

温暖化で増幅する異常気象—日本は二季化，なぜ？—



三重大学大学院 生物資源学研究科 地球環境学講座 教授
立花 義裕

1. 気候危機・二季化する

昨年の新語・流行語大賞トップ10に選出された「二季」。私はいち早く「二季」化の問題点を指摘し、文字通り異常気象の「異常さ」の啓発を行ってきた。日本は、四季を愛でる文化が千年以上も根付いているが、温暖化で、四季の移ろいが崩れ、暑く長い夏と冬だけの「二季」になりつつあるのだ。

2024年、日本では、熱中症で失われる人命が2000人を超えた。熱中症が死亡の主因の一つとなる時代が近い。人の命を救いたいから、医学を志す高校生は、昔も今も多い。同様に、人類を守るために、気象学や気候・地球環境学を志す高校生も増えている。

2. 気象・気候教育も危機！

気候危機は、人類全体に関わる重要な問題である。高校の教科に照らせば、理科に留まらず、ほぼすべての科目に関連する。従って、気象や気候変動の仕組みは、すべての高校生が知っておかねばならない。しかし、日本では、異常気象の類発の問題を学ぶ機会が僅少だ。これらは「地学」や「地学基礎」で体系的に学ぶが、開講している学校は全国的に非常に少ない。そのため、気象や気候変動を知らないまま大人になっている。特に、進学校ほど開講しない傾向がある。入試で潰しがきかない科目だからだ。しかし、近年の大学の推薦入試では、面接諮問で「地球温暖化問題」が問われる傾向が強まっている。国語の読解問題にも出るし、数学の大学入学共通テストにも、気温の温暖化グラフが出ている。「気象は入試によく出る」時代なのだ。

また、大学の学生たちからも「高校で地学基礎や地学を学びたかったのに、開講されていなくて残念だった。」という声をよく耳にする。これが日本の現状だ。

一方、ヨーロッパは全く異なる。たとえばイタリアでは、気候変動の授業が必修科目として導入され、「異常気象がなぜ起こるのか」を当たり前のように学校で学んでいる。彼らの方がはるかに地球環境への理解が深く、現実的に気候危機を捉えている。

教育は社会の方向を決める。時間はかかるが、気候変動対策として最も確実に長期的な投資こそ「教育」だ。今の高校生たちが気候を理解し、次の世代で正しい選択ができるようにすること。それが未来の地球を守る、最も確実にサステナブルな方法だ。私は、日本中のすべての高校で、異常気象の授業を実施して欲しいと願っている。

毎年続くスーパー猛暑。どうしてこんなに暑いのか？当然生徒は興味があるはずだ。学校行事も、夏のスポーツ大会も猛暑や豪雨の影響を強く受ける。実体験に基づく、最良の学習テーマではないか。気象は、案外と面白い分野だから、生徒の食いつきもよいと思う。

また、物理・化学・生物の授業のなかでのトピックとして、気象・異常気象、そして、温暖化に触れてはどうだろう。多くの気象現象は高校程度の物理学や化学の具体例で教えることができる。高校の生物で学ぶ生態系は、温暖化と強く関連する。植物は、地球の炭素循環の要である。本稿では、そのような先生のための授業ネタとしてお使いいただくために、2025年の夏の観測史上最高だった猛暑の原因を中心に解説する。

3. 偏西風の蛇行がもたらす「終わらない暑さ」

地球温暖化は、全世界が「公平」に温度が上がる現象だと捉えている人も多いだろう。しかし、それは正しくない。なぜなら、異常気象の「最大の被害者」は日本列島の住人と言っても過言ではないからだ。確か

に異常気象は地球規模の現象であるが、日本は「スペシャル異常気象」に見舞われている。温暖化による夏の暑さは、なぜとりわけ日本において深刻なのか。それは日本列島が、地理的条件によって「世界で一番損をすること」を宿命づけられているからだ。

日本で起きている「スペシャル異常気象」の第一の要因は偏西風の蛇行である。図1を参照していただきながら、偏西風の蛇行を「くねくねしている蛇」に喩えて説明する。偏西風は北極の冷たい空気と赤道の暖かい空気の境目に沿って吹く強い西風である。偏西風を境に、南北の気温が急激に変わるため、寒暖の空気を仕切るカーテンのようなものでもある。

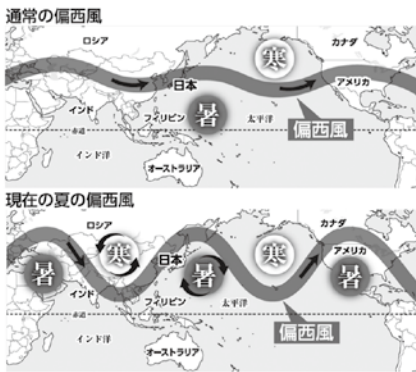


図1(上) これまでの夏の典型的な偏西風パターン。

(下) 近年の夏の偏西風パターン。

『異常気象の未来予測』(立花義裕著、ポプラ新書、2025年より引用)

約15年以上前までは、くねくね度合いが緩やかな蛇(偏西風)が日本列島付近を西から東に横切っていた。したがって、列島が蛇の南になることもあれば、北になることもあった。

ところが温暖化の影響によって、近年の夏は蛇のくねくね度合いが激しくなり、列島を蛇が横切るのではなく、北に出っ張った蛇の南に列島全体がすっぽりと収まるようになった。北へ蛇行した偏西風の南側は太平洋高気圧が留まるため暑くなる。ゆえに、日本列島の夏は「ずっと暑い」状態が続いてしまうのだ。

ではなぜ、温暖化で蛇行するのか。その原因は、北極と赤道の温度差が縮まっていることで、偏西風のスピードが遅くなっていることにある。通常、温度差が大きいと偏西風は速く直線的になり、温度差が縮まると遅く蛇行しがちになる。しかし近年、北極が急速に暖まる一方、赤道の気温上昇は緩やかなため、温度差

が縮まったことで風の勢いが弱まり、蛇行が強まっているのだ。風は、温度差を解消するように南北に吹きそうであるが、コリオリの力を受けて、北向き of 暖気流は結果として西風、つまり偏西風となる。温度差が小さくなると激しく蛇行する原理は、ピンと引っ張ったゴム紐を揺らすのと、緩く引っ張ったゴム紐を揺らすのでは、後者の方が大きく揺れる原理と似ている。南北の温度差が大きいほど、偏西風は強く、力学的に「ピンと引っ張った状態」に近くなる。だから、その場合は、細かな揺れ(小さな蛇行)が生じる。

北極の温暖化は特に深刻だ。水や雪が溶けることで白い反射面が減り、黒い海水や地面が太陽光を吸収しやすくなる。これがさらに温暖化を加速させる。これはアイスアルベドフィードバックと呼ばれ、温暖化が増幅する。一方、赤道では温暖化が進むと水蒸気と雲が増え、太陽光の反射によって気温上昇が抑えられる。これは負のフィードバックだ。つまり、北極は指数関数的に温暖化が進み、赤道が抑制的に働く結果、温度差が縮まり、偏西風が弱まり蛇行する。人体は、さまざまな臓器や部位が連関し、互いに協調して機能する統合システムであることは、高校生物で習うであろう。気候も人体同様、統合システムであり、北極、中緯度、赤道の「部位」が連関して機能している。また、コリオリ力や振動は物理で、水蒸気蒸発は化学で学ぶ。

4. 海の熱が生んだ「異常な夏」

酷暑の要因は「海」にもある。大気と同様、海水も世界で“公平”に熱くなっているわけではない。日本の海が“狙い撃ち”に遭っている状況なのだ。次ページ図2は2025年7月の1ヶ月平均の海水面温度の平年からの差である。日本周辺の海はまるで熱湯のように温まっていた。場所によっては平年より5度も高い海域もあった。熱せられた海から立ち上る熱気が空気を暖め、その暖まった空気が日本列島に流れ込む。つまり、海と空の両方から熱を受けたのが、2025年のとんでもない猛暑を生んだのだ。

海から吹く高温の空気は水蒸気が多い。水蒸気もCO₂と同じく、赤外線を吸収する温室効果ガスである。だから高温の地面からの熱を、水蒸気が吸収し、夜間の放射冷却を弱め、夜でも暑い。水蒸気が温室効果ガスであることは、意外と知られていない。熱容量の大きい水は一度温まると冷めにくく、高温状態が長く続く。

したがって、7月に高かった海水温は9月、10月に入っても下がらず、秋になっても暑さを長引かせた。これが、長引く猛暑の直接的な要因だ。

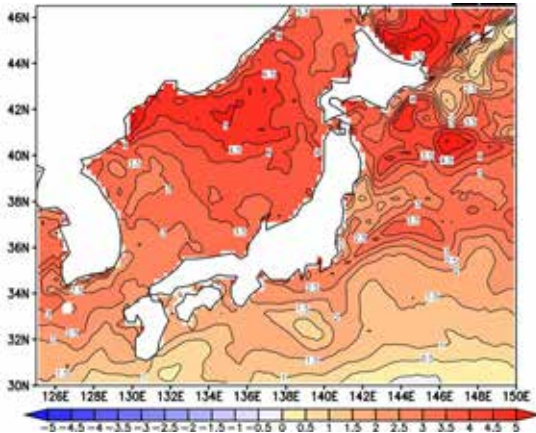


図2 2025年7月における日本周辺の月平均海面水温差（平年差）。気象庁データに基づき、筆者が計算（単位は℃）。

5. 温暖化が日本を「狙い撃つ」地理的要因

世界で最も海面水温が高いのは日本の真南に位置するバブアニューギニアの北で、フィリピンやインドネシア付近に位置する海域である。これは、熱帯地方を東から西に吹く貿易風によって、太平洋の東の端にあるペルー以西の温かい海水がその一帯に貯められるからだ。そしてその“世界一ホット”な海水が、“世界一、二を争う速い海流”である黒潮によって日本の海に運ばれてくる。ゆっくりと北上してくれば冷めるものの、黒潮の流れは速いので熱いまま日本に到達する。だから日本列島は海から、世界の中でも特異的に温められ、日本周辺の海面水温は世界平均の3倍も早く上昇している。温暖化する赤道の海の影響を日本は直接受けるのだ。

海は生物の根源で、海水温上昇は水産資源にとって脅威である。海洋生物は、高校生物学では脇役ではあるが、生物の授業の中で海洋温暖化と異常気象を絡めて授業を展開してはどうであろう。黒潮は、社会科で習うが、その速さまでは習わない。理科で、黒潮の驚異的な速さに触れて欲しい。

さらに、海だけではなく「陸」からも、日本列島は激しい「暑さ攻撃」に晒されている。世界で一番広い大陸はユーラシア大陸だ。温暖化によって、陸も温められているわけだが、大陸の方が海よりも熱容量が小

さいので、地球温暖化のスピードは、大陸の方が早い。広大なユーラシア大陸で熱くなった大気が、偏西風によって大陸の東端に位置する日本列島に運ばれてくる。

図1に戻ろう。近年の夏の偏西風は、なぜ日本付近で北に蛇行するのか。その理由は、大陸で生まれた熱い空気が日本列島付近に流れ込み、偏西風はその熱気を避けるように北に押し上げられるためだ。こうして北への蛇行が続くことで晴天が続き、暑さが蓄積し、海水温の上昇がさらに拍車をかける。結果として、猛暑が9月・10月まで続く。日本列島はまさに、偏西風の北への蛇行が生む「終わらない暑さ」の最前線にある。

いわば日本列島は、温暖化の影響を受けた「熱い海水」と「熱い大気」の“Wの吹き溜まり”のようになっている。これが日本の地理的な宿命であり、耐え難い夏の暑さと二期化の要因なのだ。

6. 極端気象の連鎖

猛暑だけでなく、豪雨が各地で発生している。2025年は、北陸、北海道、東北をはじめとして観測史上一番の豪雨が日本列島を襲った。9月には東京都心部をゲリラ雷雨が襲った。実は猛暑と豪雨は関係している。豪雨激増の根本にあるのが、海面温度の上昇だ。海面が温まると、海からの蒸発が促進され、大気中の水蒸気量が増加する。水蒸気は上空で冷やされて雲になるが、近年はその雲の水分量が極端に増え、ひとたび低気圧や前線が通過すると、同じ気圧配置でも雨量が格段に増える。つまり、温暖化によって「雲のパワー」そのものが強まり、雨は激しくなる。近年の豪雨の増加はまぎれもなく海面水温の上昇が主因であり、その背景にあるのが地球温暖化だ。温暖化 → 海面温度上昇 → 水蒸気増加 → 豪雨増加の連鎖が進行している。晴れば猛暑、降れば豪雨の二極化となる。これが温暖化時代の日本の気候だ。

飽和水蒸気圧と温度の関係は化学で習う。また、水蒸気を多く含む大気は乾燥した空気よりも空気の平均密度が小さくなり、軽くなる。それは、水蒸気(H₂O)の分子量が、N₂やO₂よりも圧倒的に小さいからだ。これはアボガドロの法則の原理に因る。だから熱い海から水蒸気が大量に蒸発すると、軽くなった大気は上昇気流を促し、時には強い積乱雲となる。アボガドロの法則を教える際に、このような豪雨増加トピックを交えてみてはいかがであろう。

7. 冬も激しさを増す

「冬が暖かくなるならいいじゃないか」と言われることがあるが、実際には、冬は穏やかになるのではなく、むしろ極端な天候が増えている。

図3は、近年の冬に見られる典型的な偏西風の蛇行パターンを示す。冬の偏西風は、アジア（日本付近）で南へ下がり、アラスカ付近で北へ上がり、再びアメリカ側で南へ下がる。そんな波を描く。寒気が日本とアメリカの両方に流れ込みやすい構造で、夏とは正反対だ。このため冬は、日本でもアメリカでも寒波が発生しやすくなっている。

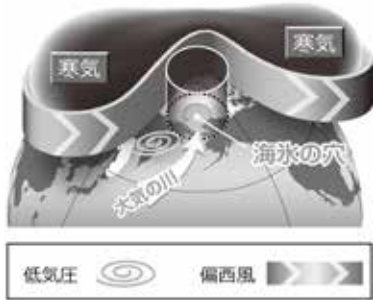


図3 近年の日本周辺の冬の偏西風の流れのパターン。Tachibana 他 (2019), Scientific Reports の図を和訳。

では、なぜ冬は夏と逆の蛇行パターンになるのだろうか。それは北極の氷が急速に減少していることが影響している。氷が溶けて暖気が北極圏に流れ込むと、その分、冷たい空気が両脇、つまり日本や北米方面へ押し出される。これが冬に寒波が発生するメカニズムだ。

したがって、温暖化の時代でも寒波はなくなり、むしろ強まる傾向にある。平均気温は上昇しているのに、局地的には厳しい寒波が頻発する。こうした“寒暖の変化の激しさ”によって、雪害はむしろ増えている。

もう一つの要因は、海水面温度の上昇だ。海が温かいと水蒸気が大量に発生し、寒気が流れ込むとその湿った空気が冷やされ、雨ではなく雪になる。つまり、近年の豪雪は地球温暖化の副作用なのだ。たとえば2025年2月、北海道・帯広では12時間で120cmという観測史上初の豪雪を記録した。かつて数日かけて降っていた雪が、今はわずか数時間で積もってしまう。

つまり、温暖化時代の冬は「豪雪の冬」。そして夏は「猛暑と豪雨の夏」。そして長期化する夏。私たちは今、「二季化」の時代に生きている。そのような極端な気象の条件が「整っている」のが日本だ。

8. 先ず隋より始めよ

ここまで、温暖化に伴う異常気象の原理を駆け足で解説してきた。さらなる解説をご希望の方は、拙著『異常気象の未来予測』（ポプラ新書、2025年発行）を、手前味噌で恐縮だが、お読みいただきたい（図4）。本書は、温暖化で日本や世界の気候がどのように変わりゆくのか？ どうして変わるのか？ を高校生向けに解説した本でもある。自分でいうのもおこがましいが、すべての高校生に読んで欲しい本なのだ。



図4 『異常気象の未来予測』（立花義裕著、ポプラ新書、2025年）

日本を狙い撃つ異常気象。これは日本の国力を奪い、私たちの生活を大きく左右しかねない。このまま何も手を打てなければ「異常気象」は「通常気象」になってしまう。

日本だけが温暖化対策をしても弥縫策にしかならない。そうした声をよく聞く。しかし、異常気象への「気付き」や意識改革を世界に向けて迫る意味でも、日本が率先してやれることからやるべきなのだ。日本がすべきこと、それは、脱炭素の世界のトップランナーとなり、他国を牽引することなのだ。なぜなら、繰り返しになるが、異常気象の影響を最も受けるのは他ならぬ日本なのだから。異常気象は「沈みゆく熱帯の島国の他人事」ではなく、「宿命を背負った日本列島の我が事」。このままでは、いずれ日本は暑過ぎるうえにドカ雪が降る、「世界で最も住みにくい国」になりかねない。四季が美しい日本に戻そうではないか。そのためにも、学校教育界も、それを後押しする行動変容が求められる。強く豊かで美しい国、日本になるために。