荒川(佐藤) 1997)。なお、評価の8つの観点は研究の過程で大切であると感じた観点である。観点をどのように(いくつ)設定するか、及び各観点の得点をいくつにするかは研究対象によって異なり、研究を進めた者が決定した(高津・荒川・川上 1998、川上・釜屋 1999)。

(6) 論文作成に当たっての問題

地域の固有種や地域の自然についての調査結果は、地域で発行する雑誌や、同人誌、地域の報告書などで報告されていることが非常に多い。そのために、文献探索で大変な苦勞をする。

下記のような文献は広く行き渡っているため、先行研究を発見することが容易である。「生物教育(日本生物教育学会)」、「採集と飼育(採集と飼育の会、日本科学協会)」、「教材生物ニュース(日本科学協会)」、「教材生物研究(日本科学協会)」、「遺伝(裳華房)」、「理科教育学研究(日本理科教育学会)」は第1級の文献である。なお、『生物観察実験ハンドブック』(今堀・山際・山田編 1985)などの単行本も非常に参考になる。

理科教育関係の雑誌には「理科の教育(東洋館出版社)」、「楽しい理科授業(明治図書)」、「初等理科教育(初教出版)」、「理科教室(国土社)」があり、そこに掲載されている論文にも教材が紹介されていることがある。これは、標題から教材研究が紹介されていることは推測しにくく、生物関係の実践について中身を見ていねいに見ていかなければならない。この場合、報告されている教材が著者の発見なのか、どこかから引用されているのかが明記されていない場合がほとんどであるから、さらに注意深い調査が必要となる。

教材開発に向けた素材の研究は、研究していることがわかりやすいレベルであるだけに「既に誰かが研究している」と考えるべきである。

例えばチョウについてみれば、地域の同人誌のようなものに報告されていることが多い。既に報告されていたことを知らないまま研究を進め、自分の発見として発表しては「盗作」になってしまう。そのようなことが起これば、研究者倫理に抵触することになる。これが最も避けなければならないことである。

この問題解決のために、地域の自然保護団体等の研究や、市町の教育史の「自然編」などをていねいに探索する必要がある。

生物教材研究の文献の探索に関連して、教材研究を進める者が誰も最も不安になる「目立たない報告」を

データベース化することを考えた。科学研究費を得て、全国の研究者と共同で、地域誌にのった研究も探索しデータベースを作成した。これには、各種の雑誌論文等に加えて、地域で発表された文献も可能な限り盛り込んだ。当初11, 524種の論文等を掲載した。この「教材生物文献データベース」をCDで配布するとともに、インターネットで立ち上げた(川上 1998a,b)。さらに、年ごとの新しい研究成果と見落とした研究を加え年々データを加え更新した。

3 考察

(1) 奥が深い教材研究

教材研究は、学校教育のレベルであるから「やりつくされている」感が強い。

しかし、決してそうではない。

追試のレベルから研究を開始し、研究を進めていけば、必ず大なり小なりの新奇な発見を見だし、「新しい発見」の喜びを感じることができる。

新奇性が少ない場合には、教材研究の成果を授業で実践して、授業実践の成果を加味して発表すればよい。

中学校で細胞分裂の観察の方法は、どの教科書もほぼ同様な「押しつぶし法」を採用していた。この方法は、細胞学の分野では「確立した方法」である。

ところが、この方法はいくつかのコツが必要で、素人である理科の教員には克服することが難しい。

中藤(1984)は、カバーガラスを載せて押しつぶす従来の方法に代えて、「スライドガラス」で押しつぶす方法を提案していた。中藤氏の研究は発表誌の読者が限定されていたこともあり普及していなかった。

筆者は「押しつぶし法」を自身の細胞学研究で使っていたため、中藤氏の方法が学校教育では優れた方法として利用できることが理解できた。

そこで、中藤氏の提案を中学校の授業で使ってみた。中学生37名の生徒のうち33名が観察可能なプレパラートを作成することができたのである(加藤・川上 2004)。

このように授業で使ってみて教材を評価した研究は多い(川上・和久田 1996、川上・荒川(佐藤) 1997、高津・荒川・川上 1998、川上・釜屋 1999、磯貝・川上 2002、荻原・川上 2003、加藤・寺田・川上 2005)。

「授業で使ってみる」自体が研究として成立するし、授業実践を通して明らかになることも多い。

論文にまで持っていくことができないまでも、研究の過程で様々な発見の喜びがあるし、授業のヒントに気づくこともある。

例えば、倒立した試験管にクロモを入れて光を当て、茎からの酸素の発生を測定する実験で、酸素が出てこ

ない場合がある。これは茎を今一度「切り戻し」してみると大概うまくゆく。このような小さな気づきは実験を進めた者にしかわからないことである。教材研究には授業実践で必要な小さなヒントを発見できる喜びもある。

(2) 卒業研究に最適な教材研究

教員養成大学・学部では、大学4年間の学修の総仕上げとして卒業研究がある。卒業研究は学生が「自ら研究することを体得する」ために非常に重要である。

このテーマとして教材研究は最適である。最適である理由を7つの観点から述べる。

1) 学生のレディネスに合った研究ができる

教員養成大学・学部の教育課程は、教育学や心理学、小学校の全教科についての学修、そして自分の専門の教科の内容、教育実習と、実に多様な授業がある。当然、教科の内容(ここでは、生物学)に関するレディネスは必ずしも十分でない。

そのような学生にとって教材研究は、学校の理科の内容であることから、生物学の格別高い専門的能力と技能を必要としないため、学生の目線に最も近い。したがって、学生は100%自分の力で研究を進めることができる。研究の成果は、学問的には追試や再発見であっても、学生の意識としては「新発見」となり、発見の喜びを感じることができる。もちろん、学問的に真に新発見に至ることもでてくる。

多様な分野の学修が求められる教員養成学部の学生にとって、教材研究は自らの力で自主的に進めることができ、卒業研究として非常に適したものである。

この観点は、いくら強調しても強調しすぎることがない。

したがって、大学の教員は自分の専門に固執しないで、学生の専門性を高めるために配慮をすべきと思う。

2) 科学の見方と考え方を獲得できる

生物教材研究の過程で、再現性があるように実験を繰り返すこと、データの取り方やデータ処理の仕方、明らかになった事実から一般性を帰納することなど、科学の考え方と方法を使う。ここで使う科学的な見方、考え方は、生物学の内容を卒業研究とした場合と完全に一致する。教材という身近なわかりやすいことを研究対象にしているがゆえに、「教材研究で科学的な見方や考え方を養成することができない」という見方があるとすれば、それは教材研究を正しく理解していない誤解である。

3) 生の生物に触れることができる

情報化が行き届いた今日の社会では、生の自然に触

れ、そこから問題を感じるよりも、コンピュータからの情報で処理することが多くなってきた。しかし、理科の教員は生の自然を探究することを通して自然を理解していくことが基本であるのではないか。この観点から教材研究をみれば、確実にそれが実現できる。

教員養成のこの観点からも、教材研究は非常に大切な学問であると言える。

4) 感性を磨くことができる

理科の教員として生の自然に触れ、そして、自然への感性を磨くことができることも非常に大切なことである。

ゴマダラチョウ(国語の教科書に「自然のかくし絵」として載っている)の幼虫探しを昆虫の教材研究をした学生と共にしたところ、筆者が1匹発見するうちに、学生は数匹発見しているようになっていた。このように自然への感性が学生には見事に花開いていることが確認できたことがある。

感性は、生の自然体験から磨くことができる。

5) 自然が好きになる

「虫が大嫌い」と言っていた学生が昆虫について自らの力で1年間追及することで対象が好きになり、机上で昆虫を育てながら、その隣りで平気で弁当を食べるようになる姿を見ることができた。

自然の事物現象の表象に興味を持つことは理科の教員としての一歩である。

6) 授業の研究ができる

授業は、教師が設定する授業の目的、学習者(の認知レベルの把握)、教材の三者で成り立つとはよく言われることである。教材は授業の大きな要素であるため、教材研究を進めるにあたっては、授業の目的も、子どもの認知の実態も合わせながら研究する必要がある。つまり、教材研究を進めると、授業を研究することにもなる。

7) 実践性が高く教員になってすぐに使える

教材研究の成果は教員になってすぐに使える。荒川(佐藤)は昆虫の変態の学習の教材研究を広く精力的に進めた。卒業後小学校の教員となり、昆虫を扱っている4年生の担任となった。そして、卒業研究で培った学識を生かし、昆虫単元の学習に大いに生かすことができた(川上・荒川(佐藤) 1997)。

大学で行う教材研究を教員になって生かす機会は必ず現れる。このことも教材研究は卒業研究のテーマとして優れて点である。

8) まとめ

教材研究は、研究をすることの経験が少なく自然の

体験も少ない学生が進めることが容易な研究である。しかも教員になったときに使える科学的な見方考え方を養うことができる。研究を行う中で、生の自然に触れ、感性を磨き、自然が好きになることができる。さらに成果を教員になったときにすぐに利用できる。

以上のように、教材研究は大学の卒業研究として最適であると言える。

(3) 文献のデータベースについて

教材研究を開始するにあたって苦慮することは、これまで公表された研究の存否の確認である。この問題は、各地の同人誌等に発表されている「埋もれた成果」を可能な限り掘り出して「生物教材研究のデータベース」を作ることでカバーしてきたことを結果で紹介した。

このデータベースが価値あるためには、新たに発表される研究を加えてデータベースを更新していかなければならない。また、コンピュータを稼働しておく維持管理に労力が必要であった。この二つの問題を克服できなかったためサービスを停止してしまった。今後は、文献探索に苦勞する事態が復活してしまったことになる。研究同人等でデータベース検索を再稼働することを期待する。

おわりに 教材研究は個性的な学問である

教材研究とは、教育の目的を達成するために、学習者の実態をとらえながら、素材からその授業に最適な教材を選んでいく学問である。換言すれば、教材研究は、子ども達に科学に対する感性、科学的な見方・考え方を育てるとともに科学的な知識を伝達するために膨大な科学の情報の中から最適な一つを選び出す研究である。

教材研究は、学習者である子どもがいる学校で進めることで最適な成果を生み出すことができるが、大学で進める教材研究では、十分時間をかけた素材研究を経て新しい教材を開発することができる。学生が教材研究を進めれば、教材理解ができるとともに、理科授業の在り方も理解ができ、自然への感性も磨くことができる。

このような研究は、教員養成大学・学部であるから進めることができるこの学部独自の専門性の高く個性的な学問である。

教員養成大学・学部は、高等教育機関の中の一つの学部であるわけだから、学部としてのアイデンティティを確立していかなければならない。この自覚を持つとき、教員養成大学・学部であるから存在する教材

研究という学問を充実発展させていかなければならないと言えよう。

引用文献

- 今堀孝三・山際隆・山田卓三編(1985)『生物観察実験ハンドブック』朝倉書店。
- 磯貝彰宏・川上昭吾(2001)「小中学校のプールに生息する水生昆虫を教材化するための基礎的研究」『愛知教育大学自然観察実習園報告』No. 21、5-12。
- 磯貝彰宏・川上昭吾(2002)「都市部の学校における環境教育の構想と実践的研究」『愛教大教育実践総合センター紀要』5号、161-168。
- 加藤万幸・川上昭吾(2004)「「スライドガラス押しつぶし法」を用いた体細胞分裂観察方法の改善と中学校における実践的研究」『愛教大教育実践総合センター紀要』7号、175-180。
- 加藤万幸・川上昭吾・加藤淳太郎(2005)「スイバの性比」『愛知教育大学研究報告第54輯(自然科学編)』、37-45。
- 加藤万幸・寺田安孝・川上昭吾(2005)「スイバの教材研究と高等学校生物におけるスイバの性比の観察を通じた性決定機構の学習に関する実践的研究」『愛教大教育実践総合センター紀要』8号、175-182。
- 川上昭吾(1998a)「生物教材に関する情報の集約と生物教材研究の今後の発展を目指した研究発表理念の検討」『平成7~9年度科学研究費基盤研究(A)研究成果報告書』。
- 川上昭吾(1998b)「生物教材研究文献のデータベースをインターネット検索」『遺伝(裳華房)』1月号、9-10。
- 川上昭吾・会津友美(浜島繁隆・中西正と共著)(2008)『身近な植物観察のポイント』、トンボ出版。
- 川上昭吾・雨森真司・佐藤真歩(2005)「中学校理科におけるDNA抽出実験の改良」『理科教育学研究』45巻3号、23-30。
- 川上昭吾・荒川尚美(1997)「実践的な指導力の育成を目指した卒業研究の成果を授業実践へ活かす」『理科の教育』46巻6号、400-405。
- 川上昭吾・荒川(佐藤)尚美(1997)「小学校第3学年の昆虫の学習に関する総合的研究」『愛教大教科教育センター研究報告』21号、161-166。
- 川上昭吾・釜屋雄一(1999)「理科学習における発展学習と自由研究のワークシート開発及びその有効性に関する実証的研究」『愛教大教育実践総合センター紀要』2号、65-72。
- 川上昭吾・兼井正人(1998)「中学校遺伝教育におけるコンピュータソフトの開発研究」『生物教育』38巻1号、19-25。
- 川上昭吾・前畑朱里(2004)「発砲塩ビ板を用いた無菌箱の作製と培養方法の改善」『生物教育』44巻4号、216-222。
- 川上昭吾・小田孝仁・伴理香(1995)「環境教育教材開発のための基礎的研究—重金属がイネ、ウキクサの成長に及ぼす影響」『生物教育』35巻2号、182-187。
- Kawakami, Shogo, Oda Takahito and Rika Ban(1997). The influence of coins on the growth of duckweed. *J. Biol. Edu. (London)*, 31(2), 116-118.
- 川上昭吾・清水まゆみ(1993)「ヘチマは昼と夜でどちらがよく伸びるか—測定結果及びそれに関する認識調査」『生物教育』33巻2号、138-145。
- 川上昭吾・和久田愛(1996)「実践的な指導力の育成を目指した卒業研究の在り方—小学校第5学年の花の学習に関する研究を通して」『科学研究報告書 大学における教育の改善に関する基礎的・実証的研究(代表者橋本健夫)』所収論文。
- 森川晋平・川上昭吾(2004)「魚類を指標生物に加えた新しい水質判定方法の開発」『理科教育学研究』44巻3号、21-28。
- 中藤成美(1984)「体細胞分裂の観察」『教材生物ニュース102号』、27-28。
- 小長井邦男(1982)「ヘチマの教材化」『教材生物ニュース85号』、151-154。
- 荻原正直・川上昭吾(2003)「愛知県河川の実態調査を基にした水生生物調査の改善と小学校における実践的研究」『愛教大教育実践総合センター紀要』6号、145-150。
- 佐藤尚美・川上昭吾(1995)「ミカンの木はなぜ、丸坊主にならないか—環境教育の一環として自然界の平衡を考える」『理科の教育』3月号、48-49。
- 高津光信・荒川直文・川上昭吾(1998)「地域の自然を生かした理科授業の実践的研究」『愛知教育大学教育実践センター紀要』1号、81-87。
- 鶴飼信行・川上昭吾(2002)「T字型カミソリを利用した植物の組織の切片作製」『理科の教育』51巻10号、62-64。
- 渡辺修一郎・川上昭吾(2001)「河川の水生生物調査を生かした小学校環境教育の実践」『愛教大教育実践総合センター紀要』4号、135-142。

(2018年9月6日受理)