

本棚

後沢 昭範



「激甚気象はなぜ起こる」

坪木和久著

新潮社、2020年5月発行、398ページ、
1,760円

● 2023年 日本は猛暑・干天・集中豪雨…

昨年の夏は、東京も連日の猛暑日（最高気温35℃以上）で“熱中症警戒アラート”が日常化し、“救急車逼迫アラート”まで聞こえ、9月に入っても真夏日（30℃以上）が続き、11月でも夏日（25℃以上）がありました。

気象庁によれば、2023年の日本の年平均気温の基準値（1991～2020年の30年平均値）からの偏差は+1.34℃で、1898（明治31）年の統計開始以降、最も高い値になりました。本州付近への太平洋高気圧の張り出しが記録的に強まったこと等、幾つかの要因に加え、地球温暖化の影響が重なったと見られています。

猛暑は農業も直撃し、白未熟粒の発生等で、水稻粳玄米の1等米比率が61%に落ちるなど、農作物の品質低下や減収、作期の狂い等に見舞われ、産地では今後を見据えた適応策に迫られています。

気温の上昇と同時に、日本近海の海面水温の上昇も記録を更新し、大気には大量の水蒸気を供給します。集中豪雨をもたらす線状降水帯が頻繁に発生して各地に洪水や土砂崩れを引き起こし、台風も大型化して勢力が衰えないまま、本土に接近・上陸する様になりました。気象研究所等のチームは、気候予測シミュレーションの結果、“地球温暖化の進行とともに、線状降水帯を始めとする暖候期の極端な大雨が更に増加する可能性が高くなる”としています（2023/9）。

● 2023年 世界も猛暑・大干魃・山火事・大洪水…

世界に目を転じれば、これまた連日、異常な高温と乾燥による大規模な山火事やダムの干上がり、壊滅的な干魃被害、その一方、思いもよらない地域で大洪水、被災地の惨状が生々しい映像で報じられました。2023年の世界の年平均気温の基準値（1991～2020年の30年平均値）からの偏差は+0.53で、1891年の統計開始以降、最も高い値だったそうです。

国連食糧農業機関（FAO）は、“気象災害による世界の農業被害が頻度・規模とも年々増加・拡大しており、過去30年間（1992～2021年）の被害総額は少なめに見ても3.8兆ドル（568兆円…年間18兆円で3億トン、世界の農業生産の5%）に上る”と推算しています（2023/10）。

グテーレス国連事務総長は、“地球温暖化（Global warming）どころではなく、今や地球沸騰化（Global boiling）の時代！”と、危機感を露わに、各国の取り組みの加速と嵩上げを訴えています（2023/7）。実は、現在、各国が掲げている温室効果ガス削減目標では、それらが確実に実行されたとしても、“今世紀末の気温上昇を産業革命前と比べ1.5℃に押さえる”という「パリ協定」の実現には足りません。米国の気象研究機関（Climate Central）によれば、“世界の平均気温は既に1.32℃上昇”しており、余すところ僅かです（2023/11）。

昨年12月にアラブ首長国連邦（UAE）で開催された国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP28）では、先進国・新興国・途上国・島嶼国・産油国のせめぎ合いを経て、何とか“化石燃料からの脱却”の明記に漕ぎ着け、従来より踏み込んだ内容の「合意文書」が採択されましたが、その実現に向けた各国の削減目標と具体的な取組内容の提示は、今後待ちです。

内外の報道からも、体感的にも、温暖化の進行と気象の激甚化を実感せざるを得ません。

● 「防災講演会あいち」から

暫く前ですが、名古屋地方気象台主催の「防災講演会あいち」（2022年12月）において、名古屋大学 坪木和久教授から「激甚化する気象の実態（激甚災害をもたらす台風の実態と地球温暖化に伴う将来変化）」が講演されました。防災講演会あいち（jma.go.jp）

その流れは。日本は世界屈指の災害大国です。講演の冒頭、明治の物理学

者にして随筆家の寺田寅彦による警鐘… “それが日本の地理的位置の特殊性によるものであり、そのことを常々忘れてはならない! (『天災と国防』1934年)” が紹介されます。

その上で、1959年、東海地方に未曾有の被害をもたらした“伊勢湾台風”の話の皮切りに、台風の実態、地球温暖化に伴う将来の変化、航空機観測による最新の知見など、リアルな映像と共に分かり易く解説されます。

そして“最も伝えたい事”として3点… 〔①台風は我が国の災害の最大要因で、その防災には平時からの備えと適切な避難が最も重要。②地球温暖化の進行は疑いの余地がなく、それに伴い、日本における台風災害の危険性（暴風、豪雨、高潮等）が年々増大。③今世紀後半に掛けて、温暖化の進行とともに、日本を含む中緯度で、台風や豪雨等の極端気象による災害は、更なる激甚化が予想。〕を挙げて締め括られます。講演資料の末尾に、もっと知りたい人のために、1冊の著書が控えめに紹介されていました。

●本書は

そこで、今回ご紹介は件の著書、つまり本書です。〔1.繰り返される災害の年〕〔2.なぜ日本は激甚気象が多いのか〕〔3.高気圧はなぜ猛暑をもたらすのか〕〔4.水蒸気をもたらす大気的不安定〕〔5.豪雨はなぜ発生するのか〕〔6.台風〕〔7.激甚気象は予測できるか〕〔8.地球温暖化と気象災害〕〔9.激甚気象から命を守るために〕と、気になるタイトルの9章編成。

気象学の基礎概念と私達の記憶に残る近年の災害事例を組み合わせ、かなり緻密で専門的な解説が展開します。内容的にもボリューム的にも、ザッと一気読みするのは無理ですが、個々の理論や事象の説明は、エピソードも交え、何処か随筆的であり、高度な理論を駆使する部分は流しても、感覚的に納得しながら読み進めることが出来ます。

著者は気象学者。名古屋大学の宇宙地球環境研究所・教授で、横浜国立大学先端科学高等研究院の台風科学技術研究センター・副センター長も務められます。日本人として初めて、航空機でスーパー台風の目に入って直接観測に成功し、NHKの「サイエンスZERO」にも出演しておられます。数々の受賞歴があり、最近では「航空機観測と数値モデルによる台風強度の研究」で文部科学大臣賞を受けられました（2022年）。

災害大国日本、温暖化で気象は激甚化、何故そうなるのか。ほんの一部で

すが、気になるところを追ってみましょう。深く知りたい方は、是非、本書を手にとってじっくりお読み下さい。

●なぜ日本は激甚気象が多いのか？

日本は“自然災害のデパート”と言われます。確かに品揃えの豊富さは世界一。なれど尋常な店ではありません。強引に押し付け、法外な代金を迫り、近年、とみに酷い様です。台風・梅雨・豪雨・豪雪・降雹・降霜・竜巻・猛暑等々の気象災害に加え、プレート境界に位置することから、地震・津波・噴火等々の地球物理学的災害も加わります。

日本列島は、地理的に中緯度にあつて殆どは温帯気候に属し、気象学的には、熱帯や寒帯に比べて暮らし易い気候帯に属しますが、気象学的には、南の暖気と北の寒気がせめぎ合う激しい変動帯です。更に、地球上で最も大きいユーラシア大陸と、最も暖かい北太平洋西部に挟まれ、両方の影響をまろに受けます。また、大陸との間に日本海・東シナ海があつて、ぐるり海に囲まれ、加えて脊梁山脈が北端から南端まで貫き、その影響を受けます。

これらの地理的な位置、海陸の分布、そして地形が、日本の変化に富んだ気候、そして激しい気象の原因になっているのです。主な現象について見ると…。

●温帯低気圧、爆弾低気圧

先ず、中緯度では、南北方向の温度差が最も顕著で、寒気と暖気がぶつかり合つて大気が渦巻く激しい気象となります。この南北の温度差をエネルギーに生まれるのが“温帯低気圧”です。因みに“春一番”は、冬～春の変わり目に発達した温帯低気圧に伴つて吹く、“暖かくて強い南風”の事で、時に猛烈な風で被害をもたらします。

加えて、南から来る暖かい黒潮が大量の熱と水蒸気を大気に供給するため、秋から冬・春にかけ、日本近海で南北の温度傾斜が大きくなると、いわゆる“爆弾低気圧”が発生し、大きな被害をもたらします。日本付近と北米大陸東岸付近は、世界的にも“爆弾低気圧”の多発地帯です。

また、中緯度では偏西風が吹いています。このため、大陸の西岸は、温度変化の少ない海洋からの風が来て、冬は温暖で夏は涼しく、過ごし易いのですが、東岸は、温度変化の激しい大陸からの風が来て、夏の暑さ・冬の寒さとも一際厳しくなります。日本は大陸東岸です。

●梅雨、台風(熱帯低気圧)

更に、日本がモンスーンつまり季節風領域にあることも挙げられます。陸は比熱が小さいので、夏暖まり易く・冬冷え易いのに対し、海は比熱が大きいので夏冬の温度差が小さくなります。このため、夏は相対的に冷たい海洋から陸地に風が吹き込み、逆に、冬は相対的に冷たい大陸から海洋に吹き出すという、季節毎に反転する大規模な風系が“雨季”を含む季節変化をもたらします。日本では“梅雨”の末期にしばしば激しい豪雨が発生し、甚大な被害を引き起こします(2017年：九州北部豪雨、2018年：西日本豪雨etc.)。

日本の激甚災害の最たるものは“台風”です。台風は“熱帯低気圧”の一つで、経度180度以西の北太平洋・南シナ海で発生する地上風速17メートル/秒以上のものを言います。北大西洋西部のハリケーン、インド洋のサイクロンも同類ですが、最強は台風です。熱帯低気圧は、海面水温が26～27℃以上の海上にしか発生しません。エネルギー源は海から大気に与えられる熱と水蒸気です。このため、熱帯低気圧は海が暖かいほど発生し易く、大きくなります。

この条件を備えた北太平洋西部は、地球上で熱帯低気圧が最も多く、また最強のものが発生する海域です。日本列島はその影響をもろに受け、暖かい黒潮に沿って進む台風は、勢力を保ったまま接近～上陸して来ます。

●高気圧がもたらす猛暑、温暖化で更に底上げ!

猛暑にせよ豪雨にせよ、極端な気象つまり激甚気象は、幾つかの要因が重なることによって発生します。重なり具合はその都度異なり、特徴や発生メカニズムも異なります。ここに気象現象を説明する際の難しさがあります。本書では、気象庁に“これは災害だ!”と言わしめた2018年の猛暑を例に、発生メカニズムを解説します。

“夏季の太平洋高気圧が発達すると何故猛暑になるのか?”ですが…。まず基本的な条件として、日差しを遮(さえぎ)る雲が殆ど発生しません。空気が保持出来る水蒸気量の最大値つまり飽和水蒸気量は、気温の上昇と共に大きくなります。高気圧の中には下降気流があり、下降時に断熱加熱(1km下降で10℃上昇)によって空気塊の気温は一気に上昇します。それに伴って大気は未飽和になるので、雲粒子(雲を構成する水滴や氷結晶)は蒸発・消滅

してしまい、カンカン照りになるのです。

2018年の猛暑は、気候学的には“優勢な太平洋高気圧の内部の下降気流による大気の加熱、晴天下における地表面からの加熱と放射加熱、更にフェーン現象や大気境界層の中の対流が非常に効果的に協働して起きた”と説明出来ますが、加えて“地球温暖化”という気候学的な別の要因が大きく関わり、全体を底上げ・極端化しているのです。

世界の年平均気温を、1891年の統計開始から今日まで、約130年間の“高温ランク上位20年”で見ると、21世紀に入ってからの大半（18ヶ年）がエントリーします。しかも高温の記録は年々更新されており、素人目にも“地球温暖化の進行”は明白です。

気象研究所等のチームは、温暖化が進行している実際の地球の気象と、温暖化していない仮想の地球の気象を、スーパーコンピュータで再現・比較した結果、“2023年夏の記録的な高温は60年に1度の極めて稀な暑さ（発生確率1.65%）だったが、もし、地球温暖化による底上げが無かったら起こり得なかった（ほぼ0%）”と分析しています（2023/9）。

●「大気の河」がもたらす膨大な水蒸気

話変わって、地球を覆う大気の中には水蒸気の巨大な帯状の流れがあります。とてつもなく大きく、幅500～1,000km、長さ数千km、水量は100万トン/秒に及ぶこともあり、“大気の河（atmospheric river）”と呼ばれます。感覚的に想像し難いかも知れませんが、水量も大きさもアマゾン川やナイル川を遙かに上回るボリュームの水蒸気流量です。

大気の河は、日本周辺では、太平洋や東シナ海の洋上で形成されます。時間的・空間的な変化が激しく、また、洋上の観測点が殆ど無いので予測が難しいのですが、これが流れ込む処では、とんでもない豪雨が発生し易くなります。

日本列島への流れ込みもしばしば発生しており、“激甚災害を起こす豪雨の多くは、大気の河によってもたらされた可能性が高い”と見られています。例えば、2015年9月に鬼怒川を決壊させた豪雨は、台風崩れて関東上空に流れ込んだ“大気の河”の中で形成された非常に強い線状降水帯によるものです。この時、大気の河の水蒸気流量は40万トン/秒。アマゾン川の水流量の2倍相当だったとされます。

●「積乱雲」の中で形成される豪雨

豪雨形成の典型的なプロセスを見ると…。青空に立ち昇る積乱雲は通常15～18kmの高さにまで達しますが、空気塊が5kmも上昇すると、断熱冷却によって、気温は0℃まで下がります。従って積乱雲の上方2/3は水の世界です。

空気塊が上昇するに連れ、気温は下がって内部は飽和水蒸気圧に達し、更に、相対湿度100%を超える過飽和となり、過剰分は雲粒になります。まだ液体の過冷却水滴ですが、更に上昇して-40℃以下になると、さすがに凍り始めて氷晶となり、更に周りの水蒸気を集めて急速に成長し、直径100ミクロンを超える雪結晶になると、今度は重みで落下し始めます。

此处から“降水”の始まりです。これらが衝突・集合して雪片になり、昇って来る過冷却水滴と衝突すると、瞬時に凍り付いては付着し、更に成長して霰になります。重みで速く落ちる霰が、ゆっくり落ちる氷晶等の粒子と衝突すると、積乱雲の中にプラスとマイナスの電荷を持つ領域が形成され、電荷が一定以上貯まると大気の静電破壊が起こります。これが雷です。雷が鳴るのは、上空で大量の霰が効率よく形成されている証拠です。

積乱雲の高さ2/3程の領域で形成された氷晶・雪結晶・雪片・霰は、高度5km辺りの融解層（0℃）まで降下すると融け始め、雨となって降って来ます。大粒の雨は霰由来で、土砂降り的大雨になり易いのです。

●大雨・豪雨・集中豪雨、温暖化で更に底上げ

巨大な積乱雲が、生涯に上空に持ち上げる総水蒸気量は1,000万トン程に達します。その内、降水に回るのは約1割の100万トン程で、9割は広大な対流圏を湿らせて終わりです。

これまたイメージが湧き難いと思いますが、仮に、この積乱雲の底面積が100km²なら10kg/m²、つまり降水量10mmです。この積乱雲の寿命が1時間程なら10mm/時で、予報用語で言う“やや強い雨”辺りになります。災害レベルになるのは、積乱雲が次々と連続して発生し、同じ地域に継続して強い降水をもたらす場合で、その典型は、近年、各地で発生し、しばしば耳にする“線状降水帯”です。

因みに“大雨・豪雨”と言われるのは、日量100mmを超える雨、あるいは地域の年間降水量の10%程の雨がまとめて降った時です。また“集中豪雨”

は、数時間から1日程度の比較的短い時間に、比較的狭い領域に降る大雨の事で、洪水や土砂崩れが起こり易くなります。

斯様に、気象を巡る基礎概念、基本的メカニズムから、複雑に要因が重なった激甚気象の実際まで、分かり易い解説で網羅します。

気温・海水温が高まり、水蒸気も増えるとなれば、これをエネルギー源とする気象現象は極端化します。気象現象のダイナミックさに驚くと同時に、今後、温暖化の進行と共に、更に底上げされる“激甚気象”に恐れを感じざるを得ません。

● 揃わない足並み・止まらない温室効果ガスの排出

世界気象機関（WMO）によれば、IPCCの警告・国連の旗振り・各国それなりの取組にも拘らず、大気中の主要な温室効果ガスは増加し続けており、2022年の世界平均濃度は何れも観測史上最高値を更新しました。産業革命以前（1750年）と比較すると、CO₂は418ppmで150%、CH₄は1,923ppbで264%、N₂Oは336ppbで124%と大幅に増えています（2023/11）。

世界を見渡せば、各地で続く大規模な紛争や内戦、建前や宣言と乖離した自国優先の経済政策や財源不足、対応技術の限界等々、“温室効果ガスの排出ゼロ”を目指す“温暖化対応策”は思う様に進んでいません。合わせ技の“温暖化適応策”も、農業で言えば、高温耐性品種改良や作型変更、産地移動等々ですが、これとて万能ではなく、時間も掛かります。

国連環境計画（UNEP）は、“いま各国が掲げている温室効果ガス排出削減目標が達成されたとしても、世界の平均気温は今世紀末までに産業革命前から2.9℃上回る可能性がある”と報告しています（2023/11）。

本書で言う“激甚気象” 猛暑・台風・豪雨・強風・干魃。ブレーキが効かずジリジリと進む温暖化、それに伴って一層極端化するという不吉な予測。今夏はどうか。

歳を喰った自分達は、何とか“逃げ切り組”であっても、先々の世代が生きる世界はどうなるのか、何とか・少しでも、と思いを巡らさざるを得ません。