

地理教育におけるケッペン時代の気候区分図の問題点

－南米を事例として－

柏木 純香・柏木 良明

要 約

近年、ケッペンの提示した気候区分図の気候データが古いことについて議論が起きている。この気候区分図は、現在でも地理 B の教科書で取りあげられている。そこで本稿では、現在と過去の気候区分図の違いに着目して、ケッペン時代の気候区分図を高校の授業で使用する問題点を明らかにした。事例として、南米のパタゴニアとアマゾンを取りあげた。得られた知見は以下のように整理される。第 1 に、ケッペン時代の気候区分図と気候区が変化していても、観測点の気温・降水量は 2 つの気候区の境界付近の値であった。第 2 に、ケッペン時代の気候区分図を授業で使用する際には、複数の地域で気候区の説明と現実の気候に齟齬が生じるという問題があった。その解決策としては、最新の気候データが反映された気候区分図を授業で使用方法と、ケッペン時代の気候区分図を使用しつつ、各気候区の景観写真を多数紹介する方法が考えられた。

キーワード

地理教育 気候区分 ケッペン パタゴニア アマゾン

はじめに

人生で実際に行くことができる国は限られているため、学校で学んだ世界各地の気候の特徴は、修正されることなく、そのまま知識として蓄積される。そのため、世界各地の気候について、生徒がより正確な知識を獲得できる教授法を検討することは重要である。

一方、空気は連続体であり、アナログ的にその特徴が変化していくため、世界各地の気候を理解することは容易ではない。以前より、アナログ現象に境界線を引くことで世界各地の気候を理解しようとする研究が、多数実施されてきた。その中でも、最も一般的な境界線の設定方法は、ケッペンが考案

した気候区分¹である。ケッペンは、世界の植生分布の境界に着目し、その付近の気候要素を解析し気候区分を試みた。気候要素として、植物の生育に関係が深い気温と降水量の月別平均値、その季節的变化を取りあげた。これは 1867 年以降、数十年以上続けられた研究の成果である²。この研究を引き継いだガイガーらにより、1961 年にその最終版が提示されている³。

ケッペンの気候区分は、気温と降水量という世界中どこでも比較的入手しやすい資料を使用しており、汎用性が高い⁴。そのため、高校の「地理」の教科書や地図帳では、ケッペンの気候区分が長年採用されている。

一方、近年、ケッペンの提示した気候区分図の気候データが古いことについて議論が

起きている⁵。これらの研究⁶では、ケッペンの気候区分に従い、現在の気候データを使用して気候区分図を描き直し、気候変動の将来予測を行っている。具体的には、地球を緯度・経度方向にグリッドで分割し、それぞれに各観測点の気候データを内挿して気候区分を判定している。これらの研究では、観測点の数もケッペンが気候区分図を作成した当時より増加している⁷。

こうした試みがなされているにも関わらず、ケッペン時代の気候区分図⁸の使用について、地理教育の観点から検討した研究は少ない。現在でも高校で世界の気候を教える際には、ケッペンが作成した気候区分図が提示されている。データが古かったり、観測点の数が少なかったりすれば、現実の気候を正確に反映していない可能性がある。そこで、より正確な情報を生徒に提供するため、ケッペン時代の気候区分図を授業で使用する問題点を検討する必要がある。

以上を踏まえ、本稿では、現在と過去の気候区分図の違いに着目して、ケッペン時代の気候区分図を高校の授業で使用する問題点を明らかにすることを目的とした。具体的には、①現在の気候データを使用して作成された気候区分図と、ケッペン時代の気候区分図で、異なる気候区に分類される地域に位置する観測点の気温・降水量の特徴は何か、②ケッペン時代の気候区分図を授業で使用する問題点があるのか、を考察する。事例として取りあげるのは、南米のパタゴニアとアマゾンである。後述するように、この2地域は気候区の変化が見られた地域である。

本稿は以下のように構成される。まず、1

では地理Bの教科書の記述と、授業前までに学生⁹が獲得している知識について示す。次に、2では現在の気候データが使用された気候区分図とケッペン時代の気候区分図を比較する。3では、パタゴニアとアマゾンを事例として、気候区が変化した地域に存在する観測点の気温・降水量にはどのような特徴があるのかを、雨温図を用いて明らかにする。4では、現在と過去の気候区分図の違いに着目して、ケッペン時代の気候区分図を高校の授業で使用する問題点を明らかにする。

本稿で使用するデータは、文献調査および3つの大学の学生へのアンケート調査により得られたものである。アンケート対象者の大多数は文系であり、高校時代に「地理」を履修していない。そのため、高校で「地理」を学習する生徒と地理的事象に対する知識が類似しているといえる。

1. 教科書の記述と学生が獲得している知識

(1) 地理Bの教科書の記述

地理Bの教科書¹⁰には、ケッペン時代の気候区分図と気候区の判定方法、各気候区の特徴が掲載されている。「気候区分の基準」の説明後に「変化する気候」という小見出しで、ケッペンの提示した気候区分図の気候データが古いことが以下のように示されている¹¹。

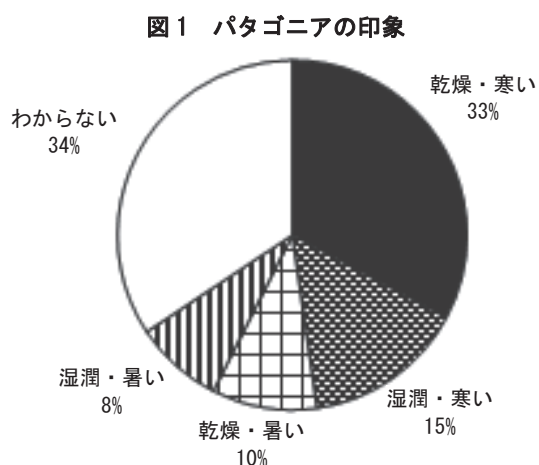
1 地点の降水量や気温などを示すには、過去30年間の平均値(平年値)が基準として使われる。…(中略)…ケッペンの気候区とは異なる気候区に分類さ

れる場所もあらわれる。たとえば、北京は以前は冷帯に属していたが、新しい平年値では年降水量が乾燥限界値よりもわずかに少なくなったため、ステップ気候（BS）に区分されるようになった。

また、各気候区の特徴については、事例として取りあげるパタゴニアとアマゾンに存在する熱帯¹²と乾燥帯¹³の記述を確認した。その結果、各気候区の気温、降水量、植生、土壌に関して解説があり、代表的な都市の雨温図とハイサーグラフが提示されていた。また、特徴的な景観の写真が掲載されていた。具体的には、アフリカ東部のサバナの雨季と乾季、サハラ砂漠の砂砂漠・礫砂漠・岩石砂漠、モーリタニアの砂漠にあるオアシス、アメリカにおけるセンターピボットによる灌漑、モンゴルのゲルと放牧についての写真が掲載されていた。

(2) 学生が獲得している知識

事例として取りあげるパタゴニアに関する学生の知識を確認するために、岐阜県と愛知県にある3つの大学の134名に対して、簡単なアンケート調査を実施した。「パタゴニアの印象」について、5つの選択肢（乾燥・寒い、乾燥・暑い、湿潤・寒い、湿潤・暑い、わからない）から1つ選択させた（図1）。回答者全員の結果をみると、全体の34%が「わからない」、33%が「乾燥・寒い」、15%が「湿潤・寒い」と回答している。正解の選択肢は、「乾燥・寒い」であるため、全体の3分の1が正しい知識を持っているといえる。残りの3分の2の学生は間違った知識を持っているか、パタゴニアの気候に関する



出典 アンケート調査により作成

る知識を全く持っていなかった。

以上のアンケートから、パタゴニアの気候について学習する前に、正しい知識を持っている学生は少ないということが判明した。また、正しい知識を持っていない学生のうち、半数はパタゴニアの気候について全く想像できないということがわかった。

次に、アマゾンに関する知識を確認するために、B大学の学生にアンケートを実施した。「アマゾンに関して知っていること」を自由に記述させた。その結果、大半の学生が、熱帯雨林が繁茂している、熱帯雨林の破壊が進んでいると回答した。どちらも正解であるが、この地域の雨季・乾季の存在や、それに伴う水位変動についての知識は持ちあわせていないことが判明した。

2. 気候データによる気候区の違い

現在の気候データによる気候区分図として、Beck et al. (2018) を参照した。Beck et al. (2018) は、1980～2016年の平均値データを使用している。地球を緯度・経度方向に1km×1kmのグリッドで分割し、各グリッドの

気候区を複数のデータソースを組み合わせ
て判別している。降水量の観測点は 34542
点以上、気温の観測点は 20268 点以上であ
る。また、ケッペン時代の気候区分図とし

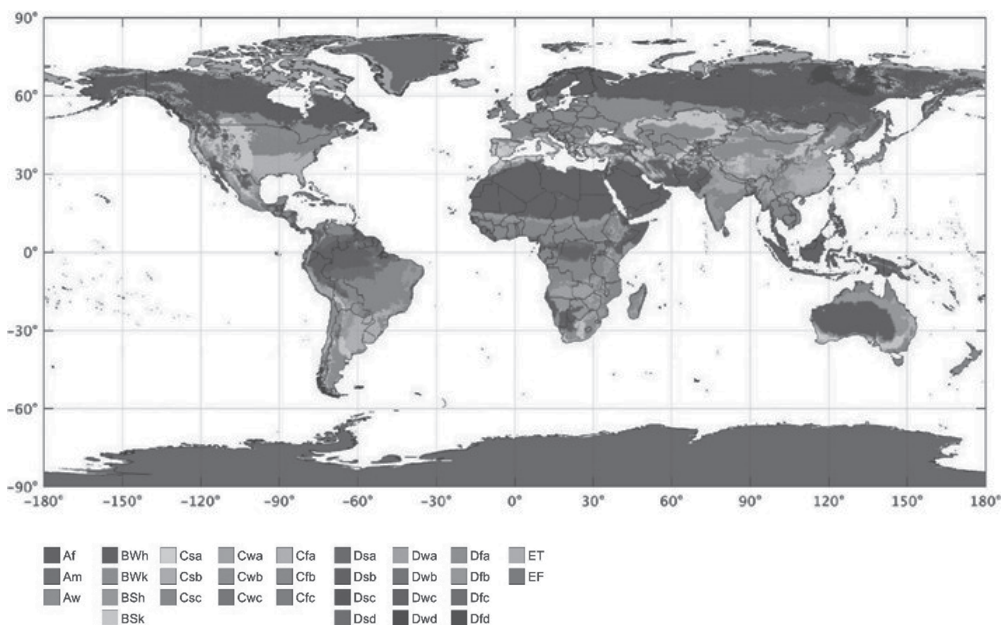
て、地理 B の教科書¹⁴と地図帳¹⁵を参照した。
ケッペン時代の気候区分図を **図 2** に、Beck
et al. (2018) を **図 3** に示す。なお、Beck et al
(2018) は、1 km×1 km の高解像度メッシュ

図 2 ケッペン時代の気候区分図



出典 山本正三・石井英也・手塚章・池田敦・内山幸久・小田宏信・柏木良明・菊地俊夫・菊池美千世・呉羽正昭・中
西僚太郎・松山洋・宮原弘匡・山川修治 2017. 『新編詳解地理 B 改訂版』二宮書店.

図 3 Beck et al. (2018) の気候区分図



出典 Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A. and Wood, E. F. 2018. Present
and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data* 5: 1-12.

表1 気候区の違い

| 地域 | ケッペン | Beck et al. (2018) |
|----------------|--------|--------------------|
| アメリカ北東部 | Cfa | Df |
| アマゾン | Aw, Am | Af |
| ブラジル南部 | Cw | Aw |
| パタゴニア | BS | BW |
| アイスランド南部 | Cfb | ET |
| アフリカ北西部 | BS | BW |
| ドイツ東部周辺 | Cfb | Df |
| ウクライナ南部 | BS | Df |
| トルコ東部周辺 | BS | Ds |
| インド南東部 | Cw | Aw |
| スマトラ島中心部 | Cfb | Af |
| カリマンタン島中心部 | Cfb | Af |
| オーストラリア北西部～北東部 | BS | BW |
| オーストラリア東部 | Cfa | Cfb |
| 台湾 | Cfa | Cw |
| 日本の東北地方 | Cfa | Df |
| シベリア東部 | Dw | Df |

※各地域の中で特定の気候区が他の気候区に変化した。
 出典 二宮書店編集部 2020.『基本地図帳 改訂版 2020-2021』二宮書店.
 山本正三・石井英也・手塚章・池田敦・内山幸久・小田宏信・柏木良明・菊地俊夫・菊池美千世・呉羽正昭・中西僚太郎・松山洋・宮原弘匡・山川修治 2017.『新編詳解地理B改訂版』二宮書店.
 Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A. and Wood, E. F. 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data* 5: 1-12. より作成

データなので、対象とする都市内でも場所によって気候区が異なる場合がある。しかし、高校教育のレベルで都市内の地区別気候区を論じる必要性はないため、世界地図レベルでの分布図を対象とした。

目視により比較を行った結果、顕著な違いが見られた地域を表1に示した。これらの結果を踏まえ、3ではパタゴニアとアマゾンを事例として、気候区が変化した地域に存在する観測点の気温・降水量の特徴を、雨温図を用いて明らかにする。

3. 気温・降水量の特徴

(1) パタゴニア

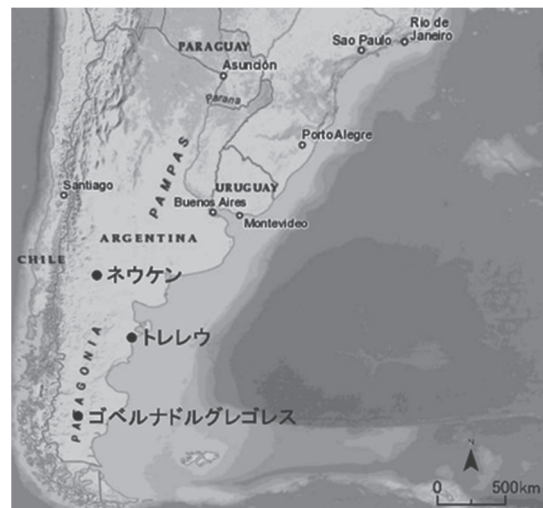
アルゼンチンのパタゴニア地方は、アン

デス山脈の東側に位置する。太平洋側から偏西風が卓越し、風上側のチリでは降水量が多い。一方、風下側には乾燥した風が吹き下ろすため、パタゴニアでは1年を通じて降水量が少ない。

パタゴニア地方の3つの観測点（ネウケン、トレレウ、ゴベルナドルグレゴレス）について、最新の気候データ（1981～2010年の平年値）を使用して雨温図を作成した。これらの都市の位置を図4に示す。

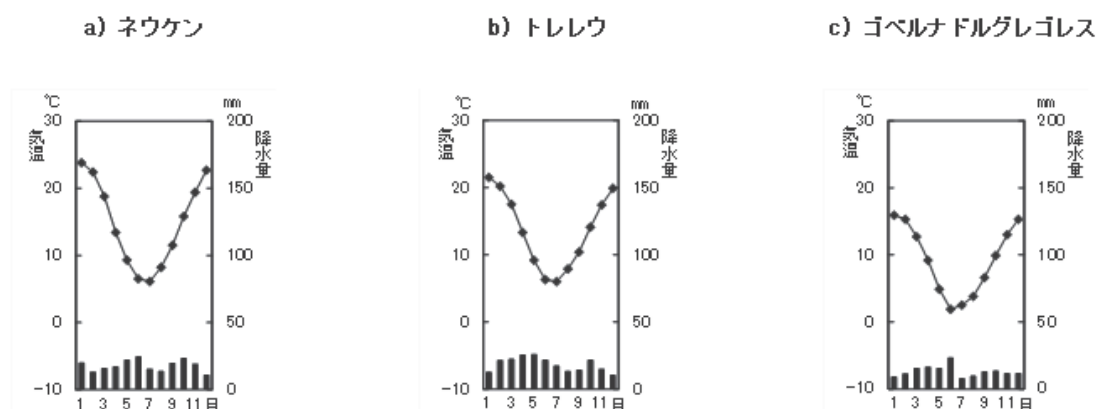
各都市の雨温図を見ると、図5-aのネウケンは年降水量の平年値が212mmである。乾燥限界値¹⁶の2分の1の値が218mmであるため、砂漠気候（BW）に区分される。図5-bのトレレウは、年降水量の平年値が218mmである。乾燥限界値の2分の1の値が206mmであるため、ステップ気候（BS）に区分される。図5-cのゴベルナドルグレゴ

図4 観測点（ネウケン、トレレウ、ゴベルナドルグレゴレス）の位置



出典 Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community を加工

図5 パタゴニアの雨温図



出典 気象庁平年値データにより作成

レスは、年降水量の平年値が 155 mm である。乾燥限界値の 2 分の 1 の値が 163 mm であるため、砂漠気候 (BW) に区分される。

このように、ネウケンはケッペン時代の気候区分図と Beck et al. (2018)、雨温図ですべて同じ気候区に区分された (表 2)。しかし、残りの 2 都市では違いが見られた。トレレウはケッペン時代の気候区分図と Beck et al. (2018) で砂漠気候 (BW) だったが、雨

温図ではステップ気候 (BS) になっていた。また、ゴベルナドルグレゴレスはケッペン時代の気候区分図ではステップ気候 (BS) であったが、Beck et al. (2018) と雨温図では砂漠気候 (BW) になっていた。ただし、いずれの地点も、乾燥限界値の 2 分の 1 の値より、年降水量がわずかに多かたり、わずかに少なかつたりしたことにより、それぞれの気候区に区分されていた。このことから、最新の気候データでは、いずれの地点も気候区の境界付近の気温・降水量であるといえる。

表 2 観測点 (ネウケン、トレレウ、ゴベルナドルグレゴレス) の気候区

| | ケッペン | Beck et al. (2018) | 雨温図 |
|-------------|------|--------------------|-----|
| ネウケン | BW | BW | BW |
| トレレウ | BW | BW | BS |
| ゴベルナドルグレゴレス | BS | BW | BW |

出典 二宮書店編集部 2020.『基本地図帳 改訂版 2020-2021』二宮書店。

山本正三・石井英也・手塚章・池田敦・内山幸久・小田宏信・柏木良明・菊地俊夫・菊池美千世・呉羽正昭・中西懐太郎・松山洋・宮原弘匡・山川修治 2017.『新編詳解地理 B 改訂版』二宮書店。

Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A. and Wood, E. F. 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data* 5: 1-12.

気象庁平年値データ により作成

(2) アマゾン

アマゾン川流域は、赤道から南北に広がり、流域面積は 700 万 km² にも及ぶ。気温の年較差は小さく、日較差は大きい。また、季節的な降水量の変化には地域差が見られるものの、いずれの地域でも雨季と乾季が存在する¹⁷。降水量の変化に伴い、アマゾン川の水位は大きく変動する。年間で 5~10 m の水位差がある地域もみられる。流域の 2% はバルゼアと呼ばれる雨季に水没する場所であり、残りの 98% はテラフィルメと呼ば

表3 観測点（ネウケン、トレレウ、ゴベルナドルグレゴレス）の気候区

| | ケッペン | Beck et al. (2018) | 雨温図 |
|--------|------|--------------------|-----|
| イタイツーバ | Aw | Am | Am |
| マナウス | Am | Af | Af |
| イキトス | Af | Af | Af |
| プカルバ | Am | Am | Am |

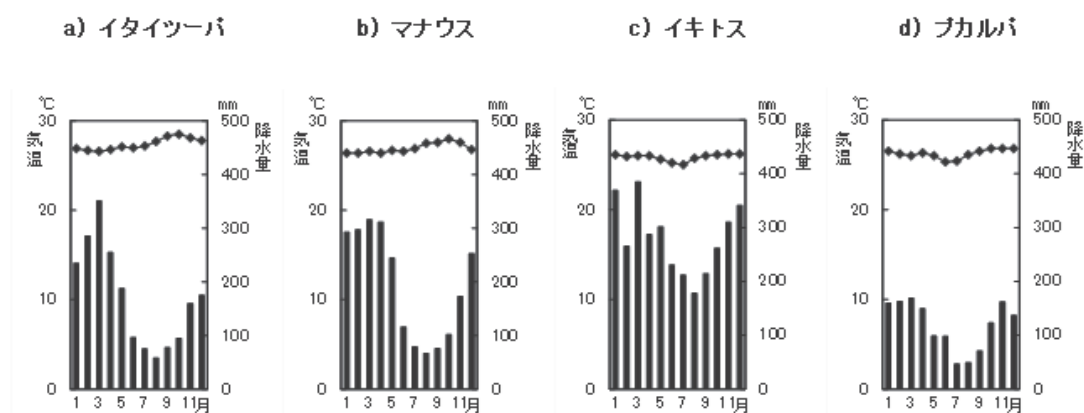
出典 二宮書店編集部 2020.『基本地図帳 改訂版 2020-2021』二宮書店.
 山本正三・石井英也・手塚章・池田敦・内山幸久・小田宏信・柏木良明・菊地俊夫・菊池美千世・呉羽正昭・中西僚太郎・松山洋・宮原弘匡・山川修治 2017.『新編詳解地理B改訂版』二宮書店.
 Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A. and Wood, E. F. 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data* 5: 1-12.
 気象庁平年値データにより作成

図6 観測点（イタイツーバ、マナウス、イキトス、プカルバ）の位置



出典 Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community を加工

図7 アマゾンの雨温図



出典 気象庁平年値データにより作成

れる熱帯常緑多雨林が生い茂る場所である¹⁸。

アマゾン川流域の4つの観測点（イタイツーバ、マナウス、イキトス、プカルバ）について、最新の気候データ（1981～2010年の平年値）を使用して雨温図を作成した。各都市の位置を図6に示す。

雨温図を見ると、図7-aのイタイツーバは最少月降水量が58mmで、年降水量は2048mmであるため、熱帯モンスーン気候（Am）に区分される。図7-bのマナウスは最少月降水量が66mmであるため、熱帯雨林気候（Af）である。図7-cのイキトスは最少月降水量が178mmであるため、

熱帯雨林気候 (Af) である。図 7-d のプカルパは最少雨月降水量が 47 mm で、年降水量は 1425 mm であるため、熱帯モンスーン気候 (Am) に区分される。

このように、イキトスとプカルパは、ケッペン時代の気候区分図と Beck et al. (2018)、雨温図ですべて同じ気候区であった(表 3)。しかし、残りの 2 都市は気候区が変化していた。イタイツバはケッペン時代の気候区分図ではサバナ気候 (Aw) であったが、雨温図では Beck et al. (2018)と同じく熱帯モンスーン気候 (Am) であった。また、マナウスはケッペン時代の気候区分図では熱帯モンスーン気候 (Am) だったが、雨温図では Beck et al. (2018)と同じく熱帯雨林気候 (Af) であった。いずれも、最少雨月降水量が 60 mm をわずかに下回った、もしくは、上回ったため、熱帯モンスーン気候 (Am) と熱帯雨林気候 (Af) に、それぞれ区分されていた。このことから、イタイツバとマナウスは気候区の境界付近の気温・降水量であるといえる。

4. ケッペン時代の気候区分図を使用する場合の問題点

ケッペン時代の気候区分図は、データが古く、観測点も少ないため、気候区の境界線の引き方に緻密さが欠けており、境界付近の地点の気候区は正確性が低い。一方、Beck et al. (2018)はデータが新しく、観測点も多いため、より緻密に境界線が引かれており、境界付近の地点でも正確性が高い。また、雨温図は 1 地点の気候区を正確に表している。

以上を踏まえ、本章では、①現在の気候データを使用して作成された気候区分図と、

ケッペン時代の気候区分図で、異なる気候区に分類される地域に位置する観測点の気温・降水量の特徴は何か、②ケッペン時代の気候区分図を授業で使用する際にはどのような問題があるのか、を考察する。

まず①について、ケッペン時代の気候区分図と気候区が変化していても、観測点の気温・降水量は 2 つの気候区の境界付近の値であることがわかった。その際、パタゴニアでは年降水量と年平均気温が、アマゾンでは最少雨月降水量が、気候区の判定に影響していた。

次に②について、表 1 に示したように、ケッペン時代の気候区分図と、現在の気候データを使用した気候区分図では、アメリカ北東部、アマゾン、ブラジル南部、パタゴニア、アイスランド南部、アフリカ北西部、ドイツ東部周辺、ウクライナ南部、トルコ東部周辺、インド南東部、スマトラ島中心部、カリマンタン島中心部、オーストラリア北西部～北東部、オーストラリア東部、台湾、日本の東北地方、シベリア東部の 17 箇所が顕著に変化していることが明らかとなった。本稿では、まとまった面積で気候区が変化している地域に着目しているため、さらに詳細な比較を行えば、より多くの相違点が出てくると予想される。そのため、ケッペン時代の気候区分図を授業で使用する際には、複数の地域で気候区の説明と現実の気候に齟齬が生じるという問題があるといえる。

これに対し、以下のような 2 つの解決策が考えられる。一つ目は、最新の気候データが反映された気候区分図を授業で使用方法である。最新の気候データが反映された気候区分図は、観測点の増加により解像

度も上がっているため、正確性が高いと考えられる。実際、Beck et al. (2018)の気候区と雨温図の気候区が、トレレウ以外はすべて一致した。このことから、新しい気候区分図を使用することで、より正確な情報を生徒に提供できるといえる。例えば、三上(2020)¹⁹が指摘しているように、Climate Change & Infectious Diseases が公開している Google Earth 版ケッペンの気候区分図²⁰を使用する方法などがあげられる。

二つ目は、ケッペン時代の気候区分図を使用しつつ、各気候区の景観写真を多数紹介する方法である。前述のとおり、ケッペン時代の気候区分図は、部分的に現実の気候を正確に反映していない。ただし、最新のデータを使用した雨温図を見ると、気候区の変化があった地点の気温・降水量は、2つの気候区の境界付近の値であった。気温と降水量のデータは数十年間の平均値であることを踏まえると、その地域のみが大きな気候変動を経験したというよりも、少しの気候変動により気候区の境界の数値をわずかに超えたという可能性が高いであろう。そのため、気候区の変化を過度に気にする必要はないと考えられる。

気候区にとらわれず、現実の気候に関する正確な情報を生徒により多く提供することが重要だろう。というのも、パタゴニアとアマゾンのアンケート結果から、学生は特定の地域の気候について全く知識を持っていなかったり、非常に単純化された知識を持っていたりすることが明らかとなったからである。景観写真を紹介すれば、視覚的により多くの情報を提供できる。また教科書では、降水の時期やその量、気温の変化、樹木の有無やその種類などが説明されていた。

しかし、気候区の特徴が簡潔に記載されているがゆえに、その気候区に位置する地域のイメージが画一化されやすい。景観写真を複数見せることで、各地域の気候について生徒が個別に理解することができ、知識の豊富化に繋がるであろう。言うまでも無く、写真に加え、動画や google map のストリートビューなども活用できると考えられる。

おわりに

本稿では、現在と過去の気候区分図の違いに着目して、ケッペン時代の気候区分図を高校の授業で使用する問題点を明らかにすることを目的とした。得られた知見は以下の通りである。

第1に、ケッペン時代の気候区分図と気候区が変化していても、観測点の気温・降水量は2つの気候区の境界付近の値であった。第2に、ケッペン時代の気候区分図を授業で使用する際には、複数の地域で気候区の説明と現実の気候に齟齬が生じるという問題があった。その解決策としては、最新の気候データが反映された気候区分図を授業で使用方法と、ケッペン時代の気候区分図を使用しつつ、各気候区の景観写真を多数紹介する方法が考えられた。

2022年度より「地理総合」が必修科目として高校教育に導入される。歴史を専門とする教員がこの科目を担当する機会も多いと予想される。各教員が容易に景観写真を入手できるよう、世界各地の景観写真を大量に掲載したデジタル資料集の充実が望まれる。

また、2021年から平年値が10年繰り上

がり、1991～2020年までの平均値に更新される。今後、新しい気候データを使用した気候区分図についても検討を加える必要があろう。

発表の機会を与えてくださった朝日大学教職課程センター長服部哲明教授、同大学学事第二部長野村成光様に感謝の意を表します。

〔註〕

- 1) Köppen, W. 1884. Die wärmezonen der erde, nach der dauer der heissen, gemässigten und kalten zeit und nach der wirkung der wärme auf die organische welt betrachtet. *Meteorologische Zeitschrift* 1: 215-226.
- 2) 柏木良明 2008. 世界の気候区分. 高橋日出男・小泉武栄編『地理学基礎シリーズ 2 自然地理学概論』22-31. 朝倉書店.
- 3) 三上岳彦 2014. ケッペンの気候区分と気候変動. *地理の研究* 4: 1-13.
- 4) 前掲 2) 参照
- 5) 前掲 3) および、三上岳彦 2020. 温暖化で変化するケッペンの気候区分. *地理* 65(9): 63-69.
- 6) 例えば、Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A. and Wood, E. F. 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data* 5: 1-12.
Chen, D. and Chen, H. W. 2013. Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901-2010. *Environmental Development* 6: 69-79.
Kalvová, J., Halenka, T., Bezpalcová, K. and Nemešová, I. 2003. Köppen climate types in observed and simulated climates. *Studia Geophysica et Geodaetica* 47: 185-202.
- 7) 前掲 5) 参照
- 8) 本稿では、ケッペンが気候区分を研究した当時のデータを使用して、ケッペンとその弟子が作成した気候区分図を、ケッペン時代の気候区分図とする。
- 9) 中学校卒業までに、世界の気候についてどの程度学習したのかを確認するために、高校で地理を履修していない大学生にアンケートを実施した。
- 10) 山本正三・石井英也・手塚章・池田敦・内山幸久・小田宏信・柏木良明・菊地俊夫・菊池美千世・呉羽正昭・中西僚太郎・松山洋・宮原弘匡・山川修治 2017. 『新編詳解地理 B 改訂版』二宮書店.
- 11) 前掲 10) の p. 64
- 12) 前掲 10) の pp. 70-71
- 13) 前掲 10) の pp. 72-73
- 14) 前掲 10) の p. 64
- 15) 二宮書店編集部 2020. 『基本地図帳 改訂版 2020-2021』二宮書店.
- 16) 3 地点の乾燥限界値は、夏季と冬季の降水量の差が小さいことから、年平均気温を 20 倍した値に 140 を加えて算出した。
- 17) 西澤利栄・小池洋一・本郷豊・山田祐彰 2005. 『アマゾン—保全と開発』朝倉書店.
Salati, E. 1985. The climatology and hydrology of Amazonia. In *Amazonia: Key environments*, eds. Prance, G. T. and Lovejoy, T. E., 18-48. London: Pergamon.

Souza, E. B., Kayano, M. T., Tota, J., Pezzi, I., Fisch, G. and Nobre, C. 2000. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. *Acta Amazonica* 30: 305-318.

18) 西沢利栄・小池洋一 1992. 『アマゾン—生態と開発』 岩波新書.

水野 一・西沢利栄編 1997. 『ラテンアメリカの環境と開発』 新評論.

19) 前掲 5) の三上 (2020) 参照

20) Climate Change & Infectious Diseases. World maps of Köppen-Geiger climate classification. <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/> (last accessed 30 August 2020)