



アメリカアラスカ州フェアバンクスノーススター郡
学校区における初等科学教育
-第3学年用教科書「湖，池，川，小川！」単元の分
析を中心として-

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2010-03-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 舘, 英樹, 栢野, 彰秀 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00008403

アメリカアラスカ州フェアバンクスノーススター郡学校区 における初等科学教育

— 第3学年用教科書「湖, 池, 川, 小川！」単元の分析を中心として —

館 英 樹¹・栢 野 彰 秀²

¹ 別海町立上西春別小学校

² 北海道教育大学大学院教育学研究科高度教職実践専攻

Elementary Science Education of Fairbanks North Star Borough School District, Alaska in the United States:

Focusing on 3rd Grade Textbook, Unit "Lakes, Ponds, Rivers and Streams !"

Hideshige TACHI¹ and Akihide KAYANO²

¹Kami Nishi-Syunbetsu Elementary School, Betsukai

²Advanced Teacher Professional Development Programs, Graduate School of Education, Hokkaido
University of Education

要 旨

本研究は、アメリカアラスカ州フェアバンクスノーススター郡学校区で採択されている初等科学教育の第3学年用教科書『Science Anytime (1995)』に分析・検討を加え、その教科書の特徴について言及する文献研究である。

本研究から次の4点の特徴が明らかになった。第一に、課題を見いだすところから始まり、解決方法や観察方法が示され、予想、追究の後、まとめ、発表という課題解決的学習を進めることができる構成になっている。第二に、課題解決の学習過程においてどのように学習を進めたらいいのか、どのように実験・観察を行ったらいいのか細かく指示されており、自学自習することも可能な内容となっている。第三に、課題解決の能力を繰り返し指導して身につかせようとしているため、観察・実験において観察の仕方や条件制御などを繰り返し学習させるように構成されている。第四に、児童が読み物を通して必要な知識を得たり、解決後に発展的な課題へと進んだりするなど、日常生活と結びつける点が大切にされている。

はじめに

北海道教育大学釧路校では、長年にわたりアメリカやエジプトなどの諸外国において「マイクロ実習」が実施されている。「マイクロ実習」では、諸外国の文化に触れるとともに、学校を訪問し日本の文化を紹介したり理科実験教室を開催するなどの活動が行なわれている¹⁾。

2007年度の「マイクロ実習」はアメリカアラスカ州で行なわれた。筆者らの一人はこれに参加し小学校科学の授業を参観することができた。同時にアメリカアラスカ州フェアバンクスノーススター (Fair banks North Star) 郡学校区 (school district) で採択されている小学校の教科「科学」の教科書が入手できた。入手した教科書は『Science Anytime (1995)』である。

諸外国の教科書が分析される際、多くの場合どこの学校で使用されているかが明確にされないまま分析されることが多い。しかし、本研究の対象となる初等科学の教科書『Science Anytime』は、アメリカアラスカ州フェアバンクスノーススター郡学校区の小学校で使用されることが分かっている。これに分析・検討を加えることで同学校区における初等科学教育の特徴がより明確にできる。

本稿は、『Science Anytime』に分析検討を加え、教科書の構成理念や目的、学習内容や学習方法を明らかにすることを通して、フェアバンクスノーススター郡学校区において使用されている初等科学教育の教科書の特徴について言及することを目的とした文献研究である。

I. 『Science Anytime』の構成

1. 『Science Anytime』の外観

入手した教科書は1995年にHarcourt Brace社から出版された『Science Anytime』4冊である。4冊とも同一題名である。しかし、教科書の装丁が少しずつ異なり、それぞれ第3学年用、第4学年用、第5学年用、第6学年用として用いられていると見分けがつく。本研究において分析検討を加えたのは、第3学年用である。A4版ハードカバー、総ページ数475ページでカラー刷りである²⁾。

どのページにもカラー写真や図が使われ、日本の図鑑のような印象である。表紙の裏に名前を記入する欄がある。そこには何人かの子どもたちの名前が書かれ、その年の使用が終わると次の年の子どもへと引き継がれていくシステムになっている。

2. 『Science Anytime』の単元構成

『Science Anytime』は、5つの単元 (unit) に分かれている。各単元の目次は表1に示されている。

表1より、各単元は「動物、動物!」、「天気観測所」、「動かせ! 作れ!」、「湖、池、川、小川!」、「翼とロケット!」と名付けられていることが分かる。

「動かせ! 作れ!」及び「翼とロケット!」の2単元は、わが国の平成20年版『小学校学習指導要領 (理科)』の内容区分「物質・エネルギー」に相当する単元であり、「動物、動物!」、「天気観測所」、「湖、池、川、小川!」の3単元は「生命・地球」に相当する単元であることも分かる³⁾。

3. 各単元の概観

(1) 「動物、動物!」単元

「動物、動物!」単元は、4つのセクションにより構成され、動物の特徴とそれに基づく分類、行動の特徴、成長と変化に関する内容が取り扱われている。

動物が生きるためにどのような適応を行い、どのような生活をしているのかが取り扱われている。本単元では、動物を題材として生物に関する学習の基本とも言える分類や適応に関する概念や知識を身につけさせようと意図されている。

(2) 「天気観測所」単元

「天気観測所」単元は、3つのセクションにより構成され、天気の観測や天気の変化、雲のでき方、気圧と空気、大気汚染に関する内容が取り扱われている。本単元では、天気観測を通して、本単元に関係する科学的知識だけではなく、実験観察とそれに伴うデータの解釈ができるスキルを身につけさせようと意図されている。

(3) 「動かせ! 作れ!」単元

「動かせ! 作れ!」単元は、3つのセクションにより構

成され、磁石の力、力と運動、てこや機械に関する内容が取り扱われている。本単元では、エネルギーの見方の基礎となる力の概念を身につけさせようと意図されている。

(4) 「湖、池、川、小川!」単元

「湖、池、川、小川!」単元は、4つのセクションにより構成され、池や湖、川などにすむ生き物の生態系や食物連鎖、水質汚濁に関する内容が取り扱われている。本単元では、自然観察の実体験を通して生態系に関連する概念や知識を身につけさせようと意図されている。

(5) 「翼とロケット!」単元

「翼とロケット!」単元は、5つのセクションにより構成され、気体、空気、風、風のでき方、風の力、温度と気体の密度の関係、飛行機に働く力と飛行機、宇宙ロケットの推進力とロケット、衛星による天気の調査、太陽系の構成に関する内容が取り扱われている。本単元では、大気の種類、空を飛ぶための初歩的な理論などに関する科学的知識を身につけさせようと意図されている。

4. 単元の学習の流れ

各単元は「I Wonder」、「I Plan」、「I Investigate」、「I Reflect」、「I Shar」、「I Act」の順で構成されている。

「I Wonder」には見開き2ページで、「科学は不思議から始まります。〇〇について何か尋ねたいことはありますか。あなたの疑問を書き出しましょう。」と書かれた短い文章と写真が掲載されている。子どもにこれからの学習内容の概略を知らせるとともに、これからの学習課題を見つけ出させようと意図された構成であり、「I Plan」へと続いている。

「I Plan」では、見出した課題を解決するために訪れたり連絡を取ってアドバイスをもらえばよい場所や人、読むと参考になる書籍が6ページにわたって記載されている。子どもが課題解決のための計画作りをする際の参考となるよう構成されている。

「I Investigate」は、いくつかのセクションに分けられている。各セクションには、さらにいくつかのレッスンが配置され、単元の中心部分となっている。

「I Investigate」ではまず第一に、五感を使って観察しなさい、予想を立てて観察しなさい、実験の際には条件を制御することが大切です、など、子どもが学習課題を解決するために必要な科学的な活動が具体的に記載されている。すなわち、本単元の学習の結果、子どもが身につけるべきスキルが行動目標の形で示されているのである。続いて、単元の学習に必要な科学的概念や知識が記載された読み物や観察・実験が配置されている。子どもは読み物の内容を読みとったり、観察・実験の手順が書かれたページを参考にして観察・実験を行ったりして、学習課題を解決する構成となっている。

表1 『Science Anytime』の目次

単元 A 動物 動物！ —彼らは何で、何を？—	単元 B 天気観測所 —機器と観察—	単元 C 動かせ！作れ！ —力と運動—	単元 D 湖、池、川、小川！ —広い水域の生態系—	単元 E 翼とロケット！ —飛行と空気の性質—
<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> I Wonder <input type="radio"/> I Plan <input type="radio"/> I Investigate セクションA <ul style="list-style-type: none"> • 動物はなぜ違うのか？ レッスン1・動物には何が必要？ レッスン2・皮膚を覆うもの レッスン3・動物はどう隠れる？ レッスン4・食べ物への適応 レッスン5・独特な動物 セクションB <ul style="list-style-type: none"> • どのグループ？ レッスン1・なぜ動物を分類するのか？ レッスン2・動物界 セクションC <ul style="list-style-type: none"> • どのように動物は隠れるの？ レッスン1・動物は身を守る レッスン2・動物の移動 レッスン3・冬眠 セクションD <ul style="list-style-type: none"> • 動物の成長と変化 レッスン1・動物の誕生 レッスン2・成長と変化 <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> I Reflect <input type="radio"/> I Share <input type="radio"/> I Act <input type="radio"/> The Language of Science 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> I Wonder <input type="radio"/> I Plan <input type="radio"/> I Investigate セクションA <ul style="list-style-type: none"> • 天気の観測 レッスン1・気温の測定 レッスン2・季節 レッスン3・水蒸気と湿度 レッスン4・雲と降水量 セクションB <ul style="list-style-type: none"> • 気圧 レッスン1・さらに空気 レッスン2・天気予報 セクションC <ul style="list-style-type: none"> • 大気汚染 レッスン1・大気汚染って何？ レッスン2・大気汚染と健康 <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> I Reflect <input type="radio"/> I Share <input type="radio"/> I Act <input type="radio"/> The Language of Science 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> I Wonder <input type="radio"/> I Plan <input type="radio"/> I Investigate セクションA <ul style="list-style-type: none"> • 力の発見 レッスン1・力って何？ レッスン2・磁石は力を働かせる レッスン3・引力は力の一つ レッスン4・形と強さ セクションB <ul style="list-style-type: none"> • 何が運動を起こすのか？ レッスン1・力と運動 レッスン2・摩擦力 レッスン3・慣性の研究 セクションC <ul style="list-style-type: none"> • 機械 レッスン1・てこ レッスン2・傾いた平面 レッスン3・複雑な機械 レッスン4・橋作り <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> I Reflect <input type="radio"/> I Share <input type="radio"/> I Act <input type="radio"/> The Language of Science 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> I Wonder <input type="radio"/> I Plan <input type="radio"/> I Investigate セクションA <ul style="list-style-type: none"> • 池って何？ レッスン1・池に近づく レッスン2・諸外国の池 セクションB <ul style="list-style-type: none"> • 池の生命 レッスン1・カエルの適応 レッスン2・カエルの生活環 レッスン3・食物の必要性 セクションC <ul style="list-style-type: none"> • 水域の生態系の変化 レッスン1・自然のサイクル レッスン2・長い時間による変化 セクションD <ul style="list-style-type: none"> • 人々が環境に与える影響 レッスン1・水質汚濁 レッスン2・汚れた水をきれいにしよう <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> I Reflect <input type="radio"/> I Share <input type="radio"/> I Act <input type="radio"/> The Language of Science 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> I Wonder <input type="radio"/> I Plan <input type="radio"/> I Investigate セクションA <ul style="list-style-type: none"> • 気体の発見 レッスン1・気体 レッスン2・風 レッスン3・風の力 セクションB <ul style="list-style-type: none"> • 軽い空気 レッスン1・空気中で浮かぶ レッスン2・飛行船 セクションC <ul style="list-style-type: none"> • 動力のない飛行 レッスン1・パラシュート レッスン2・たこ レッスン3・紙飛行機 セクションD <ul style="list-style-type: none"> • 動力のある飛行機 レッスン1・飛行機の外観 レッスン2・ヘリコプター レッスン3・有名な飛行士 セクションE <ul style="list-style-type: none"> • 誰も行っていない場所 レッスン1・ロケット レッスン2・人工衛星と宇宙船 <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> I Reflect <input type="radio"/> I Share <input type="radio"/> I Act <input type="radio"/> The Language of Science ◎ Reference Handbook ◎ Index

「I Reflect」では、子どもがこれまでに学んだことを要約し、振り返り、熟考させる構成となっている。

「I Share」では、科学者は自分たちの発見や考えを共有することで他者から学んでいる。そこで、この章で学んだことをどのようにあなたたちはクラスの中で共有するか、という課題が設定されている。

その課題解決のために、意思決定、共有、発見という3つの段階が示されている。まず、①あなたが言いたいこと。②どのようにすればあなたの言いたいことがクラス全体に行きわたるか、に関する2点を意思決定させる。そして、次の4点をクラス全体で共有する。①あなたは何をどのようにしたか。②あなたは何を、何をしなかったか。③あなたの結論は何か。④あなたがさらに見つけたいと思っているものは何か。最後に次の2点を発見させる。①あなたのクラスメイトは何を言おうとして、あなたはそれらのうちの何を共有しましたか、またそれはなぜですか。②どのような疑問をクラスメイトは持っていましたか。

「I Act」では、子どもがこれまでに学習したことを実生活に適用したり応用したりする活動が書かれている。

単元の最後には、科学用語 (The language of science) のページが設けられている。子どもがその単元の学習の結果、獲得すべき科学的知識が簡単な説明文とともに記載されている。

5. 単元D「湖、池、川、小川！」の内容構成

これまでに第3学年の子どもが使用する教科書『Science Anytime』の単元構成や各単元の概観、単元の学習の流れを述べた。本章以降において、『Science Anytime』を構成する5つの単元全ての内容に検討を加えることが望ましい。しかし、紙幅の都合で難しい。そこで、わが国で学校教育全体を通して積極的に推進することが求められている環境教育に関わりの深い内容が記載された単元D「湖、池、川、小川！」に分析・検討を加え、米国アラスカ州フェアバンクスノーススター郡学校区で採択されている初等科学の教科書の特徴を論じたい⁴⁾。

(1) I Wonder

I Wonderでは、池と川の写真が掲載され、これらの写真から池や湖、川、小川について調べたいことを考え、列挙させ、クラスで見せ合う活動が指示されている。

(2) I Plan

I Planではまず最初に、子どもにI Wonderで列挙させた調べたいことを焦点化させるために、次の5つの課題が示されている。

- ・池の周りにどんな動物がすんでいるか？
- ・カエルの前足はなぜ後ろ足より短いのか？
- ・池や川の夜の様子はどのように変化するのか？
- ・水はどのように汚染されるのか？

・汚れた水をどのようにしたらきれいにできるのか？

次いで、学習課題をより焦点化させるために次の3つの方法が示されている。第一に、観察や現地調査である。川で生き物を採集したり、ダム湖を訪問することが奨励されている。第二に、多様な人々との接触である。地域に長く住んでいる人や環境をきれいにする取り組みをしている人に電話で聞いたり、インターネットで調べたりすることが奨励されている。第三に、読書である。汚染された池に棲んでいたカエルがきれいな池に移るまでの冒険が書かれた本『Flog Odyssey』(1991) やアメリカの先住民がNashua川の歴史を語った『A River Ran Wild』(1992)、その他2冊が紹介されている。

(3) I Investigate

I Investigateは4つのセクションA, B, C, Dで構成されている。

本単元のI Investigateに記載されている子どもが学習課題を解決するために必要な科学的な学習活動は、「観察」、「予想」、「同定と条件制御」である。

4つのセクションを学習させるうちに、科学者が問題を解決するように予想させて条件を設定し制御しながら計画的に観察・実験を行わせる構成になっている。

① セクションA「池って何？」

セクションAは、“池に近づく”と“諸外国の池”と名付けられた2つのレッスンで構成されている。

セクションの冒頭は、人が生きるためには何が必要ですか？という問いかけから始まっている。その答えとして、食べ物や服、水、空気、すみ家といった動物が生きるために必要な条件が書かれている。そして全ての生物は、それらが必要なものと出会える所にすんでいると書かれている。ここまでの一通りの大まかな説明が終わった後、このセクションの舞台となるバージニア州ポッター池では生物が生きるために必要な条件がどのように満たされているのか記録していこう、という全体計画が示されている。

(1) レッスン1 池に近づく

レッスン1では、祖母と孫娘のカレンがポッター池を見に行き、観察されたことが6ページにわたって写真と読み物で次のように書かれている。

ポッター池にはスイレンやブルーギルなどの動植物がいることやナマズは糞を食べる有益な魚であること。トンボやハエ、カ、カゲロウなどの昆虫もおり、アメンボは水の表面をスイスイ進むことやツリグモが水中に長い時間とどまることができることをカレンが観察した。季節ごとにやってくるアオサギやタカ、アヒルなどのたくさんの鳥類や、ヘビやビーバーなども含めてこのレッスンでは、植物3種類と動物19種類が紹介されている。

読み物の最後には、隠れていて見つけられないその他の

生き物も含めて、これら全体が池の生態系であることが書かれている。

この読み物を読ませた後、これを読んで獲得してほしい科学的概念である生態系について、ポッター池を例示して説明が加えられている。そこでは、生き物や無生物を含めて互いに関係しあいながら生態系が作られていることが説明されている。ポッター池はなぜ生態系といえるのか、という問いも投げかけられている。

その後、池の生態系がモデル的に示された絵が描かれ、ポッター池にいる生物を同定するための参考リストとして、23種類の生物の絵と名前が記されている。教科書を使用する地域の違いも考慮され、実際に池を観察するときには、身近な地域の動植物のリストを作るよう指示されている。

次に実際に池を調査する時の具体的な視点と方法が述べられている。

そこでは、まず最初に池の調査ではまず全体をスケッチし、それから狭い場所を調査すると良いこと。大人と行くこと、水中でも靴を履くこと、浅瀬を歩くことなどの一般的な注意事項が書かれている。

次いで、池の観察の具体的方法が次のように記されている。池の数箇所ですくって採水し、採水した水を顕微鏡で見ると微生物がいること。フラフープくらいの輪を浮かべて、その中にいる生物を数えることで池全体の大雑把な生物数が予想できること。ネットですくって生物を採取した後、詳しく観察を行い、分かったことを書き留めること。池の水温や気温を測定し記録すること。

池の調査の後には実験室活動が設定されている。ここでは、水槽に池のモデルを作って、池から採集してきた水草やカエルなどを飼育観察する活動が示されている。

(2) レッスン2 諸外国の池

レッスン2では、日本の家庭に作られた池とアフリカの自然の池の違いや共通点を子どもが語る設定となっている。

日本庭園に作られた池は、次のように説明されている。

東京には多くの人々が住んでおり、土地が狭く、庭も狭くなるために慎重に設計される。日本のこの家の場合、家族で協力して慎重に植物を選んだ。山の象徴として岩を選んだ。池も欲しいと考えた。その理由は、池は自然の一部であり、鏡のように植物や岩を映し出すからである。そのため、池の周りにはあまり植物を置かないようにした。最後に鯉を泳がせて完成させた。祖父はこの庭を「山と水の静かな場所」と名付けた。

日本の家庭に作られた池に関する文を読ませた後、次の活動が示されている。もし日本人が大きな庭をもっていたとしたら、どのような池が造られたでしょうか、予想してみよう。

アフリカの池は、動物保護区内の水場が次のように取り上げられている。保護区の監視人である父に連れられて、ボツワナにある小さな池を見に出かけた。そこは、動物た

ちの水飲み場となっており、たくさんの動物が集まるが乾季には干上がってしまう。そのため乾季には、ある動物たちは水を求めて他の水場を探しに行く。その他、水牛のように穴を掘って留まる動物や泥にもぐりこむ魚、種を残す植物や卵を残す昆虫など、乾季への対策は様々であることが書かれている。

日本の池とアフリカの池の読み物の後のまとめ課題として、日本とアフリカの池の共通点と相違点を探す課題が出されている。その後のセクションA全体のまとめ課題では、池を中心概念としたマップを作らせることと、ポッター池と自分たちの近くの池の違いを考えさせている。

② セクションB「池の生命」

セクションBは、“カエルの適応”、“カエルの生活環”、“食物の必要性”と名付けられた3つのレッスンで構成されている。

セクションの冒頭は、次の3つの視点からこれから行う学習活動を記録に残そうという導入から始まっている。①動物は様々な環境で暮らしている。②動物はどのような危険に直面しているのか。③どのように動物の体や行動は彼らの生存を助けているのか。

(1) レッスン1 カエルの適応

レッスン1では、人間の足が歩く、走る、立ち続けることに適応した足を持っているように、カエルも違った形でカエルの生活に適応した足を持っていることが書かれている。“脅威のジャンピングマシーン”と名付けられた読み物を読ませた後、学習活動に取り組みせ、カエルの足の秘密を発見させるよう構成されている。

“脅威のジャンピングマシーン”では、体長の40倍も跳ぶことができる種類のカエルを初めとして、カエルは世界一のジャンパーであると書かれている。その跳躍力の秘密は、長く力強い足の筋肉と後ろ足が粘着質で滑らないことであると書かれている。特別なシースルーのまぶたを持ち、跳んだときに水やゴミから目を守っていることも書かれている。後ろ足は、敵から逃げるのに十分な速度で水をかくこともできると書かれている。器用な舌で獲物を捕り、小さい歯しかないため噛まずに呑み込むのだが、その際に目が沈み込んで呑み込むのを助けていることも説明されている。

ツリーフロッグにも触れられ、木登りが得意であることが紹介されている。その理由は、ツリーフロッグはよく曲がる足を持っていて枝を容易につかめ、さらに分泌液を出すことで足が滑らないようになっていると説明されている。足は、顕微鏡でしか見えない細かい毛で覆われており、つかみやすくかつ離れやすい仕組みとなっているとも書かれている。

カエルに関する読み物の後は、子どもたちが実際に手を動かす活動が配置されている。紙で作ったカエルにマスキ

ングテープで作った舌をつけたり水でぬらした紙の舌をつけたりして、どちらが昆虫を捕らえやすいかを比べるモデル実験である。読み物で紹介されていたカエルの舌がどのように環境に適応しているのかが分かるモデル実験といえる。

レッスン1の最後に、まとめとして次の3つの課題が出されている。①カエルができることを幾つか挙げる。それらがどのように環境に適応する働きをしているか。②人間と比べて、カエルの特徴がどのように環境への適応を可能にしているか。③条件を制御することはなぜ大切かであるか。

(2) レッスン2 カエルの生活環

レッスン2は、子どもの活動が中心に作られている。子どもに活動を行わせる前に、カエルは、孵化直後には水の中でしか生きられないこと、成長につれてからだに変化することが書かれている。これらの変化は陸で生活するための準備であることが書かれている。子どもの活動の中心課題はオタマジャクシの飼育観察である。注意深く観察して、オタマジャクシがどのように変化していったか記録するよう指示されている。オタマジャクシを育てる活動を通して、水中で生活する体の仕組みから陸上生活に適応した体の仕組みへの変化を観察させるための活動となっている。

それに続いて、2ページにわたってカエルの生活環について次のような説明が書かれている。①ある動物は両親によく似ている。しかし全ての動物ではない。②オタマジャクシは卵から生まれる。③卵をメスが産み、オスが受精させる。④オタマジャクシからカエルへの変化は変態と呼ばれている。オタマジャクシの観察と関係付けて理解できるよう配慮されている。

カエルの生活環に関する読み物の後のまとめでは、カエルが水中で生きるためにどのように適応しているのか、オタマジャクシは陸上で生きるためにどんな変化をするか、という課題が出されている。動物の誕生や生き物の育ち方には一定の順序があることや動物と周辺環境とのかかわりなどを、子どもに気づかせる内容となっている。

(3) レッスン3 食物の必要性

レッスン3では、食物網と食物連鎖について書かれている。人間の世界では食料が無駄になることがあるが、自然界では全てが使われて無駄になるものはないという説明に続いて、本文が書かれている。

本文では、食物連鎖、食物網と広い水域の食物網について次の3点の説明が書かれている。

一つ目の食物連鎖には、植物は生産者と呼ばれていることが書かれている。生産者と呼ばれる理由は、植物は太陽エネルギーによって自ら食料を作り出す能力があること。その食料を生きるためや成長するために使い、余分な食料は、根や茎、葉に貯蔵されることが記されている。

一方動物は、食料を作ることができず、エネルギーを得るために植物や他の動物を食べなければならないので、消費者と呼ばれる。動物が摂取したエネルギーは、更に別の上位の消費者へと流れていくことが書かれている。

カエルは消費者でありたくさんの昆虫を食べる反面、多くの他の動物の食料になっていることが説明されている。ヘビはカエルを捕まえて食べるが、ヘビはタカに食べられる。これらの昆虫もカエルもヘビもタカも全て消費者であること。植物や昆虫、カエル、ヘビ、タカを例にして、植物は他の動物の食料やエネルギーとなり、植物や他の動物から食料として受け取ったエネルギーは次々と連鎖することが説明されている。すなわち、動植物は生態系と食物連鎖を形成していることが説明され、その始まりは太陽エネルギーであることが書かれている。

二つ目の食物網には、どの動物も食物連鎖の一員であることが述べられている。動物同士の食物連鎖の関係についても書かれている。私たちが池で見るのはその一部にすぎず、動物から動物へとエネルギーがどのように流れているのかという全体を理解するためには、食物網の図が必要であることが説明されている。エネルギーの流れを矢印で示した食物網の図が示されている。

食物網に関する学習の理解深化課題として、食物連鎖と食物網はどう違うのか、食物網の中で全ての動物が生きるために必要としているものは何か、という2つの課題が出されている。

三つ目の広い水域の食物網では、小川や川、湖や池は全て淡水の生態系であるという説明の後、広い水域に集まる多種の植物や動物を識別する課題が示されている。課題を受けて小川と川に生きる動植物が7種類取り上げられ、食物網について具体的に学ぶ構成となっている。小川の食物網の例として魚やカエル、白鳥、ビーバー、パーチ(Perch)、ハタネズミが挙げられ、これらの食う、食われるの関係が説明されている。その他、シダレヤナギ、カワウソ、サケを例示して川の食物網も説明されている。

このレッスンのまとめとして、ニワトリとトウモロコシとあなたの食物連鎖について描き、消費者と生産者を分類する課題が出されている。

このセクション全体のまとめ課題として、森林の食物網が取り上げられて、フクロウを頂点とする食物連鎖を3組含んだ森林の食物網を描く課題も出されている。

③ セクションC「水域の生態系の変化」

セクションCは、“自然のサイクル”と“長い時間による変化”と名付けられた2つのレッスンで構成されている。

セクションの冒頭で、池や湖、小川、川に集まる生き物は1日の内でも変化することが書かれ、短い時間の変化と長い時間の変化を観察し、記録させる課題が示されている。

(1) レッスン1 自然のサイクル

レッスン1では、人間が朝起きて夜眠るように、自然にも決まったパターンがあり、後に書かれた読み物と実験室活動から、決まったパターンを見つけようという課題が課されている。

そして“ポッター池の夕方”という読み物が掲載されている。その内容はカレンと祖母が再登場して、夕方と夜のポッター池を語る次のような読み物である。ポッター池では、夕方になるとコウモリがガや昆虫を追いかける。続く“夜のポッター池”では、フクロウがねずみを狙い、アライグマがカエルやねずみを狙い、魚食のクモが小魚を狙うことが書かれている。朝になるとそれらの動物たちはすみ家に帰り、夜には見られなかったカエルやタカが見られるようになることが書かれている。

これらの話を振り返り、昼にエサを捕る動物と夜にエサを捕る動物があるとまとめられている。どうしてフクロウは昼に狩りをしないのかという問いも設定されている。

1日の時間変化により現れる動物の違いの次の読み物は、四季の移り変わりにより現れる動植物の変化が取り扱われている。ここでは、季節の移り変わりが描かれた絵とそれぞれの季節における樹木の姿やカモ、リスの様子が写真で示され、絵と写真から動植物の一年間の変化のサイクルをつかませよう構成されている。

自然のサイクルについて学習した本レッスンのまとめ課題として、淡水における二つの生態系のサイクルに名前をつけさせる活動と、ある場所を選んで生態系のサイクルを描き、説明させる2つの課題が示されている。

(2) レッスン2 長い時間による変化

レッスン2では、人生よりもはるかに長い時間かつ広い水域の変化を見る課題が示され、最初に子どもの活動が設定されている。

そこでは、池や湖、川や小川に寿命があるのか、という課題が提示されて、これを解決するためのモデル実験が示されている。モデル実験では、皿に半分程度水を張った状態で水面の直径を計る。端を岸と考えて、岸近くの水中に植物を立て、その植物が倒れなくなるまで小石を入れて、もう一度水面の直径を計らせる。このモデル実験は、湖の周りの植物の成長にともない、湖が縮小していくことを気づかせる活動となっている。

モデル実験の後は、湖の中の生物がどのように変化したのかを説明させる課題が示されている。その後、この湖に何が起こるのか予想させ、その予想の根拠は何か示すよう求められている。

続いて“池の段階 (Stage of a Pond)”及び“川の段階 (Stage of a River)”と題された2つの読み物が書かれている。

“池の段階”は、“池の誕生”、“池の変化”、“池の死”の3節で構成され、湖の誕生から死までが書かれている。

“池の誕生”では、池が形成される過程が次のように書

かれている。

- ・氷河が陸上に穴を開け、氷河が融けると穴は水で満たされて湖ができる。
- ・岸に沿ってビーバーが木を切り倒し、木が流れをさえぎり、あふれた水が池となる。
- ・雪解け水が池をつくる。
- ・牧場経営者が家畜の水のみ場の池をつくる。

“池の変化”では、池がだんだん浅く狭くなっていく様子が次のように書かれている。最初は小さな生き物が存在するだけであるが、それらが死んで池の底にたまる。それを繰り返すことで池は浅くなる。浅くなった部分には光が底まで届くため、水草が茂り、やがて枯れて積もる。さらに、根を下ろしたスイレンやヒルムシロが成長し、次にアオウキクサや水性のキンボウゲ科の植物が茂っては枯れて積もっていく。水深が1メートル以下になると、池は新しい段階へと進み、池の水面を突き抜けてスゲやアシが生い茂り、やがて枯れて積もる。

“池の死”では、池の最終段階が次のように説明されている。最初は、池の水がだんだんと減り、湿地にヤナギやハンノキが茂る。それらは枯れて積もり、池は乾燥が進んでナラやカエデ、シラカバが成長し始め、完全に植物が池の場所を占有して池は消えてしまうと書かれている。

“池の段階”を読んだ後の課題として、池の一生の主なステージを書く課題が出されている。

“川の段階”は“どのように川ができるのか”、“川の変化”、“河口”の3節で構成され、川の始まりから海に流れ込むまでが書かれている。

“どのように川ができるのか”では、川の源流から大きな流れになる様子が次のように書かれている。川の始まりは丘や山であり、雨水や雪融け水、湖、泉がもたらす。それが源流となって細流から小川へ、いくつかの小川が集まって大河となり、太平洋やメキシコ湾、大西洋へと流れ込む。

“川の変化”では、滝や急な流れが岩を運ぶことや平野を曲がりながら流れることで湖を作ることなどが書かれている。

“河口”では、川が土や石を運んで三角州を作ることが書かれている。

これら読み物の後には、川の形成を詳しく描かせることと三角州に農場があるとその土壌に関して何が問題となるか、という2つの課題が出されている。

セクションCのまとめ課題として、次の2点が示されている。ある動物はなぜ夜に狩りをして、またある動物はなぜ昼に狩りをするように適応したのか。池の一生を学んだことを生かして森の一生を説明する。

④ セクションD 「人々が環境に与える影響」

セクションDは、“水質汚濁”と“汚れた水をきれいにしよう”と名付けられた2つのレッスンで構成されている。

セクションの冒頭で、人々が池や湖などの広い水域をどのように傷つけているのかを知ること、これ以上の被害を食い止めることが出来るのか、汚れた水をきれいにできるのか、という3つの課題が投げかけられている。

(1) レッスン1 水質汚濁

レッスン1の冒頭で、全ての池がポッター池のように美しくはなく、ごみだらけである池もあることから、どのような物質が池を汚しているのか知る課題が提示されている。

水の汚染源に関しては、水圏の環境汚染はどこからくるのか、文章を読んで見つけようと書かれている。汚染物質が空気や水、陸を汚すが、普段は有益な物質が水の中に混ざるとどのように汚染物質となるのかについて、殺虫剤と肥料、洗剤がとりあげられて説明されている。

殺虫剤では、人々は栽培植物を守るために殺虫剤を使う必要がある。使われた殺虫剤は雨で流されて水域へ入ったり、殺虫剤がついた植物を食べた動物を介して広がっていくことが書かれている。

肥料では、畑にまかれた肥料が雨水で流され、自然の水域に流れ込む。するとそこにある植物はどんどん肥料を養分にして成長し、それらが枯れて積もったり汚染源となることが書かれている。

洗剤では、かつて食器洗いに使っていた洗剤にはリンの化合物が配合されており大きな問題となった。しかし現在は、リンの化合物が配合されていない洗剤を買うことができることが書かれている。

水質の汚染源としての殺虫剤と肥料、洗剤の説明の後に、リンの化合物の水質への影響について次のように詳しく書かれている。リン酸が湖や池、川、小川に流れ込んで藻類を急激に成長させ、その結果水をにごらせる。そしてそれらが枯れて大量に底に沈み、腐敗してバクテリアが大量発生する。だが、バクテリアは多くの酸素を必要とするためにすぐに水中の酸素を使い果たし、全ての生き物が死んでしまうと説明されている。

これらの2つの読み物の後に、肥料は二つの側面を持っている。一つは水を汚すことである。では、もう一つの側面は何か、誰が恩恵を受けているのかを考えさせる課題が出されている。

読み物の後の子どもの活動では、次の2つの実験が配置されている。1点目は、“汚れた池の水 (Polluting Classroom Ponds)”である。この実験では、池の水を採取し瓶に入れ、その中にリンの化合物入り洗剤や化学肥料、サラダ油を入れて1週間観察させる。2点目は、“池の水をきれいにしよう”である。この実験は、“汚れた池の水”で観察した後の水をろ過させる実験である。これらの活動は、この後の身近な川を調べる活動の準備となっている。

これらの実験のまとめとして、水の中に共通して含まれていたのは何か、自然の水を調査する時に必要な感覚と道具は何かという課題が出されている。

本レッスンのまとめ課題として、本当の池で何が起きているか実験から説明しなさい、池を掃除するよりも良い方法は何ですか、という2つの課題がだされている。

(2) レッスン2 汚れた水をきれいにしよう

レッスン2では、サケの再遡上に取り組んだ小学校と川の環境保護に尽力した女性科学者の読み物が掲載されている。

サケの再遡上に取り組んだ小学校の話は“カムバックサーモン”と題されている。ワシントン州ピジョン川では、かつては鮭が泳ぎ産卵していた。しかし、ここ20年ほどは一匹の魚もいないことも書かれている。家の近くに汚染された水域があったらどうしたらいいのか、ジャクソン小学校での取り組みを読んでみようという指示されている。

ジャクソン小学校の取り組みは、“サケはどこへ行ったのか”と“ピジョンクリークでの活動”の2節で構成されている。

“サケはどこへ行ったのか”では、かつてピジョン川はきれいで鮭が泳いでいたが今は見られなくなった。そこでジャクソン小学校では校長先生がピジョンクリークをきれいにしていこうという活動を始めたことが書かれている。

“ピジョンクリークでの活動”では、キング先生とベーカー先生が先頭に立って、ごみ拾いを始めたことが最初に書かれている。ごみ拾いは、大量のごみが捨てられていてかなり厳しい労働となったことも書かれている。ごみ拾いの最初の段階では、この計画は時間を無駄にしているとか、鮭が戻ってくるなんて夢だなどと批判されて苦労が多かったことが書かれている。それでも先生達は、夢を持たなければならない。夢こそが価値あるものだと訴えて続行し、ついに川はきれいにされて、サケを呼び戻す計画が実行されたと書かれている。サケの稚魚を育て1985年5月に放流し、2年半待った1987年11月に川にサケが戻って、関係者が歓喜に包まれたことが書かれている。

この読み物の後、何が原因でサケが戻ってこなくなったのか、児童はどのようにしてピジョン川の生命を修復したのか、という2つの課題が出されている。

続いて、川の環境保護に尽力した女性科学者の読み物が書かれ、ジョイコバヤシ教授の業績が紹介されている。

ジョイコバヤシ教授は、カリフォルニア州サンタクララ川を自然のままの姿で残すために奔走し、川の開発計画の阻止やグリーンベルトを作る活動にも取り組んできた。現在は、アルミニウムのリサイクルについて教えていることが書かれている。

読み物のまとめ課題として、汚染地域をきれいにすることは大変なことだがあなたにできることは何か、グリーンベルトとは何で、そればなぜ大切なのか、という2つの課題が出されている。

セクションD全体のまとめ課題としては、普段家庭で有益に使用するものがどのようにして汚染源となるのか、環

境を守るには人々は何をすればいいのか、という2つの課題が出されている。

(4) I Reflect

ここでは、これまでの学習を通して学んだ科学や生態系に関する概念や知識、環境汚染の実態などを互いにリンクさせて、次に示す3項目について要約させ、理科の学習が生活と離れたものではないことを理解させる構成となっている。

第一に、調査で質問の答えが見つかり、新しい疑問が生まれたか。第二に、淡水の生態系に対してどのような発見があり、その結果考えにどのような変化があったか。第三に、発見で驚いたことは何か。

それらをもとに、両親にリンの化合物を含んだ洗剤を買わないよう提案したことやピクニックでごみを捨てないようにしたことが書かれたレポートの例が示されている。

加えて、これまでに学んだ科学的概念や知識を他の同様な場面に適用させる次の4点の課題が提示されている。

1点目は、海洋についてである。海洋は、たくさんの魚や藻類、その他の生物がすむ環境である。海洋は一つの生態系ですか、説明しなさい。2点目は、小川の魚と湖の魚の違いは何か予想しなさい。3点目は、人間にとって淡水の生態系がどうして大切なのか。4点目は、砂漠は天然の環境である。ダリアやトカゲ、ヘビ、その他多くの動植物がすんでいる。どんな淡水の生態系が砂漠で見つけられるか予想しなさい。

その他、実験に関して次の3点が記載されている。①授業記録をまとめる。②授業記録のうち、一つか二つ、よくできたものを選ぶ。③どうしてその授業記録を選んだか説明をする。

(5) I Share

単元の学習の流れと同じであるので省略する。

(6) I Act

この単元で学んだことをどのように実生活に適用したり応用したりするかという課題が設定され、活動例が2例示されている。

1例目は、学校でガラス製品やプラスチック容器をリサイクルする取り組みを始めよう。学校の食堂にリサイクルセンターを作ろう。

2例目は、巣箱を作って鳥を呼んだり、野性の花の種をまいたりしよう。

(7) 科学用語 (The Language of Science)

ここでは、この単元で扱われた10の科学用語がその定義とともにまとめられている。ここで示された10の科学用語は次の通りである。適応、消費者、サイクル、生態系、食物連鎖、食物網、変態、殺虫剤、汚染(汚濁)、獲物、

生産者。

6. 単元D「湖、池、川、小川！」のまとめ

(1) セクションAのまとめ

「池に近づく」では、2種類の植物と20種類の動物が取り上げられ、生物は美しかったり、固有の形態を持ったり、驚くべき能力を持つものもいるなど多様であることが述べられている。そして、それらたくさんの生物が関わり合って生態系が作り上げられていることを理解させる構成となっている。生物の多様性と生態系の概念は、生物を同定するための挿絵にも反映されており、魚類やハ虫類、両生類、鳥類、昆虫、植物が偏りなく描かれるとともに魚が昆虫をくわえている場面や鳥が獲物を狙っている場面も描かれている。

これらのことから、池に集まる生物の多様性、無生物と生物で構成されている生態系に関する科学的概念を身につけさせようとしていることが分かる。

「諸外国の池」では、人工の池と自然の池を比べさせることで理科学習における問題解決に必要な「比較する」力を伸ばすよう意図されていることが分かる。これは、わが国では第3学年の学年目標となっている⁵⁾。

(2) セクションBのまとめ

「カエルの適応」では、生物の進化と環境との関係についてかかっている。子どもに学習内容を実感を伴って理解させるために、カエルの舌で虫を捕まえさせたりカエルを跳ばしたりするモデル実験が配置されている。わが国の教科書では、自然事象のしくみを探るものがほとんどであり、特定の生物の特定の特徴を実験させることは極めて少ない⁶⁾。

「カエルの生活環」では、カエルの飼育方法が書かれている。小石の敷き方や十分な広さがある石を用意して変態途中の後ろ足が生えただけの固体が共食いされるのを防ぐなど、カエルの飼い方が細かく指示されている。この学習内容は、わが国では第3学年で取り扱われている。

「食物の必要性」では、食物連鎖と食物網について書かれた読み物のあとに7種類の動物が例示されている。食物連鎖の基礎となる、食う食われるの関係はわが国では第6学年の学習内容であるが、食物連鎖、食物網はわが国の小学校では学習内容となっていない。

(3) セクションCのまとめ

「自然のサイクル」では、昼と夜で活動する動物が変化することを学習させた後、四季の変化に伴う動植物の変化を考えさせる内容となっている。これは、わが国では第4学年で学習するが、昼と夜の変化はわが国では取り扱っていない。昼と夜という短い時間の変化を学習させ、単元学習の導入とすることで、一年間の変化を学ぶ際に見通しを持った学習が期待できる構成となっている。

長い時間の変化は、四季の変化に伴って池に現れる動植物の変化だけではなく、池の一生や川の変化という非常に長い時間単位も扱われている。池の一生は、わが国では高校でも学習内容となっていない。小学生には池が変化するという考えすらないことが予想されるため、まず湖の周りの植物の成長にともない、湖が小さくなっていくことに気づかせるモデル実験を導入した後に詳しく説明する構成は理解しやすい構成である。

川の変化は、わが国では第5学年の学習内容である。わが国では来年度から、上流と下流の川原の石の大きさや流水の働きの違いについて学習することができる。わが国では三角州は学習内容とされてはいないが、下流では堆積作用が顕著であることを理解するための具体例として効果的な教材であると考えられる。

(4) セクションDのまとめ

「汚染源」では、汚染源とその影響で水の華が発生することが説明され、続いて汚染源の影響を調べたり汚染された水をきれいにするモデル実験が設定され、実感を伴った理解へと導く形になっている。モデル実験では、わが国では第5学年の学年目標である条件を制御する力を身につけさせる内容構成となっている。汚染源については、わが国の教科「理科」ではとり扱われない内容であるが、第4学年「社会科」では上水道や下水道についての学習が位置づけられており、その際の理解深化のための実験として取り上げられる⁷⁾。

「汚れた水をきれいにしよう」では、読み物を読ませた後、あなたにできることは何ですかという課題が出され、自然環境保全行動に関する子どもの意思決定・意思行動を迫る構成になっている。意思決定だけではなく、意思行動をも迫り、実社会にも影響を与えうる学習内容も教科「科学」の学習対象となっているアメリカの教科書は、わが国の児童の意識改善に向けて参考となりうる。

(5) 単元の学習のまとめ

あらかじめ学習したことを発表することを見通して作られている単元構成は参考となる。単元の終末部分に書かれている学んだことを表現する方法は、自分で関係付けながらまとめる「I Reflect」。クラスみんなに発表し、情報を共有する「I Share」。さらに言葉だけでなく行動で示す「I Act」という3段階で構成されている。これらの構成を参考にすることは、思考力や判断力、表現力を全ての教科の学習活動を通して身につけさせようという意図された平成20年版『小学校学習指導要領』の趣旨を教科「理科」に

おいて達成するための一つの方途となりうるのではないかと考えられる。

おわりに

アメリカアラスカ州フェアバンクスノーススター郡学校区において採択されている教科書の分析・検討から下記の4つの特徴が明らかになった。

第1に、課題を見いだすところから始まり、解決方法や観察方法が示され、予想し、追究した後、まとめ、発表という課題解決的学習を進めることができる構成になっている。

第2に、課題解決の学習過程において、どのように学習を進めたらいいのか、またどのように実験・観察を行ったらいのかに関しても細かく指示されているため、自学自習することも可能な内容構成となっている。

第3に、課題解決の能力を繰り返し指導して身につかせようとしているため、観察・実験において観察の仕方や条件制御などを繰り返し学習させるように編集されている。

第4に、児童が読み物を通して必要な知識を得たり、解決後に発展的な課題へと進んだり、日常生活と結びつけたりする部分が大切にされている。

アメリカアラスカ州フェアバンクスノーススター郡学校区において採択されている教科書の特徴は、わが国の初等理科教育においても示唆を得る点が多いと考える。今後の授業で、積極的に読み物やモデル実験をとりいれたい。発表や意思行動にまで踏み込んでいく単元構成も今後の教育実践の中に取り入れていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 倉賀野志郎：「2004年度Alaskaでの国際版・マイクロ実習について」、『釧路論集』, Vol. 37, pp. 33-48, 2005.
- 2) HARCOURT BRACE, *Science AnyTime*, 1995.
- 3) 文部科学省：『小学校学習指導要領解説理科編』, 大日本図書, pp. 20-67, 2008.
- 4) 文部省：『環境教育指導資料(小学校編)』, 大蔵省印刷局, pp. 1-9, 1991.
- 5) 前掲書3), pp. 21f, 2008.
- 6) 三浦登他：『新編新しい理科3』, 東京書籍, 2005., 三浦登他：『新編新しい理科4上, 下』, 東京書籍, 2005., 三浦登他：『新編新しい理科5上, 下』, 東京書籍, 2005., 三浦登他：『新編新しい理科6上, 下』, 東京書籍, 2005.
- 7) 文部科学省：『小学校学習指導要領解説社会編』, 日本文教出版, pp. 21-55, 2003.