

小中学校における気象単元の検討

浦野 弘

A Critical Study of Meteorological Courses in Elementary School and Lower Secondary School Science

Hiroshi Urano

1. はじめに

日常生活を見ると、手紙には季節や時候の挨拶を書き、日々の会話も天気に関する言葉を交わすことが多い。また、気象情報に関する番組も数多く放送され、市民の天気予報への関心も高い。これは、変化の富んだ四季の移り変わりが日本にあり、しかもこのような気象現象を感じ取ることのできる日本人の国民性によるものであろう。

このような気象を対象とする学習は、主として小学校や中学校の理科の中で扱われている。しかも、気象の学習は理科の中でも日常生活と深く結びついたものを教材として取り上げているという特徴を有している。

従来の小学校での学習は、スパイラル状に繰り返すと深化が計られていた。しかし、今回の学習指導要領の改定に伴い、生活科が新設され、理科は小学校3年生からの履修となり、学習内容の精選と系統化が行われている。中学校においても精選が計られると共に、再び気団の学習などが取り上げるようになった。

また、高度情報化社会へと進展していく中で、情報を収集、処理する能力などを含んだ「情報活用能力の育成」が学校教育の今日的課題として指摘されている。さらに、環境問題や気象災害をはじめとして、社会人としての気象に関する知識も要求されている。

ところで、科学教育において、実験や観測、観察によるデータをもとに帰納的に結論を導き、それをもとに予測を試みる（仮説を検証する）というプロセスは、一つの重要な科学の方法である。気象現象は、この科学の方法を現実の身近な自然現象に適用する際の素材として最適である。

学習指導要領の改定に伴う気象の単元の問題点

は、最近では、伊藤(1979, 1986)、浦野(1986)、河原(1991)などをはじめいくつかの報告がなされている。また、教科書の内容の紹介とその問題点、とりわけ雲物理学に関わる記述の誤りについての指摘が高橋(1993)によって行われている。しかしながら、これまでに小中学校を一貫した視点から、その学習内容の検討はほとんど行われていない。

本稿は、これらの背景を受け、学校教育における気象の学習内容を歴史的にも検討し、また子どもや大人の気象に関する知識やその理解の実態をもふまえ、小中学校での気象の学習に関わる問題点を検討する。

2. 小学校と中学校における気象の学習内容

小学校においては平成4年度から、中学校においては平成5年度から新しく改定された学習指導要領にもとづく授業が実施されている。今回の改定において強調される点の一つに、「観察、実験などを行い」という自然の事物・現象に直接働きかけることを前提として展開することが挙げられる。また、「問題解決の能力」の育成を目指し、科学の方法を身につけることも指摘されている。さらに、「科学的な見方や考え方」の育成が挙げられる。

これを受けて、各学年の目標や内容が定められているが、直接気象の学習に関わる内容は小学校の第3学年、第4学年及び第5学年、また中学校の第2分野で扱われている。その概要は表1のようにまとめることができる。気象現象そのものを学習の対象とするのは、小学校第5学年と中学校第2分野である。

さらに、戦後の気象の学習内容の変遷を表2・

小中学校における気象単元の検討

表1 新学習指導要領に示された内容

| 学 校 | 内 容 | |
|-------|-----------|---|
| 小 学 校 | | <ul style="list-style-type: none"> ・日なたと日陰 ・日陰の位置と太陽の動き ・地面の暖かさやしめりけ (3年) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・自然界の水の変化 ・水面や地面からの水の蒸発 ・雨, 雪, 霜, 雲 (4年) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・天気の変化 ・気温の日変化 ・気温と太陽高度や雲, 風, 降水などの関係 ・天気の変化の予想 (5年) |
| 中 学 校 | | <ul style="list-style-type: none"> ・天気とその変化 ・校庭などでの気象観測 ・雲や霧の発生と気圧・気温・湿度の変化との関係 ・前線の通過と天気変化 ・天気図作成 ・気圧配置と風向, 風力, 天気との関係 ・気団と関連づけた日本の天気の特徴 ・天気の予測 (・海水の気象に及ぼす影響) (2年) |
| 高 校 | 地学 I A | <ul style="list-style-type: none"> ・資源と人間生活 (エネルギー資源) ・地球の活動と災害 (気象とその災害) |
| | 地学 I B | <ul style="list-style-type: none"> ・地球の構成 (大気と水 (地球の熱収支, 大気の性質と運動, 海水と陸水)) |
| | 地学 II | <ul style="list-style-type: none"> ・地球の活動 (地球の環境 (高層の大気)) |

3に示す。小学校では、天気の変化、気温、風、湿度、雲、降水（雨、雪）などが素材として取り上げられ、とりわけ太陽放射エネルギーによる影響が最もよく現れる気温を中心に構成されてきている。また、渡部ら（1987）が指摘するように、中学校では、生活単元学習の時期は季節や天気の変化の他、水と人生、海の働きなどの内容も取り上げられ、2分野別系統学習の時期になると天気とその変化が中心となり、探究学習がはじまるとエネルギー的な見方や物理的な側面が強調されたようになってきている。

これらを比較すると、今回の改定までは、小学校と中学校とでの学習内容に大きな違いがあった。これまでの小学校の学習は、気候的な面や一

地点での観測資料にもとづき、地域という小さな面を対象とした気象要素の考察であった。また、中学校では、大気の水平的な広がりを対象に日本付近の気象現象の学習であった。さらに、高等学校では大気の大循環を対象としたものであった。すなわち、小学校ではローカルな、中学校では水平的な広がりのある、さらに高等学校では立体的に大気をとらえるという姿勢が読み取れる。

しかし、今回の改定では、小中学校における学習内容に共通する点が多く、その違いが少なくなったように見える。

とりわけ、学習指導要領の解説書である小学校指導書理科編及び中学校指導書理科編に次のような記述が見られ、ともに天気の予測が対象になっ

表2 小学校における学習内容の変遷

| 時代 | 内容 |
|----------------|--|
| 昭和22～26年 | ・天気はどのように変わるか (5年) |
| 昭和27～32年 | ・天気はどのように変わるでしょう (1,2,3,4,5,6年) ・自然は季節によってどのように変わるでしょう (2,3,4年) (災害の防止なども含まれている) |
| 昭和33～45年 | ・天気, 日なたと日かげ (1年) ・天気の変化, 雨水のゆくえ (2年) ・四季の天気 (3年) ・気温の日変化・年変化, 地温・水温の変化 (4年) ・風の向き・強さの測定, 日変化, 風の吹くわけ (5年) ・湿りけの測定, 雲と雨・雪, 雨量の測定 (6年) |
| 昭和46～54年 | ・日なたと日かげ (1年) ・雲, 雨 (2年) ・日光による暖まり方 (3年) ・気温の日変化・年変化, 地温の変化 (4年) ・風の吹き方と気温 (5年) ・季節による気温の違い (6年) |
| 昭和55年～ 平成3年 | ・天気による地面の違い (1年) ・日なたと日陰 (2年) ・雲・風と天気の変化 (3年) ・地温と気温, 気温の季節変化 (6年) |

ている。この点についての問題点は後述する。

小学校指導書理科編第5学年の内容の解説に「天気の変化については、児童が実際に行った、雲、風、降水などの観察に加え、必要に応じて映像や新聞などによる情報を積極的に活用し、それらに関係付け、天気の変化を予想できるようにする。また、天気の変化についての学習は、天気の変化が著しく現れる時期に、何度か行うようにする。」とある。また、中学校指導書理科編の第2分野での解説に「日本付近における移動性高気圧や温帯低気圧が西から東へ移動する速さを天気図を用いて測定し、生徒が生活している地域の天気を予測することは、生徒にとってそれほど困難ではなからう。また、天気図や気象衛星画像から、その地域の天気を予測することは、情報を科学的に解釈し、適切に利用する態度の育成にもつながることであるので、継続的に行わせたい。」とある。

3. 「気象」に関する理解の調査

大学生を対象に、従来の学校教育で取り上げられている学習内容や地域に関連する特徴的な気象現象などの理解の程度や関心度について調査してきた。大学生が一般市民の標準的な代表とはいえないが、その状態はある程度とらえることができる。対象は教員養成学部の学生(①②の調査は東京学芸大学の学生、③④は秋田大学の学生)であり、理科を専攻しない学生はおおむねこの調査と同程度の知識を有して教壇に立つことになる。その調査の一部を以下に示す。

① 「気象」から連想される単語の調査

理科を専攻しない大学1・2年生を対象に、「『気象』という単語から連想される単語」を10分程度で記述させた(対象学生80名、1989年10月26日実施)。出現した単語の種類は約350語であった。そ

小中学校における気象単元の検討

表3 中学校における学習内容の変遷

| 時 代 | 内 容 |
|----------------|--|
| 昭和22～26年 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 空気はどんなはたらきをするか (1年) ・ 水はどのように大切か (1年) ・ 海をどのように利用しているか (3年) |
| 昭和27～32年 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 季節や天気の変化 <ul style="list-style-type: none"> ・ 季節の変化と地上の変化 ・ 風と気圧 ・ 空気中の水分 (雨, 雪, 雲, 湿度など) ・ 季節と生活 ・ 天気予報 (1年) ・ 自然界における水 <ul style="list-style-type: none"> ・ 水の利用 ・ 水の性質 ・ 海のはたらき ・ 水の循環 (1年) ・ 家 <ul style="list-style-type: none"> ・ 災害防止 (風水害など) (2年) |
| 昭和33～46年 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 気象現象の変化の様子や原因および日本の天気の特徴 ・ 気温 ・ 雨と雲 ・ 気圧と風 ・ 天気の変化 (2年) |
| 昭和47～55年 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 大気とその中の水の循環 <ul style="list-style-type: none"> ・ 地表における水の循環と太陽放射のエネルギー ・ 水の蒸発と凝結 ・ 雲と降水 ・ 大気の動きと気圧 ・ 天気と気象要素の関係 (2年) |
| 昭和56年～ 平成4年 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 天気の変化 <ul style="list-style-type: none"> ・ 大気中の水 ・ 大気圧と風の吹き方 ・ 天気の変化 (2年) |

の内、最も出現頻度の高かった単語は「台風」であり、84%の者が挙げている。次いで、「ひまわり」が69%、「雨」が65%、「天気予報」が63%、「低気圧」が63%、「高気圧」が60%、「雪」が55%……「天気図」が42%、と続く。これらの頻度の高い単語の内、「低気圧」「高気圧」「天気図」などは中学・高校の気象の学習として特に扱われているもので

あり、「台風」「雨」「雪」は日常生活にかかわるものであり、「ひまわり」「天気予報」は天気予報などのテレビ・ラジオなどからの情報によるところが多いものである。一方、中学校において学習する内容・用語である「飽和水蒸気量」は0%、「気団」は6%、「等圧線」は11%、「前線」は29%などとその記述は少ない。また、「低気圧」と記した

表4 大学生による低気圧の説明

| 番号 | ① 天気悪い | ② 雨や雪がふる | ③ 雲ができる | ④ 気温低下 | ⑤ 台風単語のみ | ⑥ 発達↓台風 | ⑦ 台風と熱低 | ⑧ 熱低と温低 | ⑨ 正しい低気圧 | ⑩ 気圧が低い | ⑪ 空気の量少 | ⑫ 等圧線が狭い | ⑬ 風 高↓低 | ⑭ 吹き込む | ⑮ 左回り | ⑯ 上昇気流 | ⑰ 西高東低 | ⑱ 発生地日本海 | ⑲ 西↓東へ移動 | ⑳ 寒冷前線 | ㉑ 温暖前線 | ㉒ 前線 | ㉓ 停滞前線 | ㉔ 痛風等 |
|----|--------|----------|---------|--------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|--------|-------|--------|--------|----------|----------|--------|--------|------|--------|-------|
| 1 | ○ | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | |
| 2 | | ○ | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | ○ | | | | | | | | | | | | | ○ | ○ | | | | | | | | | |
| 5 | ○ | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | ○ | | | |
| 6 | ○ | | | | | ○ | ○ | | | | | | | ○ | | | | | | | ○ | | | |
| 7 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | ○ | | | | | ○ | | | | | | | | | | | |
| 9 | | ○ | ○ | | | | | | | | | | | | | ○ | | | | | ○ | ○ | | |
| 10 | | | | | | ○ | | | ○ | | | | | ○ | | | | | | | | | | |
| 11 | ○ | | | | | ○ | | | ○ | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | |
| 12 | | ○ | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | ○ | ○ | | | | ○ | | ○ | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | |
| 15 | | | ○ | | | | | | ○ | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | |
| 16 | ○ | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | ○ | | ○ | | | | | ○ | | | | | | | × | | | | | | | | |
| 18 | ○ | ○ | | | | ○ | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | ○ |
| 19 | | ○ | ○ | | | ○ | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | ○ | |
| 20 | ○ | ○ | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | ○ | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | ○ | ○ | | ○ | | | | | ○ | | | | | | | | | ○ | | | | | | |
| 24 | | ○ | ○ | ○ | | | | | × | | | | 問 | 題 | あ | り | | | | | | | | |
| 25 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | × | | △ | い | つ | も | | | |
| 26 | ○ | | | ○ | | | | | × | | | | | | | | | ○ | | | | | | |
| 27 | | | | | ○ | | | ○ | ○ | | | | | ○ | | ○ | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | ○ | | | | | ○ | × | ○ | | | | | | | | |
| 29 | ○ | ○ | | | | | | ○ | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | ○ | | ○ | | | | | | × | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | ○ | | | | | | | | ○ | × | | | | | | | | | | ○ | | | | |
| 32 | ○ | | ○ | | | | | | ○ | | | | | ○ | | | | | | | ○ | ○ | | |
| 33 | ○ | | | | | | | ○ | | | | | | ○ | | | | | | | ○ | ○ | | |
| 34 | | ○ | | | | ○ | | | ○ | | | | | | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ | | |
| 35 | | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | | △ | い | つ | も | | | | |
| 36 | | ○ | | | | | | | | | | | | | | × | | | | | | | | |
| 37 | ○ | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | ○ |
| 39 | ○ | | ○ | | | ○ | | | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | | |
| 40 | ○ | | | | | | | | | | | | | ○ | ○ | | | | | | | | | ○ |
| 41 | ○ | | ○ | | | | | | | | | | | | | × | | | | | | | | |
| 42 | ○ | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | ○ | | ○ | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | ○ | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | ○ | | ○ | | | ○ | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | ○ | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | ○ | | | ○ | | | | | | | | ○ | | | | | | | |
| 48 | × | × | 乾 | ○ | | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | ○ | |
| 49 | | | | | | | | | ○ | | | | | ○ | | | | | | | | | | |
| 50 | ○ | | ○ | | | | | | ○ | | | | | | | ○ | | | | | | | | |
| 51 | | ○ | ○ | | | | | | ○ | | | | | | ○ | | | | | | | | | |
| 52 | ○ | ○ | | ○ | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | 同 | 一 | 視 | |
| 53 | | ○ | | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | |
| 54 | ○ | | | | | | | | | | | | | × | | | | | | | | | | |
| 55 | | ○ | | | | | | ○ | ○ | | | | | ○ | | ○ | | | | | | | | ○ |
| 56 | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | | | | | × | | | | | | | | |
| 57 | ○ | ○ | | × | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | | ○ | | | | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | ○ | | | | |
| 59 | × | | | | | | | | | | | | | | | × | | | | | | | | |
| 60 | ○ | | | | | ○ | | | ○ | | | | | ○ | | | | | | | | | | |
| 61 | ○ | | | | | ○ | | | ○ | | | | | ○ | | | | | | | | | | ○ |
| 62 | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 63 | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | |
| 64 | | | | | | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | ○ | | |
| 66 | | | | ○ | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | |

学生の内、10%の者は「高気圧」という単語を記述していない（一般には低気圧と高気圧とを対比して学習するが、このように必ずしも両者をセットにして保存されていない例が見られる。同様な設問を理科専攻の学生に問うとほぼ全員がセットで記述する）。

② 「低気圧」に関する調査

①と同様に、「低気圧について知っていることを書け」という調査を行なった（対象人数66名、1989年12月21日実施）。自由記述の文章において、「天気が悪い」「雨や雪が降る」「雲ができる」という低気圧に伴う天気現象の例を挙げている者は79%であった。また、「周りよりも気圧の低いところ」という水平方向の気圧分布から低気圧の正しい定義を記述している者は27%、逆に誤った定義をしている者も同数の27%いた。その概要を表4に示す。

一方、「風が吹き込み、そのために上昇気流が生じている」、または、「上昇気流があるために、風が吹き込む」という立体的な構造をとらえた記述ができる者も11%いた。

③ 地域の特性に関する調査

日本海側に特有な気象現象については、教科書などにはほとんど記述がない。そこで、中学校教員養成課程の学生を対象に、「秋田において雷の鳴る時期はいつごろか」という質問をした（対象学生97名、1993年10月12日）。「秋」もしくは「冬」という季節が記述してある（他の季節と併記してある場合も含む）者は55%であった。さらに、雷の原因を熱雷で説明している者は極少数ではあるがいた。しかし、理科を専攻する学生を除くと界雷で説明する者は皆無であった。秋田での雷の発生の年間推移は、春先を最小として10~11月をピークとして減少している（秋田地方気象台、1982）。また、冬の雷を「雪おこし」と呼んだり、秋田沖でとれる魚「はたはた」は初冬の雷が鳴ると捕れると言われているように、晩秋から初冬に雷が鳴ることは古くから言われてきている。しかし、このような地域に特徴的な現象やそのメカニズムについてほとんど理解できていない。

④ 天気予報・気象情報にある用語の調査

中学校教員養成課程の学生を対象に、「アメダス」の役割を説明させた（対象学生56名、1993年12月14日）。雨量を調べるものとか、降水の予測をするものというように「雨」に関連づけた説明を

63%の者がしており、気温やその他の気象要素の測定を挙げる者は14%だけであった。また、「気象衛星ひまわりが雨を測定している」という回答も目立った。地域気象観測システムではなく、テレビで見る降水量を表示するコンピュータシステムと理解している者が多い。

調査結果から

これだけの調査から早急に結論を出すことはできないが、連想語に出現する単語は日常生活に関連するものが多く、中学校での学習内容に関連する単語は少ない。また、「ひまわり」という単語は多くの者が挙げているが、「アメダス」の調査結果が示すように、その実態、機能についてはほとんど理解できていないと思われる。

また、6割もの学生があげている「低気圧」も、日常の天気情報程度の知識であり、その構造に関しては1割程度の者しか記述できていない。さらに、地域に特徴的な現象の仕組みなどもほとんど理解できていないことも挙げられる。

地域に根ざした教育が叫ばれているが、地域に特徴的な現象のメカニズムについてはほとんど理解できていないことがわかる。

4. 学校の施設設備

東京郊外の2市での公立小学校における観測機器の設置状況の調査（1988年10月実施）を表5に、同様に中学校を対象にした調査（1989年11月実施）を表6に示す。いずれも、調査の意図を理解し協力的な学校からのみ、回答を集計しているので、平均的な状況はもっと下回るとと思われる。

このように各学校には十分とは言えないまでも、いくつかの観測機器がある。それをどのように有効に活用していくかが重要な問題である。とりわけ、自記温度計（記録温度計）のような自動観測をする機器は少なく、学校という一地点での定時観測を行うと、これまでも多くの指摘（例えば、島貫ら、1981）があるように、子どもの忍耐の育成以外に得るものが少なすぎる。気象の専門家でない教師が、学校観測の資料と他の広域のデータとを関連づけて指導できる教材の開発、データ支援のシステムなどの開発が今後必要といえよう。

5. 小中学校における学習内容の問題点

表 5 小学校における観測機器の設置状況

| 学校番号 | 百葉箱 | 活用状況 | 板付乾湿計 | 最高最低温度計 | 室内用温度計 | 自記温度計 | 雨量計 | 毛髪湿度計 | 気圧計 | 地中温度計 | 自記地中温度計 |
|------|-----|------|-------|---------|--------|-------|-----|-------|-----|-------|---------|
| 1 | ○ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2 | ○ | 授業のみ | ○ | ○ | — | ○ | — | — | ○ | — | — |
| 3 | — | 授業のみ | ○ | ○ | — | ○ | ○ | — | — | ○ | — |
| 4 | △ | 授業のみ | ○ | — | — | — | — | ○ | — | ○ | — |
| 5 | △ | 授業のみ | — | — | ○ | — | — | — | — | — | — |
| 6 | ○ | 毎日観測 | — | ○ | — | ○ | — | — | — | — | — |
| 7 | △ | 授業のみ | ○ | — | ○ | — | — | — | — | — | — |
| 8 | ○ | 授業のみ | ○ | — | ○ | — | ○ | — | — | — | — |
| 9 | ○ | 授業のみ | ○ | — | ○ | — | ○ | — | — | ○ | — |
| 10 | ○ | 授業のみ | — | — | — | ○ | — | — | — | — | — |
| 11 | ○ | 毎日観測 | ○ | ○ | — | ○ | — | — | — | — | ○ |
| 12 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 13 | ○ | 授業のみ | ○ | ○ | — | — | ○ | — | — | — | — |
| 14 | ○ | 授業のみ | ○ | ○ | — | ○ | ○ | — | ○ | — | — |
| 15 | △ | 授業のみ | ○ | ○ | — | ○ | ○ | — | — | — | — |
| 16 | ○ | 授業のみ | ○ | ○ | — | — | — | — | ○ | — | — |

百葉箱の△は現有していないが、設置を計画中

表 6 中学校における観測機器の設置状況

| 学校番号 | 自記温度計 | 最高最低温度計 | 乾湿計 | 通風乾湿計 | 毛髪湿度計 | 地中温度計 | アネロイド気圧計 | 水銀気圧計 | 自記気圧計 | 三杯型風速計 | 矢羽式風向計 | プロペラ型風向風速計 | 雨量計 |
|------|-------|---------|-----|-------|-------|-------|----------|-------|-------|--------|--------|------------|-----|
| 1 | ○ | — | ○ | — | ○ | — | ○ | — | — | — | — | — | — |
| 2 | ○ | — | ○ | — | ○ | — | ○ | — | ○ | — | — | — | ○ |
| 3 | ○ | ○ | ○ | — | ○ | — | ○ | ○ | — | — | — | — | — |
| 4 | ○ | ○ | — | ○ | — | — | ○ | ○ | — | — | — | — | — |
| 5 | ○ | — | ○ | — | ○ | — | ○ | ○ | — | — | — | — | — |
| 6 | — | — | ○ | — | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | — |
| 7 | — | — | ○ | — | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ |
| 8 | ○ | — | ○ | — | ○ | ○ | — | ○ | ○ | — | ○ | — | — |
| 9 | ○ | ○ | ○ | — | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | — | ○ | — |

気象に関する理解調査での指摘の内、いくつかの点は新学習指導要領にもとづく学習により改善されることが期待できる。とりわけ、テレビなどでの気象情報の活用が小学校で取り上げられているので、それを理解する過程を通して、知識の改善にある程度結びつく可能性はある。

しかし、今回の改定では、前述のように小中学校における学習内容に共通する点が多く、その違いが少なくなったように見える。単に違いが少なくなっただけでなく、そのために気象の学習の難しさや問題点も露呈してきた。そこで、以下では、気象現象を対象に学習をする小学校第 5 学年及び中学校第 2 分野に限定して、その問題点を指摘する。

a) 天気予測

小学校学習指導要領の第 5 学年の内容には「天気の変化は、観測の結果や映像などの情報を用いて予想できること。」(著者傍注)とある。これは、「『予測が可能である』ということ学習する」という意図を意味しているように読み取れる。しかし、前述のように小学校指導書理科編では「情報を積極的に活用し、それらに関係付け、天気の変化を予想できるようにする。」(著者傍注)とあり、予想の作業を示している。現行の 6 社の教科書に、明日の天気を予想する作業が課題として示されている。残る 1 社は、雲の動く方向から天気の変化の規則性を見出す課題を課し、本文中で予想が可能なことを述べている。

このような規則性の発見には小学校では雲画像、アメダスデータ及び他の都市の空の様子(写真)を利用して、雲が西から東へ移動することを見出し、天気予測が可能であることを学習する。

例えば、KY 社では次の様な手順で予想することを指示している。

- ① 新聞やテレビなどの気象衛星の写真を利用して、2 日前、昨日、今日の雲の様子と位置を調べる。
- ② 校庭で、午前 10 時ごろの雲の様子と天気を観察する。
- ③ 午後から明日にかけての天気を予想してみる。

この際の予想の根拠がなににあるかということ、中学校での学習内容との整合性が問題となる。

小中学校における気象単元の検討

この作業を課していないT社の教科書では「……の写真をみると、雲は西から東へ動き、天気も雲の動きにつれて変わっている。このように、日本付近の春の天気は、雲が西から東に動いて、西のほうから変わってくる人が多い。このことから、自分たちの住んでいる地いきの天気がこれからどう変化するか、予想してみることができる。」と本文に記載されている。このように感覚的に天気の移り変わりをとらえることも有効であり、個々の気象現象についての知識を得ることのみが学習の中心ではない。科学の方法としては、2ないし3枚の雲画像にあるそれ以前の雲の分布状況から、次の状況を時間的に外挿しようとするものである。

しかし、後述するように少ないデータやスケールの異なるデータに対して、感覚的な知識だけを適用し、天気の子測が要求されている点に問題がある。学習の進め方次第では、雲画像のみで予測は可能であるという結論を得て、そのためのパターンを暗記することが学習の中心になりかねない。

小学校と同様に中学校指導書理科編には前述のように予測の根拠を天気図から帰納的に学習し、それにもとづき、予測することが述べられている。すなわち、帰納的に求めた経験則を、一枚の天気図に適用して、外挿を試みることができるということである。このように外挿の根拠を異にしているように見えるが、実際のところは、中学校での学習も小学校と同様な手法により、雲の移動をとらえ、そこに天気図を利用しているという違いがあるだけである。

b) 雲の観察と雲画像の混同

小学校の教科書の展開は、気温の測定に関連して、雲の様子（広がりぐあい）を記録させ、さらにこの雲の様子と雲画像を関連させて、「雲は西から東に移動している」と導いている。

雲の観察やその移動の様子から、大気の動きをとらえることは有効であり、身近な自然現象として効果的である。

ところで、地上からとらえ易い雲は下層雲であり、実際に児童が記録する絵なども下層雲である。また、教科書にも下層雲が描かれている。

しかしながら、下層雲の動きは必ずしもひまわりの雲画像に見られるような中規模スケールの現象の動きとは一致しない。その点が区別されずに、

「このごろの雲の動き方の観察や、新聞の天気らんなどの広いはんいの雲の様子の変化を見ると、雲の多いところは、だいたい西から東へ移動しているようである。」というKY社の教科書の記述を読むと、下層雲の動きをこのごろの雲の動きととらえ誤解することにつながる。

また、「ひまわりの写真を見ると、雲が西の方をおおって、雨がふっている。」(G社)と雲画像から降水の有無までわかるような誤解を招く記述もみられる。

動機付けや観察として利用した下層雲の観察記録をそのまま利用しようとしたときに、このような混乱が生じてしまう。

C) 用語の定義

小学校では、例えば、「気温は、風通しのよい日陰で、高さ1.2～1.5mではかった空気温度」となっている(6社)。操作的定義が小学校では重要であるが、わざわざ地上気温のみを気温と定義する必要はない。中学校の教科書では、改めて定義をし直すことなく、大気の温度を気温と表現している。大気の温度が気温であり、気温が高さによって変化する(鉛直方向に温度差がある)ことは、他の地点と比較する際にはじめて問題になる。すると、むしろ小学校では空気温度を気温とし、中学校で他の地点との比較のために高さを決めて測った地上気温を定義した方が自然である。

小学校では、気象衛星「ひまわり」による雲画像についても、「気象衛星でとった写真」というように表記されている例があり、瞬時に撮影した一枚の写真と誤解を招くように扱われている場合が多い。

また、小学校では2社の教科書が「アメダス」について触れていないが、他社の教科書は地域気象観測システムがアメダスであることを述べたり、アメダスデータを処理した図などを示している。

教科書に出現する用語は、小学校では全社ともほぼ共通しているが、中学校ではかなり異なる。ある教科書ではゴシック体で示されている用語が、他の4社の教科書には記載されていないものもある。中学校の全教科書に記載されている気象に関する用語は94語あったが、その内、20語が1社にのみにしか記載されていなかった。

さらに、小学校においては気象情報の活用が挙げられているが、テレビなどにおける気象情報番

組では、利用の目的としている雲画像やアメダス情報の他に天気図などもあり、その解説では低気圧や高気圧という用語も頻繁に用いられる。このような用語の多くは中学校での学習内容であり、利用には注意が必要であろう。

d) 観測の重複

小学校では気温を中心に、風向、雲量などの観測を行っている(一部に自記計も利用)。また、小学校指導書理科編には、「……。その際、百葉箱などを用いた気温の正確な測り方を指導する。」とあり、各社の教科書には百葉箱の写真が掲載されている。その中で、2社の教科書には乾湿計が写っており、乾球温度計を温度計と表示してある。また、他の1社の教科書にはアスマン通風乾湿計がなんの説明もなく写っている。もう1社の教科書では百葉箱の中に自記計だけが見える写真があり、しかも自記湿度計を記録温度計としている。

さらに、簡易な観測方法として、棒状温度計に覆いをした気温の観測、吹き流しによる風向と風の強さなどが示されている。

一方、中学校では、これらの観測の他に、湿度や気圧の測定が挙げられている。一部には小学校での簡易な観測とほぼ同じ手法も取り入れられているが、小学校のものよりはやや定量的にはなっている。しかし、中学校では観測や測定それだけが取り上げられ、次の学習にその測定結果が必ずしも活用されず、観測のための観測となっている。

小学校で行った観測と同じような気象観測が、すべての中学校教科書の導入部に記載されている点も問題である。

e) 雨や湿度の利用

日常生活の中で、興味関心の高いものの一つに、天気があり(伊藤, 1986)、その中でもとりわけ、雨という天気には高い関心が示されている。しかも、第4学年の内容との関わりや水の循環の理解からも、雨に関する学習が必要であろう。水の蒸発や水蒸気の相変化は第4学年で扱い、中学校においては霧などの発生の実験が取り上げられているが、洗たく物の乾き具合から相対湿度の理解、また降水確率の理解なども、小学校から取り上げるべきである。

一方、中学校でも、相対湿度の意味は扱うが、具体的に乾湿計の乾球・湿球温度から湿度を求められることができる原理についての説明はなされてい

ない。

6. 解決への視点

気象の理解調査からは、「学習した内容(知識)が体験と結び付いていない」と指摘できよう。気象は日常生活と密接にかかわっているにもかかわらず、気象の学習では生活体験的な内容はほとんど扱われていない。すなわち、日常生活に結びついた児童生徒の興味関心と学習とは必ずしも一致しているとは言えない。学習の成果が自らの日常生活の場面に生かされるべきである。また、身近な教材の重要性が言われて久しいが、身近な現象とは距離の近さではなく、生活体験との近さで決まるものであり、近くの大気である必要はない。上空にある雲は直接に観察ができ、身近な存在である(他の多くの気象要素は直接目に見えない)。また、テレビや新聞で日常的に目にしている気象衛星ひまわりの画像も身近な教材といえ、そのようなものが今回の改定で初めて小学校で用いられるようになった。その面では、気象情報の番組や新聞などを活用する小学校第5学年の学習から、いくらかの改善は望めそうである。

しかし、問題点はまだ残っており、その問題点の背景は次のように整理できよう。

a) 直接的な実験、観測からは現象を十分にとらえられない

物理や化学の実験と異なり、同じ気象現象が再現することはなく、しかも真の気象現象に対して一般の実験のように我々は制御をすることはできない。このように人為的に再現することのできない現象を理解するには、シミュレーションや映像情報の活用が有効である。また、多くの気象現象のスケールは地上から見渡せる範囲よりも大きく、直接的な観察・観測から気象現象の全体像をつかむことは困難である。そこで、学校という一地点でのデータのみでは不十分であり、気象現象を把握するためには広域データが必要となるが、その方法が未だ不十分である。

b) 広域のデータを活用する教材がない

中規模スケールの気象現象を理解するには、従来から天気図が利用されてきた。しかし、天気図は気象現象や気象要素をすべて記号化して表現したものであり、そのように記号化され抽象化された天気図から、生徒が種々の情報を読み取ること

小中学校における気象単元の検討

は容易ではない。そこで視覚に訴えることができるひまわりの雲画像が活用されるようになってきたが、雲画像から真に読み取ることのできる情報以上のものをこの雲画像に期待している向きがある。

c) 天気予報＝気象教育という傾向が強い

ラジオの気象通報を聞き取り、天気図を作図し、それにもとづき生徒自身が将来の天気を予測する作業が中学校の教科書に復活しており、単なる天気予報術の習得に結びつく恐れがある。その際、予測のためのパターンを暗記することを学習の目的とすれば、天気予報＝気象教育という問題が生じる可能性がある。

d) 物理の基礎の習得なしで応用物理を学習

特に中学校においては、教材の十分な構造化が行われなままに、気象学の理論の中のやさしい部分だけを抜粋した内容が、羅列している。すなわち、気象学は応用物理学的な視点に立脚しているが、中学校においてはその裏付けとなる具体的な理論や現象についての学習はない。そのため、学習に論理の飛躍が生じ、理解ではなく、単なる断片的な知識の暗記となり、学習の流れ・内容に一貫性が欠ける結果となってしまう。物理の知識にもとづいて気象現象を理解させるよりも、データから帰納的に事実を導き出すことを重視すべきである。

e) 高度情報化社会に対応していない

気象庁は数値予報のためにコンピュータを導入して以来、つねに世界最大級のコンピュータを導入してきている。また、ひまわりの画像処理、アメダスのデータ処理はコンピュータを導入することによってはじめて実現できている。このように、天気予報を行う上でコンピュータは不可欠なものになっているが、教育の場では天気予報とコンピュータとの関係には触れられていない。気象情報がコンピュータにより処理される過程を学習することにより、高度情報化社会におけるコンピュータの機能や役割について理解を深めることができる。

観測機器の設置状況を見ると、自記計以外の多くの機器は継続的な定時観測を必要とするものである。自記計の設置と情報機器としてのコンピュータを活用した観測機器の充実、さらに理科教育振興法の改正に伴う新たな機器の充実などが早急に必要であろう。

とりわけ、小学校中学校ともに、リアルタイムに近い状態で最新のデータ・情報を受け取れ、さらにそれを学習に活用できる安価でかつ簡易な支援システムの開発が今後必要である。

f) 能力目標から再整理を

前述したように、小学校と中学校の学習内容に重複感が免れない。それは学習指導要領や教科書にある学習内容からのみ検討をせざるを得ないからである。その学習を通して、児童生徒に育成すべき能力を検討する必要がある。

また、予想は興味関心を高める上で、必要なものであるが、予想だけが一人歩きして、そのためのテクニックのみに関心が行き過ぎないだろうか。

以上のような問題点への方策として、次のような教材の例を挙げるができる。

① 身近な事例から気象現象へ

冬季の校庭では、地面付近の気温が最も低く、上に行くにしたがって高くなるという気温の接地逆転が見られる。そこに、何百人もの生徒が狭い範囲に集合すると、人体による発熱や学生服が受ける太陽からの受熱量も大きく、ちょうどヒート・アイランドと同様な現象が出現する。集団内の方が2～3℃程度気温が高いことが確認できる。このような観察結果をもとに、都市のヒート・アイランドの学習を展開することが可能である(浦野, 1986)。

このように、よりスケールの大きな現象や身近なものに基本的な因果関係をそのまま拡大し、適用することができる。さらに、現在叫ばれている環境問題への一つの切り口にもなる。

② 雪の活用

降雪後、樹木などの幹の根元の周辺に、特定の方向だけに積雪が少ない所が見られる。ある方向だけ積雪が少ないのは、降雪中に風があり、幹の風上側に雪が落ち、風下側にはそれほど雪が回り込まなかったためである。これをもとに降雪時の主たる(卓越した)風向を知ることができる。地図上にプロットすると、建物周辺では風向が変わっていたり、渦をまくようになっていることを視覚的にとらえることができる。

風の観察には吹き流しや線香などの煙を使ったものが用いられるが、これらは小さな乱れや変動に左右されやすく、しかも観察者はそれらを横から観察するため正確な方向を同定しにくいという

難点がある。降雪後の観察は、降雪中の主たる風向がわかり、しかも真上から観察が可能であり、風向の同定が容易である。

③ 身近な気象観測

榊原(1990)は百葉箱にセンサーをおき、ケーブルで理科室にあるパソコンと接続して、気温の自動計測をするシステムを開発し、常時理科室で気温のモニターができるようにしたところ、生徒は興味関心を示し、気温のグラフを見に来る生徒や質問に来る生徒もいることを報告している。学校の気象観測は、百葉箱の中だけで行うのではなく、その観測経過・実況がリアルタイムに、しかもいつでも見ることができるといことが興味関心につながる。例えば校舎の北側の窓に接するように自記温度計を設置し、窓越しに自記紙とその記録の様子を誰もが見ることができるようになることも可能である。

④ 災害の科学

防災の個々の知識を教授するのではなく、「課題研究」的に取り上げるのが望ましい。地域もしくはその周辺における過去の自然災害を調べる。周辺河川の増水記録、古文書の記録や古老の話なども参考にし、百年に一度といわれるような事態になったときの状況を考察することも可能である。

⑤ 天気予報の活用

気象の学習の成果の一つとして、「今日は寒冷前線が通過する」という天気予報の情報をもとに、「一枚重ね着をしていった方がいい」と判断できるようになることがその一例である。特に小学校5年では、「天気の変化を予測する」という内容よりは、むしろこのような判断能力の育成を目指すべきと考える。

7. まとめにかえて

天気の変化の学習では、雲画像のみを利用した天気の子測が小学校段階での学習として適切であるかは、十分な検討が必要である。また、中学校終了時までには、例えば天気予報の番組を理解できる知識を身に付けさせることも目標の一つになる。とりわけ、気象災害の視点から、義務教育段階で習得すべき知識について検討することが重要である。このような視点からの教材の開発選択、さらに分析が今後は必要と考える。

筆者はこれまでに、中学校での気象の学習を通

して、習得可能な13の科学の方法(プロセススキル)を示してきた(例えば、浦野・島貴, 1991)。

①観察する ②測定する ③時間空間に関連づけてとらえる ④分類する ⑤記録し、伝達する ⑥予測する ⑦推論する ⑧操作的定義をする ⑨条件を制御する ⑩データを解析する ⑪モデル化をする ⑫データのシステム化をする ⑬情報システムとしてとらえる

学校での観察・観測や雲画像の活用も、このような能力の育成という視点から、小学校では①～⑥と⑬を中心に、中学校では⑦～⑫も含んだ授業の展開が有効であると考えられる。

さらに、気温を中核にした四季の移り変わりや地域による天気の特徴、気候の違いを見出し、地域のよさを発見することも重要であろう。このような視点から、今後も気象のカリキュラムを検討していきたい。

参考文献

- 秋田地方気象台, 1982: 秋田県気象百年史. 日本気象協会秋田支部, 秋田
- 伊藤久雄, 1977: 小・中・高等学校理科における気象学習の扱い. 天気, 26巻, 4号, pp. 235-242
- 伊藤久雄, 1986: 学校教育の中での気象の扱い. 日本気象学会気象研究ノート, 153号, pp. 4-26
- 浦野弘, 1986: 中学校における気象の教材教具. 日本気象学会気象研究ノート, 153号, pp. 41-50
- 浦野弘・島貫陸, 1991: プロセススキルの習得を重視した中学校気象領域の単元開発. 地学教育, 44巻, 6号, pp. 229-239
- 河原富夫, 1991: 児童・生徒の発達と気象概念の育成, 理科の教育, 40巻, 9号, pp. 584-587
- 榊原保志, 1990: パソコンによる気温モニタリングシステムの開発. 地学教育, 43巻, 2号, pp. 29-33
- 島貫陸・南部昌敏・浦野弘, 1981: 小学校における気象観測指導の問題点とその改善. 理科の教育, 30巻, 10号, pp. 661-667
- 戦後教育改革資料研究会, 1980: 文部省学習指導要領9理科編(1), 10理科編(2). 日本図書センター, 東京
- 高橋庸哉, 1993: 理科新教科書での気象関連記述内容とその問題点. 日本気象学会1993年春季大会講演予稿集, p. 301
- 文部省, 1952: 小学校学習指導要領理科編(試案). 大日本図書, 東京

小中学校における気象単元の検討

- 文部省, 1958: 小学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- 文部省, 1968: 小学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- 文部省, 1977: 小学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- 文部省, 1989: 小学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- 文部省, 1958: 中学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- 文部省, 1969: 中学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- 文部省, 1977: 中学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- 文部省, 1989: 中学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- 文部省, 1989: 小学校指導書理科編. 教育出版, 東京
- 文部省, 1989: 中学校指導書理科編. 学校図書, 東京
- 渡部景隆ら, 1987: 日本地学教育史の展望. 地学教育, 40巻, 4号, pp. 97-117
- 参考にした小学校の教科書は平成5年度の以下の供給本である。
- 内田正男ら, 1993: みんなの理科5上・下. 学習研究社, 東京
- 大木道則ら, 1993: 理科5年下. 新興出版社啓林館, 大阪
- 掛川一夫, 1993: 新しい理科5年上・下. 信濃教育会出版部, 長野
- 霜田光一ら, 1993: 小学校理科5年上・下. 学校図書, 東京
- 戸田盛和ら, 1993: たのしい理科5年上・下. 大日本図書, 東京
- 永野重史ら, 1993: 新版理科5下. 教育出版, 東京
- 水野丈夫ら, 1993: 新しい理科5上・下. 東京書籍, 東京
- 参考にした中学校の教科書は平成5年度の以下の供給本である。
- 上田誠也ら, 1993: 新しい科学2分野下. 東京書籍, 東京
- 大木道則ら, 1993: 理科2分野下. 新興出版社啓林館, 大阪
- 栗田一良ら, 1993: 新版中学理科2分野下. 教育出版, 東京
- 霜田光一ら, 1993: 中学校理科2分野下. 学校図書, 東京
- 戸田盛和ら, 1993: 中学校理科2分野下. 大日本図書, 東京