

## 東アジア気候環境とその変調を捉える視点の育成へ向けた 学際的授業開発の取り組み (多彩な季節感を接点に)

加藤内藏進<sup>1)\*</sup>・加藤晴子<sup>2)</sup>・別役昭夫<sup>3)</sup>

岡山大学大学院教育学研究科自然教育学系 (理科)<sup>1)</sup>, 岐阜聖徳学園大学教育学部音楽教室<sup>2)</sup>,

岡山大学教育学部附属中学校 (理科)<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1, <sup>2)</sup>〒501-6194 岐阜市柳津町高桑西 1-1,

<sup>3)</sup>〒703-8281 岡山市北区東山 2-13-80

(平成 21 年 11 月 25 日受理)

## Toward Development of Students' Sensitivity to the Change in Climate Environment in East Asia with Attention to the Variety of "Seasonal Feeling" in the Annual Cycle

Kuranoshin Kato<sup>1)\*</sup>, Haruko Kato<sup>2)</sup> and Akio Betchaku<sup>3)</sup>

Graduate School of Education, Okayama University<sup>1)</sup>, Faculty of Education, Gufu Shotoku Gakuen University<sup>2)</sup>,

Attached Junior High School of Okayama University<sup>3)</sup>

Kita-ku Tsushima-Naka 3-1-1, Okayama-city, 700-8530, Japan<sup>1)</sup>

Yanagitsu-Cho Takakuma-Nishi 1-1, Gifu-city, 501-6194 Japan<sup>2)</sup>

Kita-ku Higashiyama 2-13-80, Okayama-city, 703-8281 Japan<sup>3)</sup>

**Abstract:** To the change in the global environment, such as the Global Warming, regional climate systems will show rather different response from region to region. It is necessary for many people to be able to remark, as early as possible, what kind of regional climate change is going on, in order to mitigate the climate change itself or coming damage of the change in each region. In East Asia, the complicated seasonal variations are seen influenced by the Asian monsoon, resulting in the variety of "seasonal feeling". The present paper will discuss on the joint activity of meteorology with music, and so on, toward development of students' sensitivity to the climate change in East Asia with attention also to the "seasonal feeling". Firstly, some important viewpoints for understanding the seasonal cycle of climate systems in East Asia will be reviewed. We will also review the rapid temperature increase around the beginning of April in the Japan Islands in association with the "seasonal feeling", together with the reports of a lecture on that topic in a primary school. Next, another lecture on the seasonal cycle in East Asia and its climate change there in the secondary school will be reported. Finally, the future joint research plan will be discussed.

**Key words:** Climate and its Change in East Asia, "Seasonal cycle and Seasonal Feeling", Meteorology and Music Songs, Environmental Education

### 1. はじめに

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 気候変動に関する政府間パネル) (2007)[1]の第 4 次報告書は, 地球温暖化について, 従来の報告よりも更に厳しい警告を行っており, それらに関する正しい見識の普及は, 持続可能な社会づくりのための重要な基盤の一つとして急務である。しかも, 今後は, このような

点への理解を促すばかりでなく, 現実にどのような変化が『起きつつあるのか』をも, いち早くキャッチ出来るような視点・意識を涵養する環境教育プログラムの開発が, 学校現場の各段階で必要と考える。

ところで, IPCC (2007)[1]でも触れられているように, 地球温暖化は, 単に全球的に一律な気温の変化にとどまらず, 地域毎に独特な様々な変化を引き起こす。従って, 前述の教育プログラムの際には, 「地球規模の環境変化に伴う地域規模の気候環境の変化の兆し」にも

\*E-mail: kuranos@cc.okayama-u.ac.jp, Corresponding author

注目させる必要がある。

特に、東アジアでは、アジアモンスーンの影響を受けて、梅雨・秋雨ほか、数々のステージ間の急激な遷移を伴う独特な季節サイクルが見られる（例えば、松井・小川 編(1987), 松本(1993), 加藤(1997, 1998, 2002, 2004a, 2004b), 加藤 他 (2004) [2]~[9]）。例えば、日本列島での春から梅雨最盛期にかけてのみに限定しても、Table 1 に示されるような季節遷移が見られる。従って、地球温暖化等に対する東アジアの地域規模の気候変化は、季節サイクルのステージ毎に、応答がかなり異なる可能性がある。更には、東アジア独特な季節サイクルそのものが変形される形での（すなわち、季節の進み方自体の変調を反映した）様々な異常気象の出現も報告されている（Sato and Takahashi 2001[16]; Inoue and Matsumoto (2003)[17]; 妹尾・加藤 (2008)[18], 等）。

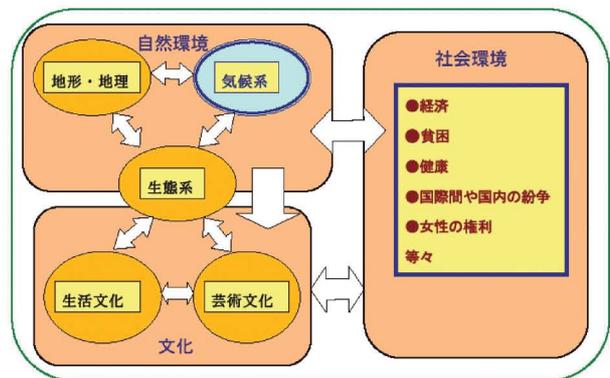
**Table 1 Seasonal evolution of large-scale circulation fields around the Meiyu/Baiu frontal zone in East Asia**

時期	季節遷移のイベント
3月初め頃	華南～華中での「春雨」(連陰雨)の開始 (Tian and Yasunari 1998) [10] (インドシナ半島での地上付近の熱的低気圧形成も関係)
5月初め頃	日本付近の前線帯の準定常的雲帯への変化 (Kato and Kodama 1992) [11] (南北の対流圏中層の偏西風ジェットが日本付近でも分離)
5月半ば頃	華南～南西諸島の梅雨前線での積乱雲群の急増 (Hirasawa et al. 1995) [12] (インドシナ半島での雨季の開始に伴い)
5月末頃	華南の梅雨前線の温度構造の急変 (Kato 1985, 1987) [13][14] (中国乾燥地域での急昇温に伴い)
6月半ば頃	華中～日本列島への下層南風が強化され、梅雨最盛期へ (Kato 1989a) [15] (南アジアや熱帯西太平洋域でのモンスーン開始に伴い)

一方、東アジアの季節サイクルは、人々の生活様式を規定するだけでなく、多彩な季節感を反映した独特な文化を育んできた。例えば、高橋 (1978) [19]は、『季節と恋は日本古典文学の要(かなめ)』であり、その恋ですら、(中略)、『いつも季節の風物に彩られた恋であった』と述べている。このような季節感に対しては、温暖化等に伴って季節サイクルが僅かに変調するだけでも、その影響は小さくないことが想像される。逆に、関連した「季節感の変化」は、気象変数の「値」の変化としては小さくても、季節サイクルの変調に関連する気候変化の兆候を感覚的に把握する「眼」にもなり得よう。

また、地球温暖化に関連する変化は、長い時間スケールでの現象であるが、より短周期で振幅の大きな変動も重なるため、リアルタイムには捉えにくい。しかし、「細かいステップで急激に遷移していく季節」に注

目して「その季節変化の経過もセットとして現象を捉える」という科学的視点と、「今年は何か違うぞ!？」と鋭く感じ得る感性の双方を利用することにより、科学的に吟味すべき気候変化の実態を問題提起するチャンスは増す筈である。まさに、そのような視点や意識を育む教育プログラムの開発のために、「細かいステップで急激に起きる季節遷移」自体を詳細に見直しながら、生物、詩歌、歌曲・童謡・唱歌、絵画等に見られるそれらの季節感に関する切り口を通して、学際的に連携することが有効だと考えられる。



**Fig. 1 Connection among the climate system, natural environment, culture, and social environment**

ところで、地球温暖化のような環境問題は、それ単独では閉じず、様々な社会問題と相互に関連し合っている (Fig. 1)。従って、持続可能な社会を築き上げるための教育においては(「持続発展教育」ESD: Education for Sustainable Development), それぞれの分野の個別的な取り組みだけではなく、様々な分野を多様な方法を用いてつなげて総合的に取り組む必要がある (日本ユネスコ国内委員会 (2008)によるパンフレット等を参照)。

「気候システムとその変動」は、Fig. 1 に示す様々なものの繋がりが大きいだけでなく、それ自体にも一筋縄ではいかない複雑さがある。このため、気候系やそれを軸とした学際的な内容の繋がりは、多面的に事物を分析して様々なものの繋がりを考える力やそのような視点を大事にする価値観 (ESD でも必要) を涵養するための格好のトレーニング教材にもなると考える。

そこで本論文では、東アジアの気候環境とその変化を捉える眼を育成するための教育プログラム開発へ向けて、多彩な季節感を軸とした学際的連携に基づく筆者らの成果も引用しながら、今後の研究の方向性も含めた検討を行う。そのためのベースとなる東アジアの季節サイクルに関わる特に重要な切り口の幾つかについては、学際的視点も交えて従前の知見を体系化する。それらを踏まえた授業開発の一環として、日本の春を題材とした研究の成果をレビューするとともに (第 3 章)、日本の季節サイクルや異常気象の検出に関して本

学の附属中学校で行った講義とその分析を行う(第4章)。それらを通して、気候変化の兆候を捉える眼を育てるため今後の研究の方向について検討する。なお、第3章では、加藤・加藤(2006)、加藤(晴)他(2006)、加藤他(2009)[20]~[22]の内容を少し詳しく紹介しながら議論する。また、本論文での地上気象データの解析結果は(上記引用も含めて)、気象庁編集の地上気象観測時日別データ、気象庁年報の各CD-ROMあるいは気象庁HPに収録されたデータに基づく。

## 2. 東アジアの季節サイクルと変調を捉える視点

### 2.1 東アジア季節サイクルのベース

中緯度地域では、地球全体で見た平均的な南北の温度差が大きい(「傾圧帯」)。その南北の温度差を解消すべく、中緯度地域では、上空の偏西風の波動が卓越する(「傾圧不安定波」と呼ばれ、地上天気図上では、交互に東進する温帯低気圧・移動性高気圧システムに対応)。そこでは、低気圧等に伴う前線の出現頻度も高く、寒帯前線帯などの前線帯でもある。そのような「前線帯」が、太陽高度の季節変化に対応して、夏は高緯度側に、冬は低緯度側に移動することに伴い、中緯度地域での卓越する気象システムの季節変化が生じる。特に、春や秋には、このような基本場の中で生じる傾圧不安定波に関連した「西から東への天気の変り変わり」が明瞭に見られ、小学校5年生の理科の天気の学習の中でもターゲットとなっている(加藤 2009[23])。

しかし、東アジアの気候系は、上述の因子だけでなく、ユーラシア大陸の存在、その周囲の特に暖かい海、チベット高原の存在、等により駆動される地球規模のアジアモンスーンにも、強く支配される。その顕著な例が、梅雨や秋雨、冬の寒気吹き出しと日本列島の日本海側の大雪である(加藤 1997, 2002, 2004a, b, 加藤他 2004, 加藤(内)他 2006 [2][6]~[9][24]等を参照)。

Fig. 2 は、気象庁(1991)[25]による月平均海面気圧分布図(1961-1990年平均)から値を読み取って作成した、25N(南西諸島付近の緯度。本論文で作成)及び50N(樺太付近の緯度。加藤・加藤(2006)[20]より引用)に沿う時間経度断面である。120E(中国大陸東岸の経度)、140E(東京付近の経度)を細い点線で示す。日本付近への冬の寒気吹き出しに関連するシベリア高気圧と東方のアリューシャン低気圧とのコントラストは(上図)、11月~3月頃に明瞭である。一方、南アジアのモンスーンに関連する低圧部は、6~9月頃の期間、東方へも大きく拡大している(下図)。特に、6~7月頃の日本列島の梅雨最盛期には、その低圧域と東方の北太平洋高気圧との間の気圧傾度に伴う強い下層南風(地衡風)が、梅雨前線への水蒸気輸送を担う。

このように、日本付近の気候システムは夏や冬のアジアモンスーンの影響を強く受ける。しかし、その交

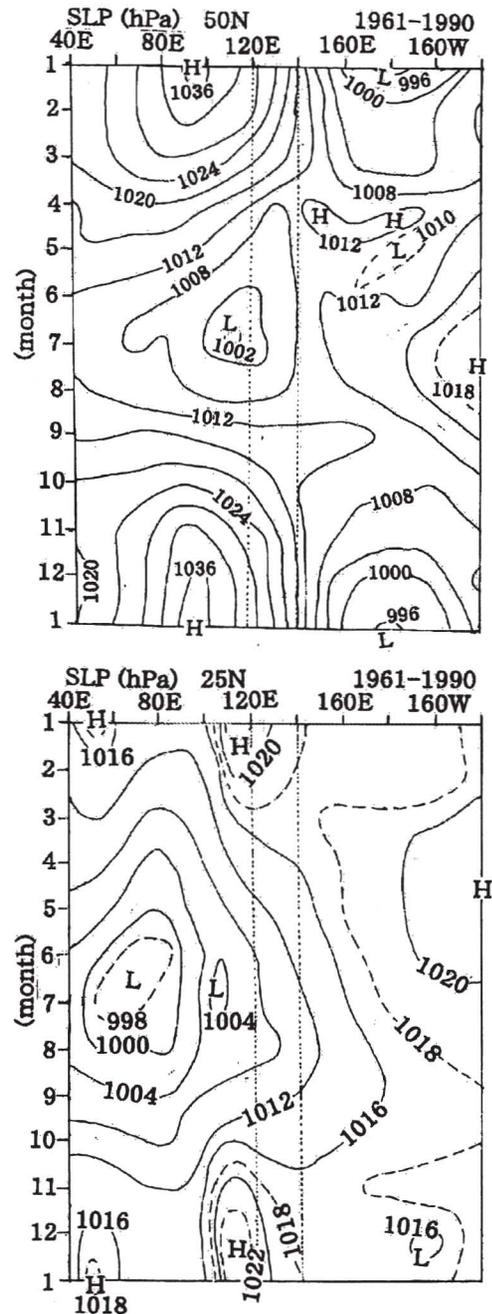


Fig. 2 Time-longitude sections of climatological sea-level pressure (SLP) averaged for 1961-1990 (hPa) Upper panel shows for that along 50N (after Kato and Kato (2006)[20]), and lower panel for 25 N.

代期にあたる春や秋には、中緯度の一般的特徴である温帯低気圧・移動性高気圧の周期的通過で特徴づけられ、それだけの因子でも、かなり特徴の異なる気候系の影響が各季節で交代することになる。

なお、日本付近で南北の温度差や上空の偏西風が最も強いのは、春や秋よりも真冬の頃であるが、Nakamura (1992)や中村(1995)[26][27]が指摘したように、北太平洋域での低気圧活動は真冬の前夜でピークになる点も注意が必要である。

また、ある季節頃のみに着目しても、アジアモンスーンシステムの段階的な季節進行に対応して、東アジアの気候系は、細かいステップで急激に変化する。例えば、梅雨前線の特徴の遷移のみでも、Table 1 (第1章) に示されるような幾つもの季節遷移が見られる。

更にアジアモンスーンシステムは、大きく見れば、①南アジア域、②ユーラシア大陸の中高緯度域、③熱帯西太平洋域、④北西太平洋域北部、の各サブシステムに分けられ、それらのサブシステム間の季節サイクルのタイミングのずれは大きい。このため②では、6-7月頃に、ユーラシア大陸北東部の気温がその周辺の④や北極海よりも高温になり、これが、東北日本の冷夏とも密接な関連があるオホーツク海高気圧の発生を促すという(加藤 1995a,b; 中村・深町 2005; Nakamura and Fukamachi 2004) [28]-[31]。

一方、③では、9-10月頃でも、海面水温が非常に高い領域は真夏と同じぐらいの広がりを示す(例えば、Murakami and Matsumoto (1994)[32]を参照)。これを反映して、9月にも西太平洋域で台風の発生が多いだけでなく、梅雨前線と秋雨前線の特徴の違いも生じる(加藤他 2004) [9]。

以上のように、東アジアでは、様々な要因に伴って、気候システムの特徴が、季節サイクルの中で細かく変化する。従って、本研究で狙う教育プログラム開発の際にも、多彩な季節感に関連する東アジアの季節サイクルはこのようなベースのもとで生じていることを、強く意識すべきであると考えられる。

## 2.2 季節進行の変調と日本付近の異常気象例

異常気象の話が社会で話題になる際に、まず、平年よりもどのくらい気温が高いとか、降水量が多い、という捉え方がなされる。その原因を考える際に、「大気循環場のどのようなアノマリーにより、どの地域でどのような異常が生じた」という捉え方は、もちろん大変重要である。しかし、2.1で述べたように、東アジアの季節サイクルは大変多彩であるので、それがどのように変形されている(歪んでいる)のか、という視点で理解することも重要である。

例えば、1990年代には、本来の盛夏の時期になっても、日本付近で梅雨前線の影響を受けやすい年が多くみられるようになった(Sato and Takahashi (2001)[16]; Inoue and Matsumoto (2003)[17], 等)。一方、1970年代にも8月頃に日本列島付近に前線が多く出現する年がしばしば見られたが、1970年代のそれは、いわば、「秋が早く来る」ことに対応していたのに対し(シベリアからの寒気の南下)、1990年代には「夏がなかなか来ない」ことに対応していたという(オホーツク海高気圧が夏にも出現)(妹尾・加藤 2008) [18]。このように、梅雨-盛夏-初秋(秋雨期への移行前)の季節遷移の変形が起きている可能性は、現実に問題提起されてい

る点の一つである。

従って、日本付近の異常気象や気候変化の兆候をいち早くキャッチしようとする際にも、「詳細な季節進行のどの部分が変化していそうなのか」という見通しを持つことが必要である。このためにも、多彩な季節サイクル自体を深く捉えさせるような教育プログラムは重要と考える。

## 3. 日本の4月初め頃の急昇温

### 3.1 気象学的特徴

日本付近は年間を通じて、ほぼ平均雲量極大ゾーン(前線帯にも対応)にあたり、しかもその前線帯付近の大気場の特徴、すなわち、前線帯の「質」は季節的に大きく変化する(加藤 1989b[33])。梅雨や秋雨も、そのような前線帯の季節経過の中で理解できる。一方、気温などの季節変化やそれに関連する自然の変化も、人々の感性に大きな影響を与え得よう。

そのような季節進行の中で、加藤・加藤(2006) [20]、加藤他(2009) [22]は、日本では、南西諸島を除く日本列島域で3月終わりから4月初め頃に季節進行としての急昇温が見られることを指摘した(例えば、Fig. 3)。しかも加藤他(2009) [22]は、秋から冬にかけて逆に急

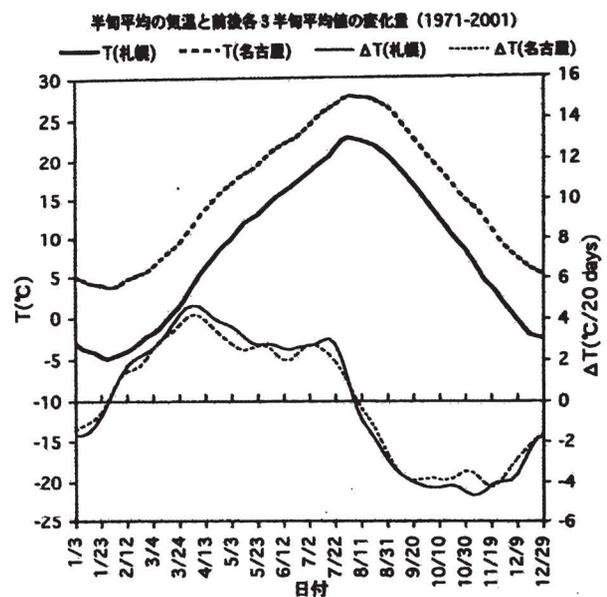


Fig. 3 5-day mean surface air temperature (T) and its seasonal increase ( $\Delta T$ ) at Nagoya (central Japan, solid lines) and Sapporo (Northern Japan, broken lines) averaged for 1971-2001(°C)

Running mean values of T with weights of 1,2,1 for the successive three pentads, respectively, are shown. As for  $\Delta T$ , difference of the mean for the three pentads after from that for three pentads before. Thus the positive value indicates the seasonal increase in T (after Kato and Kato 2006[20]).

降温が続くが、降温の大きさも9月初め頃～12月初め頃まで継続しているのに対し、2月半ば～7月の昇温期中で3月終わり～4月初め頃に昇温のピークが見られるという季節変化の非対称性も指摘している。従って、山間部を除く九州～関東の各地で、桜の花見の季節であるその時期に限って特に昇温が大きい点は注目すべきである。日々の気温の変動の大きさ(日平均気温の標準偏差 $\sigma$ は、3、4月とも3°C程度)を併せて考えると、加藤他(2009)[22]がコメントしているように、4月には「今日はいつもより寒い」と感じる日の気温でも、実は、3月には「今日はいつもよりも暖かい」と感じる気温だった、というような平均気温の上昇(1ヶ月で2 $\sigma$ 程度もの)があることを意味する。

しかも、例えば35N(九州～関東の緯度帯)では、太陽が比較的高い高度から照る時間が、3月から4月にかけてかなり長くなる。例えば2月10日頃には、45°よりも高い高度まで太陽は昇らないが、3月12日頃には3.3時間/日、4月12日頃には5.3時間/日になるという(加藤・加藤2005;加藤他2009)[34][22]。また、札幌や高田など冬の積雪の深い地域で、数10cm以上

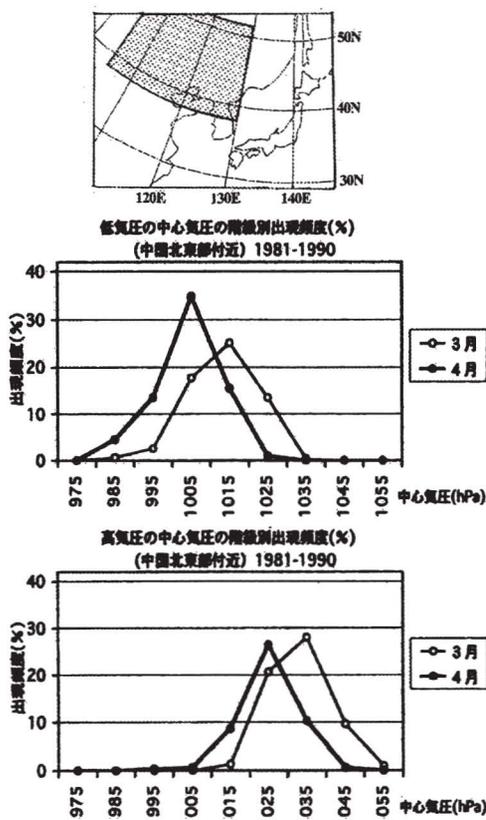


Fig. 4 Appearance frequency of lows (middle panel) and high (lower panel) on the surface weather maps within the area shaded in the upper panel for each range of its center pressure (%)

Thick solid lines indicate for April and thin ones for March. Analysis is based on the surface maps at 00 UTC from 1981 to 1990 (after Kato et al. 2009[22]).

積雪の残っている日も、4月頃になると殆ど現われなくなる(1971-2000年の統計。加藤・加藤2006[20])。ところで西日本では、春になると、暖湿な気団の侵入等に関連して、30mm/日あるいは50mm/日を超えるようなまとまった降水も時々起きるようになる(頻繁にというわけではないが)(加藤1997;加藤・加藤2006)[4][20]。このように、3月終わり～4月初め頃の急昇温の時期には、その他の自然現象にも視覚的、感覚的(激しい雨なども含めて)な変化が見られる。

3月までは90E付近に中心を持つ平均場のシベリア高気圧がそれなりの強さを保っているが(1、2月に比べると弱い)、4月には殆ど不明瞭になっている(Fig. 2上図を参照)。しかも、Fig. 4に示されるように(加藤他2009[22])、3月に比べて4月には、上段の影をつけた領域における中心示度1030hPaを超える高気圧の日々の出現頻度は大きく減少する一方、1000hPaを下回る低気圧の頻度はかなり増加していた。これは、日々で見ても4月にはシベリア高気圧が弱まり、その領域に発達した低気圧が出現して、日本列島へ南風を吹かせる機会が増加することを示唆している。更に詳しくは、加藤・加藤(2006)[20]による1993年3、4月を比較した事例解析を参照されたい。このように、まさに4月初めの花見の季節頃に、冬の大気循環パターンのほぼ完全な消失に伴って日本列島全域での急昇温が起きる点が興味深い。

### 3.2 春を歌った童謡・唱歌について

加藤他(2009)[22]は、『日本童謡唱歌全集』(足羽1985)[35]、『日本の唱歌(上)明治篇』(金田一・安西1977)[36]、『同(中)大正・昭和篇』(金田一・安西1979)[37]に収録されている邦人作品全506曲の内容を吟味した結果、季節を素材とした曲が113曲あり全体の約22.5%を占めること、その中で、春を歌った曲が38曲と最も多く、夏が31曲、秋が20曲、冬が17曲、複数の季節のものが7曲であったことを報告している。

なお、童謡・唱歌に見られる春の表現について、加藤・加藤(2006)[20]は、日本の芸術歌曲におけるそれと比較して分析している。童謡・唱歌に見る春の歌の旋律は一般に素朴で、歌詞には花の開花や鳥のさえずり等が多く歌われている。一方、春を歌った日本の芸術歌曲では、春の描写を担う歌の中心が旋律よりもむしろピアノ伴奏におかれていて、リズム、音量、和声、調性等に様々な工夫が見られるという。

更に、加藤他(2009)[22]は、上述の春を歌った童謡・唱歌全38曲の歌詞から俳句の春の季語に対応する素材を抽出し、春の気象や植物、動物等に関する知見を手がかりに、それらの歌が春の中でも主にどの時期に対応するのかを吟味した(詳細は原論文を参照)。その結果、九州～関東でいえば、啓蟄(二十四節気の一つで、3月6日頃を指す)までの時期を対象とした歌に

比べて、昇温が特に大きくなる春分（3月21日頃）以降を対象とした歌が圧倒的に多いという対応が見られた点が明らかになった。

### 3.3 気候と音楽と連携した小学校での授業実践

3.1, 3.2 で述べた春の季節進行の気候学的特徴の把握と『どこかで春が』（百田宗治 作詞, 草川信 作曲）の歌唱指導とを連携させた研究授業を、倉敷市立琴浦東小学校5年生1クラスを対象に実施した（2006年5月11日に第1, 2校時目を、同6月11日に第3校時目として実践）。第1校時目の詳細については加藤他（2009）[22]を、全体の流れと第2, 3校時目については加藤(晴)他（2006）[21]を参照されたい。

各時間における学習目標は次の通りである。

（第1校時目）

① 気温の変化を中心に、冬から春への季節の移り変わりを捉える。

② 気温変化の特徴をもとに、気候との関わりから桜が咲く頃の人々の気持ちや行動について考える。

（第2校時目）

① 歌詞とその背景にある気候や自然との関係に目を向けることを通して、詩のイメージを膨らませる。

② 歌詞の中にある春を表す言葉から、聞こえてくる音や思い浮かぶ情景を声で表現し、歌唱表現の手がかりを得る。

（第3校時目）

① 言葉遊びや詩の音読を通してイメージしたものをもとに歌唱の工夫をする。

春の気候の特徴に関する授業は、第1校時目に行った。まず、岡山、札幌、東京の半月平均気温の気候学的な季節変化のグラフを黒板に示して気温の昇温量に注目する方向へ導入した。そして、グループ（4～5人）毎に、日本列島上の8地点（札幌、仙台、新潟、東京、名古屋、岡山、高知、長崎）の中の一つの地点を担当し、ワークシートに記した15日平均気温の季節的変化量の数値をグラフにプロットさせた。各地の結果を黒板に示し全員で検討するとともに、その時期の気候学的説明を行い、生活感覚的な事項との関連にも触れた。なお、岡山地方気象台は1982年10月1日に、岡山市の郊外から中心部へ移転した（気象庁2001[38]）。このため、ヒートアイランドの影響などにより、移転を挟んだ期間における気候の経年変化を議論するには適当でない。しかし、地元のデータは子どもたちにも身近に感じられること、及び、気温の経年変化を扱うわけではないこと、を勘案して岡山のデータも教材とした。

また、限られた時間の中でグラフ作成を子どもたちに行わせるために、どこまでデータの簡略化が可能かも検討した。半月毎の季節的昇温量の平均値の時系列は、Fig. 3と殆ど変わらなかった。さらに、それを半月毎に間引いたものは、その間引き方によって多少の違

いが見られたものの、4月初め頃が3月初めや5月初め頃よりも昇温量が多い点は十分表現されており、それを教材とした（Fig. 5. 加藤他（2009）[22]より）。

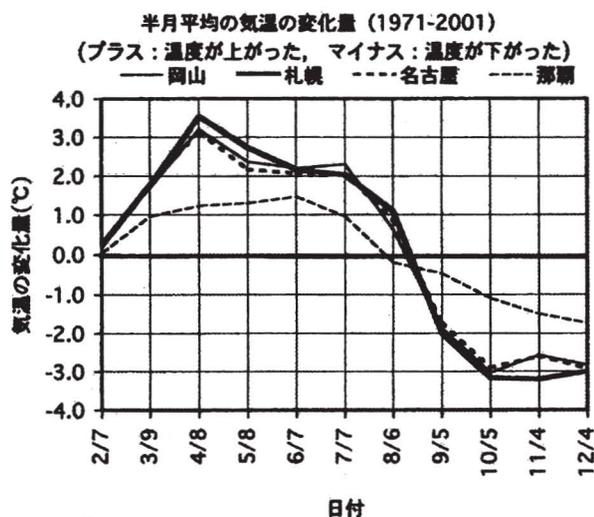


Fig. 5 Seasonal increase in air temperature ( $\Delta T$ ) based on the mean values for each half-month

Figure is shown with a month interval (averaged for 1971-2001). Naha is located in the Southwest Islands area and the data there is also shown for comparison. Details are referred to the text (after Kato et al. (2009)[22]).

授業記録やワークシートへの記述内容を分析した結果、加藤他（2009）[22]は、「昇温量」と「気温自体」の混同が一部の子どもたちに見られるなどの問題点があったが、季節感を切り口とする気象と音楽の連携の可能性を示す事例となったと報告している。なお、日本付近では、興味深い特徴を示す季節遷移はこの他の時期にも色々見られるので、それらについての授業も試みる必要があると考える。

## 4. 附属中学校での特別講義（多彩な季節感を育む東アジア気候系とその変調）

### 4.1 講義全体の概要

第1章で述べた目的に近づくためには、東アジアの季節サイクル全体の中で、異なる因子に支配される季節現象やその遷移を学際的視点も交えて比較理解したり、季節サイクルの位置づけの中で異常気象や気候変化の実態を捉えたりする授業開発も必要である。特に後者に関しては、単に、気象庁や研究者が提示した解析図の情報だけでなく、生徒自らが気象官署の生の観測データを分析して異常気象や気候変化を見出す経験も必要と考える。なぜなら、気候要素は様々な時空間スケールでの変動があり、単にある時期を境に一律に変化するわけではない。従って、様々な変動も重なる中で、どのような変化があるのかを見出す必要がある。

また、例えば月平均値ばかりでなく、日々で見たときの極端な値の出現傾向がどう変化しているかに目を向けるべき現象もある。そのような、「気候変化」を見る視点の涵養のために必要だからである。

本章では、附属中学校における特別集中講義の一環として筆者の加藤(内)が別役と協力して行った、「多彩な季節感を育む東アジアの気候システムとその変調」の概要とその成果・問題点について述べる。なお、この講義は、第1学年を対象とした「総合的学習」の一環として、教育学研究科8名の教員により行われたものである(各講義とも、約25名の受講者)。なお、受講者のバックグラウンドが、小学校第5学年の理科で「西から東への天気変化の実態と仕組み」や「台風と日本の天気」、社会科で日本の各地の気候特性についてある程度学習しているのみという状況も考えて、次の内容を扱った。

- (1) 日本の気候とモンスーンとの関係(「梅雨」を例に)(春の「西から東への天気の変化」とも比較)
- (2) 新潟県の高田における多雪日や、岡山における夏の極端な猛暑の日の年々の変化を捉える実習
- (3) 冬から春への変化、秋から冬への変化に関する気候学的特徴と音楽・文学に表された季節

(1)に関しては、2.1で述べたようなアジアモンスーンを生じさせる地理的因子に触れ(ビーチボールの地球儀も利用)、そのようなモンスーンの影響で生じる夏と冬との顕著なコントラストや東アジア独特な気候系に言及した。その一例として、梅雨を取り上げ、特に西日本以西での豪雨の頻出は、上記の因子によって形成される強い南風が多量の水蒸気を梅雨前線へ輸送するためである点を、気象衛星ひまわりの全球画像の動画を春と比較して示すことで説明した。(2)や(3)に関しては、以下の節で述べる。

#### 4.2 夏や冬の異常気象の出現状況を調べる実習

1990年代頃には、地球規模での気温の上昇も大きいですが、日本付近の気候はどう変化しているのか、冬の日本海側での大雪や夏の暑さ(岡山を例に)を例として分析させた。4.1に述べた、極端な現象の起きた日の出現状況に注目させたことになる。但し、対象期間のデータには、地球温暖化などのトレンドよりも短い数10年周期変動も含まれているので、検出する変化の全てが「地球温暖化」の影響に関連した成分とは限らない点に、注意が必要である。

全球的な温暖化にも対応して、1980年代後半以降北陸等での降雪量が減少しているが、それは多雪日の減少を反映している(加藤・菅 2008[39])。そこで、1971~2001年1月の高田における日降雪量の表を配布し、降雪量10cm以上の日数と、その中でも30cm以上となった日数とを、期間の前半と後半についてそれぞれカウントさせて比較した(Table 2 上段に筆者が行った解

析結果を示す。但し、生徒には、本表を値の記入のない状態で配布した)。1972~1986年平均では、10cm/日以上が平均10.7日、うち30cm/日以上が3.9日であったのに対し、1987~2001年平均では、10cm/日以上が5.8日、うち30cm/日以上が2.1日と、後半期間の出現頻度はそれぞれ前半の半分程度になっていた。

Table 2 Number of days with the snow fall amounts more than 30 cm/day and 10 cm/day at Takada (upper), and that with the daily maximum temperature higher than 34°C and 35°C at Okayama (lower)

年	30cm/日以上		10cm/日以上	
	合計(日)	平均(日)	合計(日)	平均(日)
1972-1986	58	3.9	161	10.7
1987-2001	31	2.1	87	5.8

年	34°C以上		35°C以上	
	合計(日)	平均(日)	合計(日)	平均(日)
1983-1994	79	6.6	47	3.9
1996-2007	133	11.1	75	6.3

一方、夏の暑さに関して、1983~2007年8月における岡山の日最高気温の数値を記した表を配布した(A3版1枚に印刷。縦に日付、横に年)(岡山地方気象台の現在の位置への移転後)。その表から、日最高気温が34°C以上の日数、35°C以上の日数を、この期間の前半と後半で数えさせて比較した。Table 2 下段に示されるように、1983~1994年には日最高気温34°C以上の日が平均6.6日、うち、35°C以上の日が3.9日であったが、1996~2007年には、それぞれ、11.1日、6.3日に増加していた。

なお、各班(各4人程度)で夏と冬いずれを担当するかを選ばせて、作業を行った(Fig. 6)。カウント作業が予定以上に時間を要したが、大方のカウントが終

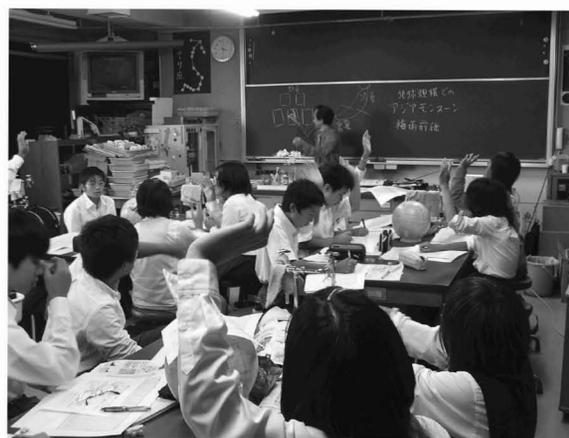


Fig. 6 Students' selection of the analysis case

了後、上述のような結果を確認してまとめを行った。なお、今回は、上述の事実を見出すことがメインであり、その後、注意の喚起程度ではあるが、「岡山の日最高気温が極端に高い日の日数は、年ごとにも大きく変動しており、前半の期間でも日数の多い年はある。しかし、後半の期間では、当該日の出現日数の少ない年は稀であり、いわば、毎年のように日中の暑さの大変厳しい日が出現しやすくなったといえる。」のようなコメントを、筆者による Fig. 7 を提示して行った。

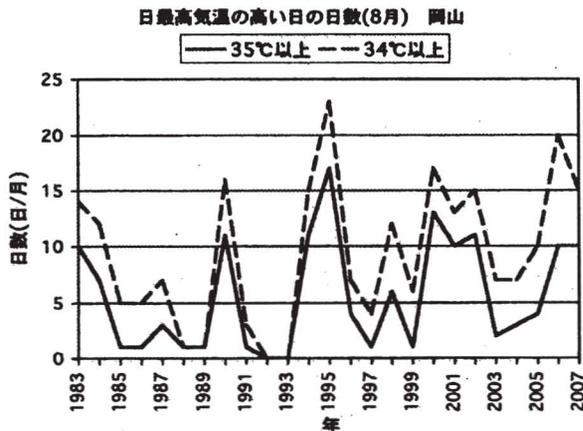


Fig. 7 Year-to-year variations of the number of days with daily maximum air temperature higher than 34°C and 35°C in August at Okayama

### 4.3 春や晩秋の季節の変わり方について

今回の講義では、最後に、季節の変わり方と季節感に関連して、3月終わり〜4月初め頃の日本列島全体での急昇温のグラフと大気循環場の変化を示すとともに、春を歌った童謡・唱歌もこの時期以降に多い点をコメントした(3章の内容に関連)。更に、11月頃には冬の天気パターンが頻繁に見られるようになること、その時に見られる「時雨」を素材とした短歌も多数あることを述べ、次の歌などを紹介した。

- 「たつた川もみぢばながる神なびの  
みむろの山に時雨(しぐれ)ふるらし  
(よみ人しらず(古今和歌集巻第五秋歌下))
- 木の葉散るしぐれやまがふわが袖に  
もろき涙の色と見るまで  
(右衛門督通具(新古今和歌集巻第六冬歌))
- 月を待ったかねの雲は晴れにけり  
こころあるべき初時雨かな  
(西行法師(新古今和歌集巻第六冬歌))

なお、時雨は、西高東低の冬型の気圧配置時に日本海上で生じる対流雲に関連しており(気団変質過程に関連)、雨がサーッと降ってはまた晴れるという降り方をする(石井(2002)[40]。「北山時雨」はどちらかというところのような陽性型のもので、時には終日太陽が顔を出さないような陰性型もあるという)。時雨の情景

を詠んだ第3首目は、そのような陽性型の時雨の特徴を好意的によく表現している。また、時雨に関連した歌には、時雨の情景(目の前の時雨だけとは限らないが)を詠んだものだけでなく、時雨から涙を連想させる歌などもある。

ところで、Fig. 2の左図に示されるように、寒気吹き出しに関連するシベリア高気圧は10月頃には強まり始める。11月になると日本東方のアリューシャン低気圧もある程度強まり、日本付近では平均場としても冬型の気圧配置に近い平均場に移行する。しかも日本海の水温は秋にはまだかなり高いので、日本海から大気への熱・水蒸気輸送が10月頃から大きくなる(熱輸送は真冬の半分程度であるが、水蒸気輸送は真冬に匹敵)(Kato and Asai 1983[41]; 加藤 1989b[33])。従って、真冬になる前も、時雨が見られるこのような季節を、秋と真冬の間の「中間の季節」として注目させる意味は大きい。

なお、この節で述べた内容は授業時間の関係で簡単に触れただけであったので、「時雨と季節遷移」に関する学習活動を充実させる新たな検討も、今後必要と考える。

### 4.4 授業の成果や今後の課題

本講義終了後、

- ①日本の気象や季節変化の特徴で分かったこと
- ②日本の夏や冬の気候変化の実態について、今回の作業を通して分かったこと、
- ③今回の気象の話題に関連した他分野の内容についてもっと知りたいと思ったこと、
- ④その他の感想等、

について生徒が記載したワークシートの内容を検討した(トータルA4版1枚分)。なお、別途、担当教員へのお礼状を兼ねた感想文(B6版)も頂いたが、その記載内容も参照した(ワークシートの記載と重複しない新たな記述について)。

③については省略するが、①、②、④についての生徒の記述をまとめると次のようになる。

#### ①について分かったこと

- ・日本は夏と冬の寒暖の差が大きくなること
- ・モンスーンの影響で生ずる強い南風により、梅雨前線へ多量の水蒸気が運ばれて大雨をもたらすこと(沙漠になってもおかしくない緯度なのに)

以上のいずれかの趣旨は、多くの生徒が記載していた(一部の記述のみも含めると、25名中19名記載)。なお、3〜4月、5月頃の日本付近の雲の様子、台風の発生の様子について記載した生徒も何人かいた。

#### ②について分かったこと

岡山の極端に暑い日の増加傾向や高田の多雪日の減少傾向を記載した生徒は13名で、それなりのインパクトがあったものと考えられる。但し、対象とする期間

の、どのタイムスパンでの話なのか、どのようなデータで見た変化なのか、等の記載があった生徒も計3名いたが、多くの生徒は具体的記載が不足していた。

なお、①の回答を②で書いた生徒も9名あったが、それは、①の回答としてカウントした。

#### ④について

・「異常気象抽出実習」がいい経験だった(礼状での感想も含めると計4名)

- ・理科と文学が関係あるんだなとびっくりした
- ・気象と文学とが関係ある
- ・季節にもいろいろな歌がある
- ・季節の中間を歌った秋の歌が多いのも意外

以上のように、日本の気候システムがアジアモンスーンの影響を強く受けているという背景については、概況や梅雨に関連して、印象深く生徒が捉えており、また、気候変化を実際のデータで抽出する作業自体に興味深く感じた生徒も複数いたことも、意味のある成果の一つと考える。但し、多くの生徒が検出した気候変化の事実を言葉としては指摘しているものの、具体的記載が不足しており、具体的事実を明確にイメージさせる授業の工夫の必要性が示唆される。

なお、④の記述、特に、「季節の中間を歌った秋の歌が多いのも意外」との記載は、生徒の意識が日本の季節の本質的な点へ向いたものとして評価出来る。従って、このような意識が特定の生徒だけでなく、多くの生徒に浸透するような更なる授業開発を進める必要がある。また、3-4月や5月頃の日本付近の雲の様子、台風の発生の様子について記載した生徒も何人かいた。これは本題ではなく余談として話したにも関わらず、気象衛星の動画が強い印象を与えたことを示唆する点も興味深い。

## 5. おわりに(今後の展望)

本論文では、多彩な季節感を軸に、東アジアの気候環境とその変化を捉える『眼』を育成するための教育プログラム開発へ向けて、東アジアの気候システムとその季節サイクルの理解のための視点の体系化、それらを踏まえた学際研究の成果のレビュー、及び、新たに行った授業の内容やその成果・問題点についての報告を行った。それらのポイントは、次の通りである。

(1) 日本付近の季節サイクルの多彩さは、春や秋の中緯度の一般的な現象である傾圧不安定波の通過、アジアモンスーンの夏と冬の交代に伴う影響で生じる独特な現象(梅雨、冬の寒気吹き出し等)、のように卓越システムが季節的に大きく変わること、更に、アジアモンスーンサブシステム間の季節進行のタイミングのずれの影響が加わること、等に集約される。

(2) 日本付近では、冬の気候循環システムのほぼ完全な消失に関連した3月末-4月初め頃の季節的な急昇温も特徴的であり、その急昇温直後の時期を歌った唱歌も多い。本稿では、『どこかで春を』の曲の歌唱指導とその時期の気候を捉える学習とを連携させた授業実践の概要と結果について、既に筆者らのグループによって発表された複数の論文のエッセンスを取りまとめて体系化した。

(3) 東アジアの季節サイクル全体を見渡しながらかつた季節の特徴を捉えるとともに、夏や冬を例とする気候変化の例を観測データの集計作業により検出する作業を含む講義を、附属中学校で行った。日本の気候系がアジアモンスーンの影響を強く受けていることを理解したこと、生徒が異常気象の実態をデータから見出した点、季節遷移の過程で「中間の季節」(生徒たちがこれまで抱いていた季節の区分に対して)という視点を持つ契機となった点、などの成果が挙げられる。また、今後の更なる課題についても検討した。

以上を踏まえると、今後は、

- ①日々の現象も含めた各季節特性の深い学際的把握、
- ②『中間の季節』を捉える視点、
- ③アジアモンスーンサブシステム間の季節進行のタイミングのずれの影響の把握、
- ④年々の変化の様子を気象データから捉える視点、

を涵養することにより、「そこまでの経過も含めたセットとして各季節を捉え、その年による変調にも目を向けさせる」ための、更なる取り組みが必要と考える。また、本論文で述べたような学際的授業の取り組みは、教育学部の学生(すなわち、小中高の各学校現場における教員の卵)自身をも対象として、拡大することが必要である。

今後に必要な①-④の取り組みの中で、例えば①に関しては、3章で述べた3月終わり-4月初め頃の季節的急昇温後の日々の天気系をテーマとした学際的連携も有効ではないかと考える。

その時期には、加藤(2009)[23]で述べたように、温帯低気圧通過後に穏やかな晴天をもたらす移動性高気圧が覆うという周期的な変化が見られる。次の低気圧が接近して天気が崩れる前には、まず、温暖前線の最先端部などに対応する上層の薄い雲に覆われるようになる。そこに月が出ていると朧月夜にもなる。そこで、小学校6年生の歌唱教材の一つである『朧月夜』で歌われる情景にも注目しながら、春の移動性高気圧に覆われる状況の気象データを分析させる授業も考えられる。

なお、『源氏物語』「花宴」の帖の、光源氏が朧月夜という女性に出会う場面において、朧月夜は「照りも

せず曇りもはてめ春の夜の朧月夜にしくものぞなき」  
 (大江千里(新古今和歌集巻第一春歌上))という短歌  
 の一部を口ずさむ。その歌も、白楽(白居易)の「不

明不暗朧々月」の詩を題に詠まれたものであり(松村  
 他 2001[42]), 朧月夜に関連した情景を教材として活用  
 出来る背景は深い。

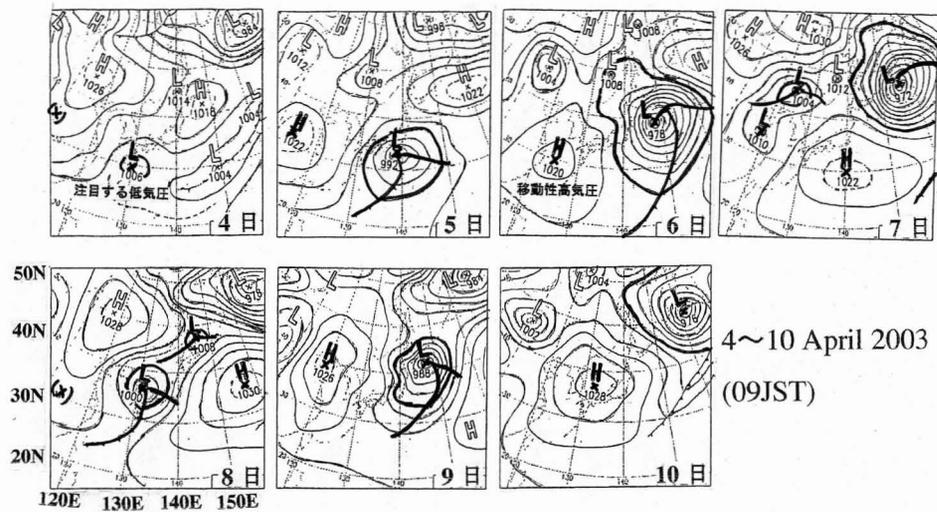


Fig. 8 Sequence of surface weather maps at 09 JST during 4 -10 April 2003, as an example of the periodic passages of extratropical cyclones and anticyclones (after Kato 2009)

Fig. 8 の事例における岡山市の地上気温と風速(絶対  
 値)の1時間毎の時系列を Fig. 9 に示す。2003 年 4 月  
 4 日の低気圧通過に伴う降水後、翌日(4 月 5 日)こそ  
 冷たい空気が北よりの強風で移流されて日中の気温の  
 上昇は大きくないが(風向の図は略)、6 日~7 日には、  
 風は 5 日ほど強くなく、日中の気温も上昇した。7 日  
 午後には、岡山では移動性高気圧の後面に入り、薄曇

りとなった。夕方には曇りに変化し、夜間の気温の下  
 降も小さくなった(日付が変わった頃から雨となった。  
 雨が近くなるまでは、月が出ていれば朧月夜になっ  
 てもおかしくない状況だったと考えられる)。『朧月夜』  
 の歌詞からは、全体として春の比較的静穏で淀んだ状  
 況が浮かんでくるが(情景についての更なる検討は必  
 要であるが)、上記事例は、そのような春の移動性高気  
 圧に覆われた典型例として、教材にも活用出来るもの  
 と考える。

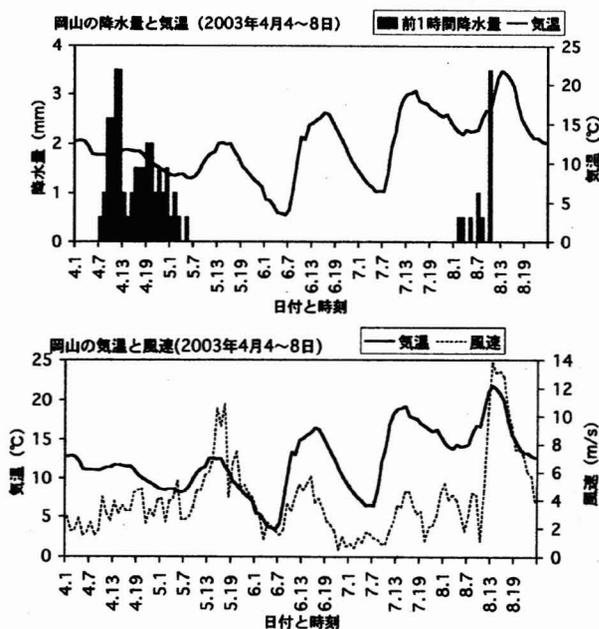


Fig. 9 Time series of pre-hourly precipitation and air temperature (upper panel) and those of wind speed and air temperature (lower panel) at Okayama during 01 JST 4 to 24JST 8 April 2003

②の「中間の季節」の把握に関しては、4.3の「時雨」  
 にも注目した冬への進行、あるいは、Table 1 に示した  
 ような春から梅雨への進行等が格好の教材になりうる  
 ものとする。また3章では、3 月末~4 月初め頃の急  
 昇温に関して、3 月前半と比較して、4 月には冬のシス  
 テムの影響が殆ど消失することを紹介したが、もちろ  
 ん、3 月前半頃の気象循環場は真冬のそれとの違いも  
 少なくない。従って、「冬から春への進行の履歴」をセ  
 ットとして春の気候を理解していく気象学的研究やそ  
 れらを踏まえた授業開発において、3 月前半を中心と  
 した時期において、「中間の季節」としての特徴を明確  
 にする作業は興味深いものとする。

③に関しては、2.1 でレビューした梅雨~秋雨にかけ  
 ての時期について、「気団と前線帯の季節変化から日本  
 の気候を見直す」趣旨の授業研究を、岡山県立邑久  
 高等学校の小西立基教諭と連携して、同高校の1年生  
 1クラス(約40名)を対象に、2008 年秋に実施した(岡  
 山県高等学校教育研究会地理歴史部会地理分科会(岡  
 山大学側の対応組織は、岡山大学教育連携協議会地理  
 歴史・公民専門委員会)との連携)。これについては、

別の形で報告予定であり、さらに、その方向での研究が必要と考える。

④に関しては、トレンドや、ある時期を境とするステップ的な変化（「気候ジャンプ」）が、どのような変動の中に重なっているのかを、生データのなものから見出す視点の教育も重要である。従って、附属中学校で行ったような集計作業だけでなく、生データの持つ変動の特性を「丸ごと」捉えるような学習活動も併せて行なう必要がある。

例えば、附属中学校での講義で生徒に配布したデータの表（高田の日降雪量、岡山の日最高気温）で、該当する日のセルを色で塗る作業を加えることにより、日々の変動も含めた極端な気象状況の現われ方の年々の傾向を視覚的に把握させることが考えられる。このような作業を行うメリットとして、(a)大まかな傾向が「視覚的に」読み取れること、(b)顕著イベントの日々で見た持続性が分かること、(c)生徒が個々のデータに眼を通す時間を「稼げる」こと、が挙げられる。なお、これらの観点での現象の把握は、気候変化自体の研究においても重要な点であるが、様々な要素が入り組む中で現象の本質を的確に捉える力の育成を通して、ESD 的な視点の涵養の際のトレーニング教材にも繋がりますと考える。

そこで、4 章で報告した附中での授業の教材や学習活動を再検討し、高校生向けにアレンジし直して、2009 年 6 月に岡山県立岡山一宮高等学校理数科 1 年生の約 80 名を対象に授業を行った（上述の新たな作業も柱の一つとして）。その概要や結果に関しては、別途、取りまとめ中である。

今後も、以上のような展望のもとに授業実践を含めた研究を更に進めるとともに、その際に得られる知見を、東アジアの季節サイクルや気候変化の研究自体にもフィードバックさせたいものである。また、このような東アジアの気候システムやその変調を捉える学習活動を通して、ESD 的な視点を育む教育プログラムにどのように繋げていけるのかも、検討を重ねる必要がある。

## 謝 辞

本研究の中核部分は、平成 20～22 年度科学研究費補助金（挑戦的萌芽研究）「多彩な季節感を育む東アジア気候系とその変調を捉える『眼』の育成へ向けた学際研究」の補助を受けて行われたものである。また、平成 16 年度岡山大学学長裁量経費「微妙なバランスからなる地球気候システムや生活・芸術文化との関わりを踏まえた環境教育の実践と研究」（代表者：加藤内蔵進）や、平成 16～18 年度科学研究費補助金（基盤研究 C）「東アジア前線帯付近の気候・水循環系にみる季節進行の歪みと異常気象に関する研究」（代表者：加藤内

蔵進）における成果や問題提起等も、本研究のための重要な踏み台になっている。

## 文 献

1. IPCC (2007) Climate Change 2007 (The Physical Science Basis). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, pp. 996
2. 松井 健・小川 肇編, 1987: 日本の風土。《カラーシリーズ・日本の自然》第 2 巻, 平凡社, pp.110.
3. 松本 淳, 1993: 雨と風。風景の中の自然地理 (杉谷 隆, 平井幸弘, 松本 淳著), 古今書院, 117-132.
4. 加藤内蔵進, 1997: 日本の降水環境- モンスーンアジアの中の日本-。環境制御, 19, 5-20.
5. 加藤内蔵進, 1998: モンスーンと日本- 四季の降水環境や異常気象との関わり-。日本気象学会関西支部第 20 回夏季季大会テキスト「日本に影響を及ぼす熱帯の気象- 台風・エルニーニョ・モンスーン-」, 58-77.
6. 加藤内蔵進, 2002: 梅雨。キーワード気象の事典 (朝倉書店), 新田尚, 他 編 221-226.
7. 加藤内蔵進, 2004a: モンスーンと東アジア; 季節サイクルと変動- 総論-。月刊海洋, 36 (No. 4), 247-251.
8. 加藤内蔵進, 2004b: チベット高原を囲む熱的低気圧と梅雨水循環について- 湿潤地と乾燥地が隣接する環境の中で-。月刊海洋, 36 (No. 4), 279-285.
9. 加藤内蔵進・福田維子・平沢尚彦・東苓・武田喬男・松本淳, 2004: 東アジアの季節進行の中で見た梅雨と秋雨について。月刊海洋 (号外), No. 38 「流体力学から見た大気と海洋- 木村龍治教授退官記念論文集-」, 235-242.
10. Tian, S. F. and T. Yasunari, 1998: Climatological aspects and mechanism of Spring Persistent Rains over Central China. J. Meteor. Soc. Japan, 76, 57-71.
11. Kato, K. and Y. Kodama, 1992: Formation of the quasi-stationary Baiu front to the south of the Japan Islands in early May of 1979. J. Meteor. Soc. Japan, 70, 631-647.
12. Hirasawa, N., K. Kato and T. Takeda, 1995: Abrupt change in characteristics of the cloud zone in the subtropical East Asia around the middle of May. J. Meteor. Soc. Japan, 73, 221-239.
13. Kato, K., 1985: On the abrupt change in the structure of the Baiu front over the China continent in late May of 1979. J. Meteor. Soc. Japan, 63, 20-36.
14. Kato, K., 1987: Air mass transformation over the semiarid region around North China and abrupt change in the structure of the Baiu front in early summer. J. Meteor. Soc. Japan, 65, 737-750.
15. Kato, K., 1989a: Seasonal transition of the lower-level circulation systems around the Baiu front in China in 1979 and its relation to the Northern Summer Monsoon. J. Meteor. Soc. Japan, 67, 249-265.
16. Sato, N. and M. Takahashi, 2001: Long-term variations of the Baiu frontal zone and midsummer weather in Japan. J. Meteor. Soc. Japan, 79, 759-770.
17. Inoue, T. and J. Matsumoto, 2003: Seasonal and secular variations of sunshine duration and natural seasons in Japan. International Journal of Climate, 23, 1219-1234.
18. 妹尾ゆかり・加藤内蔵進, 2008: 1990 年代における東北日本の冷夏に関わる大規模場について (1970 年代との比較)。岡山大学地球科学研究報告, 15, 67-77.
19. 高橋和夫, 1978: 日本文学と気象。中公新書 512, 中央公論社, pp.240.
20. 加藤晴子・加藤内蔵進, 2006: 日本の春の季節進行と童謡・唱歌, 芸術歌曲にみられる春の表現- 気象と音楽の総合的な学習の開発に向けて-。岡山大学教育実践総合センター紀要, 6, 39-54.
21. 加藤晴子・逸見学伸, 加藤内蔵進, 2006: 気候と連携させた歌唱表現学習- 小学校での実践をもとに-。音楽表現学, 4, 107-118.
22. 加藤内蔵進・加藤晴子・逸見学伸, 2009: 日本の春の季

- 節進行と季節感を切り口とする気象と音楽との連携（小学校での授業実践）。天気, 56, 203-216。
23. 加藤内蔵進, 2009: 小学5年の「西から東へ移り変わる天気」の学習に関する気象学的背景の理解のための教育学部生への講義。岡山大学教育実践総合センター紀要, 9, 83-96。
  24. 加藤内蔵進・池田祥一郎・阿部加奈, 2006: 東アジアの季節サイクルや日々の気象に注目した最終氷期頃の気候環境の理解へ向けて。環境制御, 28, 17-27。
  25. 気象庁, 1991: 熱帯域 (60N-60S) の循環場の新平年値。気象庁長期予報テクニカルノート No.35, 気候系監視報告 (A Special Volume), 42-93。
  26. Nakamura, H., 1992: Midwinter suppression of baroclinic wave activity in the Pacific. *J. Atmos. Sci.*, 49, 1629-1642.
  27. 中村 尚, 1995: 傾圧性波動擾乱の季節変化に関する観測的研究。天気, 42, 751-762。
  28. 加藤内蔵進, 1995a: ヤマセに関連するオホーツク海高気圧の総観的特徴。気象研究ノート第 183 号「ヤマセ」(川村宏 編), 67-90。
  29. 加藤内蔵進, 1995b: 大規模及び中小規模現象。気象研究ノート第 184 号「乾燥地の自然環境」, 13-46。
  30. 中村 尚・深町知宏, 2005: オホーツク海高気圧の成因と予測への鍵。2004 年度春季大会シンポジウム「2003 年の日本の冷夏- 異常気象をどこまで理解予測できるか-」の報告, 天気, 52, 591-598。
  31. Nakamura, H. and T. Fukamachi, 2004: Evolution and dynamics of summertime blocking over the Far East and the associated surface Okhotsk high. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 130, 1213-1233.
  32. Murakami, T. and J. Matsumoto, 1994: Summer monsoon over the Asian continent and western North Pacific. *J. Meteor. Soc. Japan*, 72, 719-745.
  33. 加藤内蔵進, 1989b: 日本近海域の多雲量帯付近の大気状態の季節変化- 南北システムの接点-。月刊海洋, 21 (No. 8), 462-467。
  34. 加藤晴子, 加藤内蔵進, 2005: ドイツにおける春の気候的位置づけと古典派, ロマン派歌曲にみられる春の表現について- 教科をこえた学習に向けて-。岡山大学教育実践総合センター紀要, 5, 43-56。
  35. 足羽 章 編, 1985: 日本童謡唱歌全集。ドレミ楽譜出版社。
  36. 金田一春彦・安西愛子 編, 1977: 日本の唱歌 (上) 明治篇。講談社。
  37. 金田一春彦・安西愛子 編, 1979: 日本の唱歌 (中) 大正・昭和篇。講談社。
  38. 気象庁, 2001: 日本気候表- 全国の平年値一覧-。気象業務支援センター, pp320。
  39. 加藤内蔵進・菅祐輔, 2008: 北陸における 1987 年頃以降の多雪日の減少に関する総観気候学的研究。2008 年度春季大会講演予稿集, 講演番号 A402, 日本気象学会。
  40. 石井和子, 2002: 平安の気象予報士 紫式部 (『源氏物語』に隠された天気科学)。講談社+α新書, pp.222。
  41. Kato, K. and T. Asai, 1983: Seasonal variations of heat budgets in both the atmosphere and the sea in the Japan Sea area. *J. Meteor. Soc. Japan*, 61, 222-238.
  42. 松村明・山口昭徳・和田利政 編, 2001: 『旺文社 古語辞典』(第九版)。旺文社, pp1535。