

STS教育モジュール「ぎんなん」の開発と評価

—秋のイチョウ並木に親しませる理科授業—

理科 福原行也・加藤 悟

Developing STS Module named “Ginkgo nut” and It's Evaluation

— Science lessons to familiarize students with an autumn scent —

キーワード：STS教育、生活理科、モジュール

はじめに

本校の特徴の一つに7ヘクタールからなる広い敷地があり、そこには数多くの樹木が植えられている。染井吉野、彼岸桜、ヒマラヤ杉、辛夷、柳、木蓮、木犀、柊、ヒイラギ木犀、桃、楓、椿などがあり、四季折々の景観を見せてくれる。

なかでも、正門から右一列に並ぶ十数本のイチョウの木は、春の新緑、秋の黄葉、晩秋の落葉とその下を通る者がたっぷりと季節感を味わうことができる樹木である。

しかしこのイチョウの木も、成長とともにイチョウの実である「ぎんなん」を落とすようになった。古くから勤務する職員によると、実を落とし始めたのは今から二十年くらい前だという。筆者の一人も勤務十数年になるが、着任当初は実を落とすイチョウは二本くらいだったが、今では十数本のほとんどが実を落とすようになったことを確認している。落とす実も年々少しずつ大きくなってきている。

残念なことは、生徒が、イチョウの黄葉を愛でるより先に、イチョウの実が発する悪臭のために足下に目が奪われ、その結果、悪臭をさけるために別の通用門を利用するなど忌避行動をとってしまうことである。生徒にとってはイチョウ並木は悪臭をまき散らす「社会問題」となっている。このような生徒にとっての社会問題をなんとか理科授業を通して解決できないものかと思ったのが本研究のきっかけである。

イチョウの木を切り倒して解決するのではなく、イチョウにまつわる科学史を学び、ぎんなんを食べることによって、イチョウに対する親近感を抱かせ、忌避行動を取らせていた悪臭の壁を乗り越えさせようという試みである。

1. STS教育と生活理科の関連

本研究はイチョウ並木の悪臭という生活上の問題を扱ったSTS教育に関するものであるが、STS教育と生活理科の関連について考察してみたい。

1970年以降世界的にSTS教育が注目されるようになったが、その理由として一般的に指摘されるのがカリキュラム改革運動の反動、科学離れ、現代社会における科学の役割の変化である。米国におけるカリキュラム改革運動のねらいは米国科学教育のレベルアップであり、エリート教育にあった。基本的科学概念と探究の過程の重視をスローガンに行われた抽象性の高い科学教育であった。その反動として、科学教育を大衆に引きもどす教育運動であるSTS教育が起こってきた。STS教育は広範なスコープを対象としており、日常生活上のさまざまな問題を含んでいると考えてよい。STS教育以前から存在する生活理科や環境教育とスコープにおいて重なる部分が多いと一般的に理解されている。

さらに日本の教育動向ではどうであろうか。梅埜は学習指導要領の高等学校「理科」の開講状況を解説する中で、化学ⅠA等「ⅠAを付す科目」の精神がSTS教育の理念とかなりの点で一致すると述べている。平成元年告示の高等学校学習指導要領は理科に13科目を置き、理科教育史上はじめて生活理科の独立した科目を定めた。これは欧米諸国で培われたSTS教育の理念を、日本において実践しようとする姿勢の現れとみることができる。学習指導要領で見ると日本においてはSTS教育と生活理科の結びつきは強いといえるだろう。この姿勢は平成11年告示の高等学校学習指導要領でも「理科総合A」「理科総合B」という科目に受け継がれている。

普通にはSTSトピックは、「科学技術関連の社会問

題をSTSトピックとする」という立場をとった。以上のように米国カリキュラム改革運動以後の教育動向および学習指導要領を手がかりに考察したがこの立場は妥当であると考えられる。

2. モジュール開発方針

(1) モジュール方式

日本の学校教育においてSTS教育を実践しようとする場合、学習指導要領に定める科目内で行うことになる。科目の目的・目標を補完するためにSTS教育を導入するという方法が一般的に考えられる。しかも、そのSTS教育の目標が一般的なものであり、教材を終了することによって一応の目標の完結をみるものであれば、授業のいろいろな場面で活用できるようになる。さらに発展させれば、一つの科目だけでなく、理科のさまざまな科目に組み入れることも可能になる。このような理由からSTS教育の教材開発の基本方針として、モジュール方式を採用することにした。

(2) 目標

ブルームの教育目標の分類に従い認知領域、情意領域、技能領域で目標を設定し、行動目標を採用した。アルファベットと番号は筆者が独自に付けたものである。(表1)

認知領域 (Cognitive domain) の目標は9つあり、ぎんなんの一般常識 (C-1)、生物学的知識 (C-2・C-6・C-7・C-8・C-9)、栄養学的知識 (C-3・C-4)、その他 (C-5) に分けられる。

情意領域 (Affective domain) の目標は6つあり、授業での教師の直接の働きかけで引き起こされる行動 (A-1・A-2)、教師の働きかけとは直接関係ないが授業中にみられる行動 (A-3・A-4)、授業外でみられる行動 (A-5・A-6) に分けられる。

技能領域 (Psycho-motor domain) の目標は3つあり、いずれも探究技法の初歩的なものであり、実験中の探究技法 (P-1・P-2) と実験後の探究技法 (P-3・P-4) に分けられる。

表1 モジュール「ぎんなん」の行動目標

<p>認知領域 (C)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・C-1 ぎんなんが何の実か言うことができる。 ・C-2 ぎんなんの受精について説明することができる。 ・C-3 ぎんなんの成分の特徴を述べることができる。
--

- ・C-4 ぎんなんの効用を述べるができる。
- ・C-5 ぎんなん拾いのマナーを言うことができる。
- ・C-6 ぎんなんの精子を発見者した科学者の名前を言うことができる。
- ・C-7 平瀬作五郎の勤務していた植物園の名前を言うことができる。
- ・C-8 小石川植物園の特徴を述べるができる。
- ・C-9 ぎんなん中毒について説明することができる。

情意領域 (A)

- ・A-1 実験で、ぎんなんの果肉をむくことができる。
- ・A-2 実験で、ぎんなんを食べることができる。
- ・A-3 実験で、ぎんなんの食べ方を工夫することができる。
- ・A-4 実験レポートで秋を表現する感想を書くことができる。
- ・A-5 授業とは別にぎんなん拾いをすすんでする。
- ・A-6 小石川植物園にすすんでいく。

技能領域 (P)

- ・P-1 ガスパナーを安全に使うことができる。
- ・P-2 ガラス器具を壊さずに使うことができる。
- ・P-3 ガラス器具きれいに洗いもとの場所に戻すことができる。
- ・P-4 マッチ、燃え差し入れを元の場所に戻すことができる。

(3) 内容構成

本校の授業は1時限を45分で実施している。合計3時限 (135分) のモジュールを開発した。開発したモジュールは2単位の理科授業で実施することを考慮すると2週間にわたって行うことになり、「第1週1時限+第2週2時限」または「第1週2時限+第2週1時限」のどちらになってもよいように授業展開を計画した。3時間連続でなければならぬ授業展開は考えなかった。ただし、最後の「小石川植物園訪問」は授業外の活動であり、興味を持ったものだけが実施する活動である。(表2)

第1時限は「イチョウの受精」「平瀬作五郎」の2つの学習内容を含んでおり、プリント (資料1) を用いた講義である。認知領域のC-1からC-8までの目標達成を目指す授業である。

第2時限は「実験『ぎんなんを食べる』」の実施である。実験で使うぎんなんは教師が準備した。情意領域のA-1からA-4と技能領域のP-1からP-4の目標達成を目指す授業である。

第3時限は「ぎんなんの毒性」を学習内容とする授業である。第1時限と同じようにプリント (資料2) を用

→講義」のようにし、生徒の興味が持続するように配慮した。認知領域のC-9の目標達成を目指す授業である。

表2 モジュール「ぎんなん」の授業展開

	展	開
1 限	事前調査	
	1. イチョウの受精 ・雌雄異株 ・ぎんなんの栄養成分 ・ぎんなんの効用	
2 限	2. 平瀬作五郎 ・雌株で精子発見 ・ノーベル賞級の業績 ・東京大学理学部附属植物園（小石川植物園）	
	3. 実験「ぎんなんを食べる」 ・ぎんなん拾いのマナー ・果肉を取る ・ぎんなんを洗う ・ぎんなんを煎る ・ぎんなんを食べる	
3 限	4. ぎんなんの毒性 ・ぎんなん中毒 ・ぎんなん中毒のメカニズム ・有毒成分の分子構造	
	事後調査 (5. 小石川植物園訪問)	

3. 事前アンケート集計結果

今回の授業をおこなうにあたり、生徒が「ぎんなん」に対してどのようなイメージを持っているのかを調査するため、筆者らは事前アンケートをおこなうことにした。

アンケートの内容は以下の通りである。

- (ア) 「ぎんなん」と「イチョウ」の結びつき
- (イ) 「ぎんなん」に対するイメージ
- (ウ) 「ぎんなん」の食体験
- (エ) 「ぎんなん」に対する知識

アンケートは図1にあるような形をとった。

アンケートの対象クラスとして、本校選択必修科目である「化学Ⅰ」「理科総合A」の選択者、計123名を対象に行った。

《 授業を受けるにあたって》

アンケートは、授業の成績等には一切関係しないので、あなたが思った通りに質問に答えてください。

- Q1. ぎんなんは何の木の実ですか。
- Q2. あなたのぎんなんに対するイメージを教えてください。
- Q3. ぎんなんを食べたことはありますか。

YES NO

- Q4. ぎんなんについて知っていることがあれば記入してください。

図1 事前アンケート

(ア) 「ぎんなん」と「イチョウ」の結びつきについて学校に植えてあり毎日登校する際にみているものなので、ほとんどの生徒が「イチョウ」と回答すると予測した。

回答の方も予測どおり91%の生徒が「イチョウ」と回答した。残り9%の回答としては「ぎんなん」、「杏」というものがあった。

(イ) 「ぎんなん」に対するイメージについて

生徒が「ぎんなん」に対してどのようなイメージを持っているか、Q2として『あなたのぎんなんに対するイメージを教えてください』という質問を自由記述で回答を求めた。生徒からの回答はいろいろなものがあったのだが、集計をしていく中で「ぎんなん」に対して、大きく3つのイメージに分類することができた。

「くさい」、「嫌い」といったマイナスイメージ、「おいしい」、「きれい」といったプラスイメージ、「秋」、「小さい」、「丸い」というその他のイメージである。

これらを集計するとマイナスイメージの合計が71%、プラスイメージの合計が6%、その他のイメージは23%で圧倒的にマイナスイメージが生徒の中で強かった。この事前のアンケートをおこなった時点では「ぎんなん」に対して、生徒はいいイメージを持っていなかったようである。

(ウ) 「ぎんなん」の食体験について

「ぎんなん」の食体験をどれほどの生徒がしているのかを調査するためQ3として『ぎんなんを食べたことがありますか』という質問を行った。結果として70.7%の生徒が「食べたことがある」と回答した。やはり「ぎんなん」は茶碗蒸しに入っていることが多いので、きちんと意識して食べたことがある生徒が多かったことがわかった。

(エ) 「ぎんなん」に対する知識について

ここでは、生徒が「ぎんなん」に対してどれほどの知識を持っているのかを調査するためにQ4として『ぎんなんについて知っていることがあれば記入してください』という質問を行った。Q2と重なるような内容もあったので、ここでは「くさい」、「おいしい」など筆者らがイメージとして受け取れるようなものは集計をせず、「さわると手がかぶれる」、「つぶれるとくさい」といった、

「ぎんなん」に対する知識となるようなものを集計することとした。

「ぎんなん」に対する知識として多かったものは、食べ方やどのような食品の中に入っているなどの食べ物に関連した知識が多く、続いて、ぎんなんの実に対する知識（さわるとかぶれるなど）が回答として見受けられた。また、イチヨウの木についての知識（裸子植物・雌雄異株など）が記入されていた。

筆者らが予測していたよりも、イチヨウやぎんなんに対しての知識について回答があり、感心させられるものであった。

4. 事後アンケート集計結果

授業実施後に授業前から「ぎんなん」に対して、今回の授業を通してどのように印象が変わっていったかを調査するために、事後アンケートを行った。

アンケートの内容は以下の通りである。

- (ア) 「ぎんなん」に対するイメージの変化について
- (イ) 授業内容について

事後アンケート対象クラスは、事前アンケートと同じ「化学Ⅰ」「理科総合A」の選択者、計117名である。

《ぎんなんの授業を終えて》

アンケートは、授業の成績等には一切関係しないので、あなたが思った通りに質問に答えてください。

Q1. 今回の実験を通してぎんなんに対するイメージは変わりましたか。

YES NO

Q2. Q1でYESと答えた人に質問です。授業前と比べてどのようなイメージに変わりましたか。

Q3. Q1でNOと答えた人に質問です。イメージを変えることができなかったのはどうしてですか。

Q4. 学校のイチヨウ並木のぎんなんを拾って食べてみたいと思いますか。

Q5. 次の学習内容についてあなたは興味を持つことができましたか。近いものに○を付けてください。

(a) イチヨウの受精について

つまらない 特になし 興味を持つことができました

|-----|-----|-----|

(c) ぎんなんを食べたことについて

つまらない 特になし 興味を持つことができました

|-----|-----|-----|

(d) ぎんなんの毒性について

つまらない 特になし 興味を持つことができました

|-----|-----|-----|

図2 事後アンケート

(ア) 「ぎんなん」に対するイメージの変化について
授業前にプラスイメージ、マイナスイメージまたはそれ以外のイメージを持っていた生徒が今回の授業を通してどのようなものへと変わったかを知るために、Q1として「今回の授業を通してぎんなんに対するイメージは変わりましたか」という質問を「YES」か「NO」かの二択式で行った。

結果として、58.1%の生徒から「ぎんなん」に対するイメージが変わったという回答があった。残り41.9%の生徒はイメージを変えることができなかったようである。

そこで、Q2としてイメージを変えることができた生徒はどのように変容していったかを確認するために以下の質問を行った。『Q1で「YES」と答えた人に質問です。授業前と比べてどのようなイメージに変えることができましたか』この質問は自由記述で回答を求めた。今まで、マイナスイメージだった生徒の79.4%がプラスイメージへと変容していった。また、授業で「ぎんなん中毒」を取り扱ったので、「危険なイメージ」に変わってしまった生徒も10.3%いた。

逆にプラスイメージからマイナスイメージになってしまった生徒は、合計すると2.9%いたが、全体としてみると、今回の授業によって、目的であるイチヨウ並木から落ちてくる「ぎんなん」に対するイメージアップが達成されたのではないだろうか。

逆にイメージが変わらなかった生徒はなぜ変えることができなかったかを調査するためにQ3として『Q1で「NO」と答えた人に質問です。イメージを変えることができなかった理由を教えてください』という質問を行った。ここで質問項目として、「イメージを変えることができなかった理由」を尋ねることにした理由は、「NO」と答えた全ての生徒が悪いイメージである可能性はないし、また悪いイメージから変えることができなかった生徒からその理由を引き出すことによって、今回の授業方法で筆者らが改良すべき点を引き出すことができるのではないだろうかと考えたからである。

実際の回答としては、悪いイメージから変わらない生徒とよいイメージから変わらない生徒の割合が約半々であった。

悪いイメージを変えることができなかった理由として多くあげられているのは「におい」、「味」である。味に関しては、個人によって好みが変わってくるので、どうすることもできないが、「におい」に関しては、ほとんどの生徒が、事前アンケートに挙げ、事後アンケートによって変わっているの、まだ授業に改良を行って

ていけば、ここで「におい」のイメージを変えることができなかつた生徒たちを変えることができるのではないだろうか。

最後に、今回の授業の目的としていた、「ぎんなんに対してよいイメージを持ってもらい拾って食べてもらう。」というものが、どれくらい達成されているかをはかるためにQ4として『学校のイチヨウ並木のぎんなんを拾って食べてみたいと思いますか』という質問をした。この質問に対しては、26.5%の高い比率で「はい」と回答していた。

(イ) 授業内容について

今回の学習内容が生徒にどのように受けいられているかを調査するためにQ5として『次の学習内容についてあなたは興味を持つことができましたか。近いものに○をつけてください。』という質問をした。

質問の形式として以下の4項目について「つまらない」「特になし」「興味を持つことができました」の3つの中から近いものを選択させた。

- (a) イチヨウの受精
- (b) 平瀬作五郎
- (c) ぎんなんを食べる
- (d) ぎんなんの毒性

「(a) イチヨウの受精」や「(b) 平瀬作五郎について」は、特になしという回答が多かった。「(c) ぎんなんを食べたこと」については、ほとんどの生徒がとても楽しそうに実験を行っていたので、興味を持つことができたようである。意外だったのは、「(d) ぎんなんの毒性について」である。授業の形としてはとしては、(a)、(b)と同じように一斉授業で行ったのだが、興味を持つことができたという生徒がとても多かった。生徒にとっては、ぎんなんが「おいしいもの」だということを知り、それを食べ過ぎると危険なのだということを授業で知ることができたようである。興味を高めることができたのではないだろうか。

5. 授業プリントに見られる生徒の感想

授業プリントの中に実験の感想や生徒が授業のポイントだと思ったところを最後にまとめさせた。その中で筆者らが気になった感想をいくつかここで紹介することにする。

「ぎんなん」に対するイメージの変化が表れた生徒からは以下のような感想を得ることができた。

『ぎんなんは、「くさい」というイメージしかなかつ

たけど、食べてみたらすごくおいしかった。食べたときのしょっかんがおモチみたいだった。』(A子)

『ぎんなんはくさいから実験はやだなあと思っていたけどけっこうおいしかった。』(B子)

『思ったよりおいしくてびっくりした。また、しょうゆとしおとの相性がよかった。また機会があったら食べようと思った。もう、食わず嫌いではなくなったと思う。』(C子)

「ぎんなん」に対するイメージが変わらなかった生徒からは以下のような感想があった。

『楽しかったけど、おいしくなかった。』(D男)

今回の授業を生徒自身なりに科学的に分析している生徒の感想も以下のように見受けられることができた。

『おもったよりおいしかった。実はきれいなみどり色。食感はやわらかい。塩(ナトリウム)の炎色反応はオレンジ』(E男)

『どうしてぎんなんはくさいのでしょうか…。とつてもくさいぎんなんだけ平瀬さんの大発見のことを思ってこのにおいに耐えようと思う。意外とおいしかったです。』(F男)

『2度焼きして食べるとおいしい。ぎんなんのしるは、手についても、すぐ洗えばにおいは消えるらしい…。』(G子)

「ぎんなん」を使った授業から生徒自身が季節感を感じてくれた生徒の感想も見受けることができた。

『秋を感じることができた』(H男)

アンケートの結果と実験レポートの感想を比較してみると、違いは見られなかった。

このことより、生徒は、「ぎんなん」に対してプラスイメージを持ち、イチヨウへの親近感を抱くことができたようである。

おわりに

秋の紅葉は本校に生活する者にとって楽しみな季節である。楓や桜の紅葉だけでなくイチヨウの黄葉がこれに加わり季節の移り変わりを感じさせてくれる。特にイチヨウは色づく時期、実を落とす時期が異なり過ぎ去った夏を回想する時となっている。イチヨウの黄葉や落実の開始はその年の夏の気温に影響されるようで、敏感に反応し年により半月から1カ月くらいの範囲でずれている。

このような本校の秋にあって、生徒を悩ませているのがぎんなんから出るにおいである。これも秋の風物詩の一つであるが、生徒にとってはいやなおいがするいやな季節とうつるらしい。

本研究では「イチョウの受精」「平瀬作五郎」「ぎんなん中毒」などイチョウにまつわる自然科学的内容を教育内容としたSTS教育モジュールを開発した。STS教育を標榜しているので、単に講義を聞くだけでなく「ぎんなんを食べる」という体験的な活動を取り入れた。

以上の教育活動を通して、ぎんなんに対するイメージ変化は58%の生徒に起こった。このうちの79%はマイナスイメージからプラスイメージへ変化した。さらに、学校のイチョウ並木のぎんなんを自分で拾って食べてみたいと思っている生徒が27%いたことがわかった。思っていた以上の成果が得られたと感じている。

今後の課題としては、生徒の問題意識を育て、その問題意識や興味・関心に応じた学習活動をどのように導入するかである。今回は生徒全員に同じ学習内容を提示する格好で授業を進行させた。生徒が学習内容を選択する場面はなかった。また、教育方法は講義と実験が主であり、調査、討論、プレゼンテーションのようなSTS教育でよく用いられる手法は入っていなかった。

本校では2・3年次で、「生物資源・環境科科学系列」「工学システム・情報科学系列」「生活・人間科学系列」「人文社会・コミュニケーション系列」の4つの系列のいずれかに所属しなければならない。専門を持たなければならないシステムである。自分の専門と関連させて「ぎんなん悪臭」という生活上の問題を解決していく視点が今回のモジュール開発では落ちていたと感じている。今後この方向で本モジュールを修正したい。

文 献

- (1) 梅埜國夫,『高等学校『理科』の開講状況と内容上の問題点』,『理科の教育』, p5, 9月号, 1996
- (2) B. S. ブルーム,『学習評価ハンドブック〈上・下〉』, 第一法規, 1980

