

教材配列についての一考察

—メダカを教材にした場合—

研 究 一 幼児教育科

(2009年10月1日受理)

〔 要 約 〕

学習者にある教授内容を学習させるには、学習者の条件と教授内容との関連でねらいや目標設定を行わなければならない。その際、ねらいや目標を立ててから具体的な内容を探索するのか、具体例を通してねらいや目標を設定するのかの方法が考えられる。メダカを教材としたとき、大学生と幼児にどのような具体的な教材配列が考えられるかについて検討した。

I. 目的

学習者にある教授内容を学習させようと考え、学習者の条件および教えるべき内容との関連で、その教えるべきねらいや目標設定を考えなければならない。その意味で、教材化したい内容からどのようにねらいを取り出し目標を設定できるかは、学習者が持っている条件(能力のあり方)にも依存しているという点で相対的なものである。

学習者に教えたい内容は、教材化したい科学分野や領域をそのまま、学習者の条件を無視して何でも教えられるというものではない、というよりもそれは不可能なことである。

そこではある科学分野とか領域に関する内容から、学習者に適した内容をどう選ぶか、つまり基本概念になるものをどう選び出すかという問題は、その学習させたい分野そのものが置かれている状況の外に、学習者の情報処理の様式や知識の程度を考慮して、目標の設定が行われなければならない。

例えば、大学生に対する教授内容と幼児に対する教授内容とは、自ずと異なるのは当然のことである。その違いは、情報処理様式と保持する知識の程度に見られる。大学生であれば、言葉を介して理解させることも可能だし、また関連する知識も保持している可能性は、幼児に比べて相対的に多い筈である。それに対して、幼児では体を使って理解することが一般的であり、関連する知識程度も低いと考えられる。こうした学習者の違いを考慮して、教材化を考えなければならない。

II. 教材化に対する方向の違い

ある領域を教材化する際に、どんなことを教えたいかのねらいや目標がはじめにあって、それに見合う事例や具体的な領域を探し出して、それを教材化すると

いう方法がある。こうした方法が本来の教育のねらいと教える内容の教材化にとっては正攻法といえるようなものである。

しかしながら、長い間教師をしてきた経験から言うと、自分が関わって面白いとか、将来役立つのではないかという手持ちの事実も多くなってくると、そうした事実からの教材化の可能性を考えて、ねらいや目標を設定するという方法もある。しかも事実の数が多くなってくると、ねらいや目標を立ててその教材に適当な事実を探し出して事例とする作業と、知っている事実からねらいや目標を立てて、その事例とするという作業が重なってくるようになる。

概念体系の中で、ある事実がある概念の事例となるのは、概念内でのいくつかの属性の関連性とその事実の中にも認められることによって、それがその概念の事例となる。このことは、ある事実がそうした関連性を含んでいれば、どの概念の事例にもなることができるということを意味している。つまり、ある事実はいくつかの概念の事例になる可能性を常に秘めていることを示している。

教師の立場から言うと、ある事実をある概念の事例とするには、そうした事実の中の特徴を知り、どのような属性が考えられるか、それらがどのように関連しているかについての知識の有無の程度が大きく関連しているということである。つまり、事実をどの位理解しているか、事実の中の特徴がどんなものがあるかという、その事実の知悉の程度に依存する。このことは、教師がある事実を教材化する際に、どの位事実を知っているかが重要であるということになる。

例えば、箸を作る職人は、樽に使った杉の廃材を利用して箸を作るのだが、そのある長さの杉材が、地面に植わっていたときの上下をその杉材を見ただけで言

い当てることができる¹⁾、世界遺産である最古の木造建築の法隆寺の檜材などを見ると、その立ててある檜材が北斜面で育った木か、南斜面で育った木かの育ち方を考慮しながら、使用されていることがわかる²⁾。このように、その材木を深く知ること、より材料の適切な使い方ができるのであり、適切な建物や箸を作る技術と相まって、良い商品や建物ができることになる。教師の場合も同様ではないだろうか。また、世の中では、あることに夢中になっていると、「マニアック」だとか「オタク」といわれがちであるが、教師が子どもたちや学生に伝えたいと考える内容については、「オタク」になってその事実の特徴を良く知ることは、重要な必要条件ではないかと考える。

ねらいや目標があって、その事例を探すとという作業をするとき、そのねらいや目標そのものが他のねらい（概念）や目標との関連で設定されることが普通であろう。メダカを例にとると、メダカは稲作文化の中で生活してきた。春になり水を張り、田植えをし、稲が育っていく過程の中で、畦の小川の中で水草などに産卵し育ち、秋になって水を抜かれると、土管などのわずかな水溜りで冬を越して、来春を待つということを繰り返すのである。その間に、サギやザリガニやヤゴなどに狙われたりしながら、稲作文化の中で、生態系の一部として存在している。稲作文化の中で、そこに住む動植物たちの関連が安定していることがあって、メダカもそこで存在していけることになる。最近、よく見られるビオトープもそうした、生態系を保存しようとする試みの一つであろう。こうした「稲作文化を守ること」、「それらを取り巻く生態を守ること」が、「メダカを長く身近に見られる」ということであり、関連している概念群である³⁾。

このように、稲作文化やそれらを取り巻く生態の変化が、野生のメダカがいなくなってしまう原因にもなっているといえることができる。こうしたことをねらいや目標として、メダカについての学習をさせることも可能である。このような観点でメダカを見たとき、野生のメダカが尊重されるようになることは明らかである。

それに対して、メダカそのものを中心にしてねらいや目標を立てると、飼育する場合、メダカのオスとメスの違い、どのような飼育環境を作れば良いか、どのような餌が必要か、産卵の様子はどうか等に焦点化していくことになる。野生のメダカの生育環境はどんなところか、どうすれば野生のメダカを絶やさないのであるか等のねらいや目標を立てることは、その時点で設定するには距離が遠すぎ、学習者が、色々な関連概念を学んだ後で問題にできることになるのではな

いだろうか。このような教材化には、野生のメダカと養殖のメダカについての重要性は、導入の場面では考慮しないことになる。

このような2方向の教材化については、どちらが有効かに帰着する問題ではなく、学習者との関連で決められる問題といえる。

III. ある具体的な事実の検討

そこで、筆者がこれまでつき合ってきたメダカについての事実を挙げてみよう。

(1) 養殖メダカと野生メダカ

通常ペットショップや金魚屋で売っているメダカは、江戸時代から養殖されたものでヒメダカとか赤メダカと言われるものである。最近はペットブームで、色や形が変わったものや、中には蛍光色で夜間に光るものなども品種改良されて、インターネットで販売されている。

これに対して、昔ながらの野生の黒メダカは、30年位前には、どこの田んぼの畦の小川にも見られたが、最近はレッドデータブックの絶滅危惧Ⅱ類に登録され、ムツゴロウ、タガメやオオサンショウウオと同様の希少価値動物になっている⁴⁾。

野生のメダカが減少してきた原因は、人が作る田んぼの周辺環境が変化してきたことと無関係ではない。減反政策で田んぼが放置されたり、逆に田んぼの大規模化や機械化に対応して、水路をコンクリートによる側溝にしたりした結果、メダカが住める環境がなくなってしまった。

① メダカの種類など

メダカは日本だけでなく、遠くはインドからインドネシア、台湾、中国、日本などの東南アジアから東アジアに分布している。その種が全く同じかと言うと、それぞれが特徴を持っており、別種のメダカということになる⁵⁾。また日本国内でも遺伝的に西日本、東日本の太平洋型と日本海型に分かれているとされている。野生のメダカと言っても、同じメダカではなく、それまでの地域に定住してきた結果、遺伝的に異なる特徴を持つようになっていく。野生のメダカが稲作の大型化や灌漑水路の改良によって、住む場所がなくなり多くのところでほとんど見られなくなっているのが現状である。

そこで、メダカが住む環境を戻したいと、他地方のメダカや養殖のメダカを放流する人たちも出てきている。しかし、それはその地方のメダカとの交雑が起こるので、やめるべきだという意見がある。

② オスとメスの区別

オスとメスの区別は、オスには背びれの根元の一部が欠け括れており、また尻びれが大きく平行四辺形の形である。それに対して、メスにはこうした特徴はなく、尻びれは三角形になっている。ただ泳がないでじっとしていれば背びれの特徴は見られるが、泳いでいる状態では判別は難しい。筆者は、およそ尻びれの特徴でオスとメスを区別している。但し、産卵期になると、メスの尻び

れが橙色とか黄色くなる傾向が見られるような気がしている。

③産卵について

養殖のメダカは、水温が25度くらいだと1年中産卵可能である^{6), 7)}。県内でも南向きの室内で飼育したものでは、1月に産卵しているとの情報を個人的に得ている。また、4月末～連休明け頃からは、継続的に産卵するようになる。条件が揃えば1年中産卵が可能である。また、産卵数は野生のものより多い傾向がある。

それに比べると、野生のものは春先にならないと産卵はしない。また産卵数は養殖したもの比べて少ない。実際に、養殖のメダカと野生のメダカを両方飼育しているが、個人的な経験からすると、明らかに養殖のものは産卵数が多い傾向がある。養殖メダカは、人を介して産卵しやすく産卵数が多くなるように改良が加えられているようである。

④産卵の仕方

朝方には産卵しており、午前8時頃には既にメスの尻に透明の卵が数個くっついている。そうすると産卵は朝の早い時刻に行われていると思われるが、メダカの産卵は、オスがメスを追いかけて、メスに絡みつこうにして産卵を促し、その刺激を受けてメスが産卵し、オスが射精するような行動の連鎖になっている。

⑤飼育環境について

メダカを飼育する場合には、熱帯魚を飼うようなエアポンプなどは必要でなく、畦の小川のような環境が良い。野生のメダカが住んでいる環境は、田んぼへの水の出し入れを行う関係で、清流というよりはやや濁った水が通常である。水槽で飼う場合には、酸素の供給をする必要があるため、水草が必要になる。筆者は水草として、日曜大工の店で購入できるアナカリスを入れている。またメダカが産卵した場合に、卵をくっつけやすいようにホテイアオイを浮かべている。

ところがこの2種類の植物は、アナカリスは直射日光には弱く、南側の明るい光が入る程度の光量が好ましいのに対して、ホテイアオイは直射日光が好きなので、直射日光の当たるところに置くと、アナカリスは緑色が脱色して枯れて死んでしまう。また部屋の中で直射日光が当たらないとホテイアオイが弱ってしまうということになる。そんなわけで、部屋の南側で、直射日光が長時間入り込む環境が良いようである。

水槽の水は、ときどき交換すれば良いが、それまでは水を半分くらい汲み出して、あとは水道の水をそのまま入れている。本来なら、半日くらい日向において置けばよいのだが、それをいつもできないときは水道の水を直接入れている。全部を交換するときは、水の濁りやメダカの糞が多くなってしまったときに行っている。そのときには、日向に半日くらい置いた水を使っている。本来なら、メダカの数と水草などのバランスが取れているときは、そうしなくても常に水槽は綺麗になっているはずであるが、これは少し難しい。

また飼育していると、水が緑色になってくる、緑藻類などが増えて、ひどいときには数日で緑色になり、水槽内が見えなくなっ

てしまうときがたびたびある。水を替えてもすぐそうしたことが起こる。それを避けるためには、それらの水を捨て、一時的に綺麗な水にメダカを移動して、数時間してから綺麗な水が入った水槽に移すようにしている。

⑥メダカの平衡感覚

メダカは鮭やマグロのように浮き袋がなく、独特の特徴を持っている。鮭やマグロはそのために、四六時中泳いでいないと底に沈んでしまうので、常に泳いでいるという宿命を負っている。それに比べるとメダカはそうではないが、フナなどの浮き袋を持っている魚に比べると特異な存在である。こうしたメダカを飼育していて、冬になり気温が零度になりそうになると、平衡感覚がおかしくなる。というもまっすぐ泳げないばかりでなく、尾の方がいつも上のほうになってしまう、一見すると鰻(しゃちほこ)のような形になる個体が見られるようになる。これは全ての個体に起こるのではないが、毎年必ず10%ほどの割合で生じている。そして、こうなってしまうと春先になっても元に戻らないという不可逆性が見られる。

(2)野生メダカの諸問題

昨年の9月に、何十年振りに福島県のある市の田んぼで、野生のメダカを採取することができた。その野生のメダカの採取で学んだことを挙げてみる⁸⁾。

①生活環境

田んぼの畦にある小川に生息しているが、周辺の田んぼ1ヘクタール辺り以内にしか住んでいない。その住んでいる小川には、アメリカザリガニ、ドジョウ、ニホンバラタナゴ、ムツゴなどが住んでいる。そのうち、アメリカザリガニの数は、その他の田んぼと比べると相対的に少ないように感じる。

立地条件としては、工場地帯の前のコンクリートの4メートル程の道路の南側に、40センチ程のコンクリートの側溝があり、それは冬季中にもかなりゆるやかに流れており、それが田んぼの畦の小川に入り込むようになっている。

②冬を越すための条件

ここのメダカは越冬して、翌年になると数を増やすようである。しかし、畦の小川の水は秋口から冬季にかけて水を抜くから、春まで水が貯まる場所が必要である。それが40センチ程のコンクリートの側溝であり、そこは一年を通して水が枯れることはない。しかし、冬季は表面が凍ることもあるので、そうしたことを避けるためのコンクリートの土管が必要である。ここでは、畦のはずれにも土管があって、車が一台通れる道路と交差して、その道路の下を通るこれらの2本の土管が、冬季にメダカの親たちを守っている。冬季の天気の良い時には、その土管から外に出た水溜りにメダカたちが出てきているのを見かける。ところがその数は、せいぜい数十匹といった程度であり、数からいって春から夏に見られるメダカ数を維持できるか心配になる。また、そうした土管が他に何カ所あるかを確かめてみると、他に1カ所しかなく、土管が埋もれたりしたら、多分絶滅するのではないかと心配

になる。

③春になるとどうなるか

春先になり、5月の連休明けくらいから田植えが始まる。その前に畦に水をいれ、田起こしして水を張る。その頃になると、土管にいるメダカたちは水の流れに沿って流れていく。しかし、まだ水の中には水草や植物などは少なく、環境としては十分とは言えないようである。田植えがすんで畦の小川には水がいっぱいになるが、田植えの後で中干しで水抜きするので、これらの場合には畦の小川の水が少なくなり、水溜り状態になる小川もある。1カ所にいたメダカの群れが、広い田んぼを含む畦の小川に広がって、毎年無事に相当の数を維持できることが不思議である。このように、畦の小川の水を稲の生育状況に合わせて、田んぼに入れたり水を抜いたりする作業が何度か行われ、最後には夏の終わりから秋の出穂の頃になると、水を完全に抜くので、その時には水溜り状態のところで生き延びていく必要がある。そして雨などによって他の所に移動できる幸運によって生き延びる個体がいるというように、生育環境は安定したものではないようである。

④メダカの増えるきっかけ

6月20日に田んぼのメダカの状況を見に行ったらメダカの群れが見られ、採集すると小ぶりのものがほとんどだった。この大きさからすると、今年親が産卵して孵ったメダカの稚魚が1ヶ月～1ヶ月半位でここまで大きくなっていると推定される。これらのメダカは後1ヶ月くらいすると、産卵できるようになると思われるから、7月末から8月位にかけて産卵するようになる。その稚魚が10月位になるとまた産卵するようになる可能性もあるが、その頃は畦の小川の水が抜かれるから無理かもしれない。

秋口にメダカの数が増えるのは、冬を越した親のメダカの子供（稚魚）が夏に産卵して、またその子供（孫世代）が大きくなるからだと思われる。恐らく、遺伝的にはどの個体も同じ遺伝子をもっており、大きなバラエティはないように思われる。

⑤本当に野生のメダカなのか

昨年、この場所で野生のメダカを採集して、研究室や自宅で冬を越させてきた。山形の冬は厳しく、零度以下になるときは発泡スチロールの箱の蓋をして、その上に保冷剤などにする金属板がはってあるスチロールをまいてカバーしてきた。そうして春先になって、6月頃から産卵するようになってきた。その卵を親たちと分けて、別にして孵化するのを観察してきた。すると、野生のメダカなので全個体が黒いかかと思っていると、全てが黒くはなく、ピンクっぽいものの中に見られることに気がついた。

野生種だと思われるメダカに、ヒメダカなどとの交雑の可能性もあることが考えられる⁹⁾。ある記事によれば、野生メダカの分布調査でヒメダカが確認され、そのメダカとペットショップで購入したメダカの交雑を繰り返したところ、ヒメダカの遺伝子が野生メダカに現れたことが示されている。

IV. 教材の方向別のテキスト構成について

これまでのねらいと領域の内容の設定の方向性の違いについて述べてきたが、その方向性の違いによって、どのようなテキスト構成が可能かについて、メダカを例として挙げてみることにする。

(1)ねらいや目標設定から事例の方向のテキストの例

学習させたい基本概念として、「稲作の昔と今の違い」「生態系の変化」「メダカの生育環境の変化」を通して、「稲作文化を支える環境保全をどうするか」という問題として考えさせることになる。

①野生のメダカの住んでいる環境とはどんなところだろう？

◇きれいな清流が流れる川

◇池や沼

◇田んぼの畦の小川

②野生のメダカが少なくなってきたのはなぜだろう？

◇水が汚くなったから

◇昔のような農業ではなくなったから

◇メダカを食べる天敵（ザリガニ、サギ）が増えたから

③昔の農業と、今の農業とはどんな違いがあるだろう？ いくつも挙げてみよう！

◎メダカにとって、どちらが生活しやすいかな？

④稲作の手順を挙げてみよう！

・田植え ・水張り ・水抜き ・刈り取り

・稲の出穂

() ⇒ () ⇒ () ⇒ ()

⇒ ()

◎メダカが成長や繁殖できる期間はどのくらいだろう？

⑤メダカは、冬はどんなところで過ごすだろう？

◇水が残った畦の小川

◇道路の下の水が溜まる土管の中など

◇大きな川や池や沼に戻る

◎どんなところが生き残りやすいかな？

⑥冬を過ごしたメダカの数、秋に生きていたメダカの数に比べて、どのくらいの割合だと予想しますか？

同じ数

半分くらい

10分の1

100分の1

1000分の1

⑦野生のメダカを、昔のように増やすには、どんなことをすれば良いと思いますか？

(2)メダカ事例からねらいや目標設定を立てる方向のテキストの例

養殖ヒメダカの形態や飼育環境を通して、「どのようにすれば上手に飼育できるか」に焦点化して、延長線上で野生のメダカが絶滅の危険があるとの話しに進め、生活環境に対する興味を引き起こす。

①メダカを飼うにはどうすれば良いかな？

◎水温は？

◎エアポンプは？ 水草は？

◎水草は何のために入れるのだろう？

◎どんな場所に置けば良いだろう？

②メダカのオスとメスの見分け方はどうすれば良いかな？

③何月ごろに産卵するだろう？

④野生のメダカを見たことがありますか？

・ある ・ない

◎お父さんやお母さんたちが小さい頃、メダカを採ったり見たりしたことがあるか聞いてみよう。

⑤野生のメダカと養殖のヒメダカとはどんなところが違うだろう？

⑥野生のメダカが減ってきた原因はどんなものだろう？

V. 幼児にどちらの教材を提供したら良いか

ねらいや目標設定をしてから、それに見合う事例などを採る構成のテキストでは、他の関連領域の概念の学習、つまり「稲作の昔と今の違い」「生態系の変化」「メダカの生育環境の変化」などの知識を保持しているか、または学習可能な学習者でなければ、こうした展開は難しいように思われる。そういう意味で、幼児に学習させるには難しいと考えられる。それに対して、メダカに焦点化して「どのようにすれば上手に飼育できるか」というテキストの構成では、身近な具体的なメダカを対象にして、それをどう飼育するか、どう飼

育環境を整えるかという問題になり、手足を具体的に動かして教材との関係を持つところが、幼児の情報処理の仕方に見合っている。ピアジェの感覚運動期や知覚直感期（表象期）では、体を通して考える、しかも五感全体で理解することがその特徴となっていることから、メダカに密着した学習を進めることが幼児の情報処理様式から見ると、好ましいと思われる。但し、このメダカについての学習が進んで、野生のメダカやその生育環境などについての思考が発展できるのは、小学校や中学校以降に関連する概念の学習が進むようになれば、考えることができるようになると思われる。

このように、幼児期と大学生に対して与える、メダカを教材化する場合にも、そのテキスト構成には、学習者の持っている条件を考慮しながら行わなければならないことが明らかである。

引用文献と註

- 1) 「技あり日本吉野杉ばし」, 中京テレビ放映, 1994. 11. 27
- 2) 西岡常一「木に学べ 法隆寺・薬師寺の美」, 小学館, 1993. 5. 1
- 3) 小澤祥司「メダカが消える日 自然の再生をめざして」, 岩波書店, 05. 6. 6
- 4) 「レッドリスト」「今さら聞けない科学の常識」朝日新聞科学グループ, 講談社, 08. 6
- 5) 岩松鷹司「メダカ学全書」, 大学教育出版, 1997. 12
- 6) 「メダカのふ化ピークを迎える」, 09. 6. 20, 福島民報
- 7) 「メダカを楽しむ」, 09. 7. 9, 福島民報
- 8) 「クロメダカ育ててみて」双葉小：山形五小に30匹贈る, 山形新聞, 09. 7. 1
- 9) 「メダカの生態的研究と啓発活動の継続－環境問題の今日的課題へのアプローチ」の日本水大賞の受賞者決定記事, 09. 6. 30, 読売新聞

SUMMARY

Kohichi TOGI:

A Study of the Order of Presenting Teaching Materials
– In the Case of the Medaka in Japanese called *Poecilia Latipes* in Scientific Name –

We think we have to set the goal or objective for the learner to study the teaching materials firstly. But, also the objective would be decided by the relation between the conditions of the learner and teaching materials.

This study aims to consider the effect of the order of presenting the teaching materials centered on medaka which has lived around the rice field.

The order of presenting the teaching materials would be conditioned to what knowledge the learners have. So, we considered the order of presenting the teaching materials which is centered on life and breeding of the medaka to the young children, on the other hand, order of teaching materials which get student to think is about the thought of eco-system of environment to the students.

As the result of presenting the teaching materials separately, contents which learners acquire would be different from each other of learners.

(Uyo Gakuen College)