

近年の異常気象の実態と顕在化する地球温暖化の関わり

東京大学先端科学技術研究センター教授 中村 尚



1. はじめに

今夏も含め、近年我が国では豪雨や異常高温が毎夏のように起きており、私が会長を務める気象庁異常気象分析検討会も2018年以降ほぼ毎年のように夏季にも開催されています。但し、異常気象の影響は日本に限ったものではありません。世界気象機関（WMO）によると、この50年間で気象関連災害によって世界で200万以上の人々が亡くなり、経済損失は約400兆円にも達し、しかもその規模は2010年代は1970年代の7倍にも上っています。これを経済規模の拡大だけで説明するのは難しく、顕在化する地球温暖化に伴って各地で大雨や異常高温・干魃などの極端な天候が現れ易くなっている傾向の反映と推察されます。

2. 顕在化する地球温暖化と自然気候変動

実際、6～8月の世界の平均地表気温、日本の夏季平均気温ともに、ここ半世紀近く顕著な上昇傾向を示し（図1）、特に今夏は過去に例のない高温となりました。但し、日本の気温は自然変動により年々大きく変動しています。自然変動には偏西風の顕著な蛇行や熱帯低気圧が関わり、それに顕在化する温暖化が重なると、猛暑や豪雨など異常気象の発生頻度が高まります。よって、ある地域の異常気象を論ずるには温暖化と自然変動双方の理解が求められます。

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の最新の評価報告書に拠れば、この温暖化の要因は疑いなく人為起源の温室効果の強化とされています。地表が

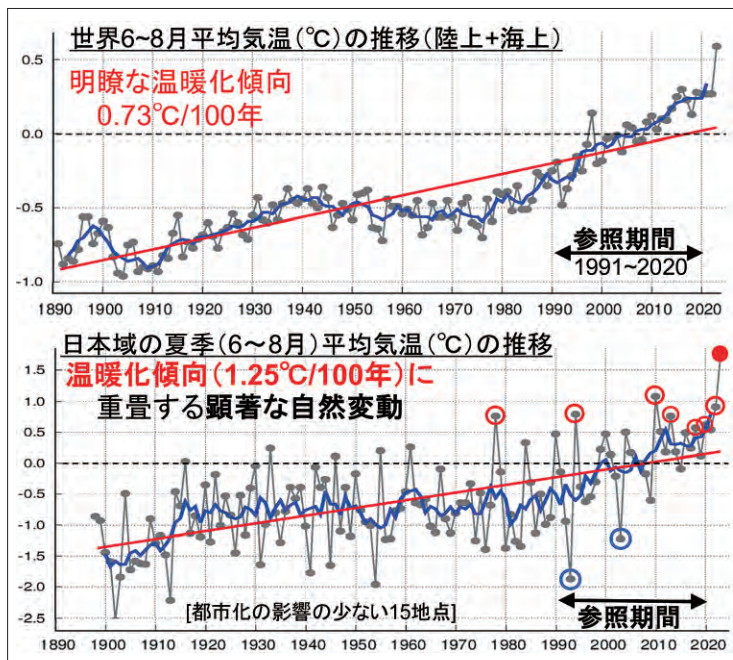


図1 (上) 世界(陸上・海上)と(下)日本の地表気温(都市化の影響の少ない15地点の平均)の推移。1991~2020年の30年平年値からの偏差(°C)を表示。黒線は各年の値、青線は5年移動平均値、赤線は線型トレンド。気象庁の統計による。(下)の赤丸は顕著な猛暑の8年、青丸は最近の冷夏年。

らの赤外放射を水蒸気、CO₂、メタンなどの温室効果ガスが吸収して大気を温め、その大気からの赤外放射が地表を温めるのが温室効果で、これがなければ世界の地上平均気温は-18℃と観測値(+15℃)よりも大幅に低下すると考えられます。即ち、今日の文明社会はこの温室効果の恩恵の上に成り立っている訳ですが、産業革命以降に急拡大した人間活動によって大気中のCO₂やメタンが増大して温室効果が強化された結果、気温が上昇傾向にあるのです。

そして近年は、雪氷面積の減少に伴う北極域での日射吸収量の増大や、大気中の水蒸気量の増加などの正のフィードバック過程も加わって、地球温暖化が一層顕在化してきています。

一方、温暖化が顕在化する遙か以前から、人間社会は猛暑・冷夏・寒波・干魃・大雨・大雪などの異常気象や台風・ハリケーンなどに伴う自然災害の影響を被ってきました。台風など熱帯低気圧を除けば、我が国を含む亜熱帯・中高緯度では、異常気象の主因は対流圏上層を吹く強い偏西風「ジェット気流」の顕著な蛇行です(図2)。ジェット気流は気温の異なる空気の境界を流れるため、大規模な大気波動の影響で持続的に蛇行すると、北半球では、

ジェット気流が北上した地域は暖かい高気圧に覆われて異常高温や干魃が、逆に南下した地域では異常低温や豪雪・ゲリラ豪雨が起りやすくなります。一方、ジェット気流が南西から北東に流れる地域では、上昇流が維持され、下層では熱帯から暖湿な気流が流入して積乱雲が発達し、集中豪雨が起きやすい状況となります。

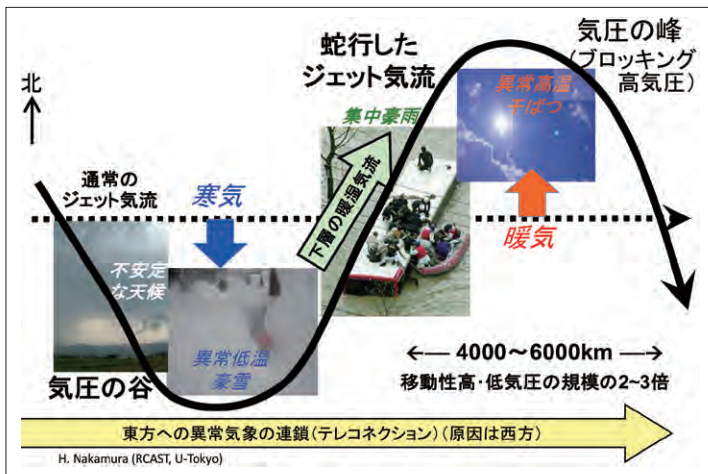


図2 上空のジェット気流の蛇行に伴って起りやすい異常気象の模式図。

3. 今夏の記録的猛暑の実態と要因

近年は、顕在化する温暖化に顕著な自然変動が重畳し、「過去に例のない」異常高温や豪雨が、我が国を含め、世界各地で起りやすくなっています。例えば、2018年夏は各地で平年より早く梅雨が明け、熊谷で41.1℃、名古屋で40.3℃と高温記録を更新するなど東・西日本を中心に猛暑日が続出し、1,500名以上が熱中症で亡くなりました。下層では太平洋高気圧が本州付近に強く張り出し、北に蛇行した亜熱帯ジェット気流の南側に入って暖かい高気圧に覆われた上、地球温暖化の影響が重畳して顕著な猛暑になりました。

今夏も同様な要因で記録的猛暑になりました(図1・図3)。2018年より遅れた梅雨明け後に顕著な高温が持続し、猛暑日の全国累積地点数は8月末に過去最多となりました。顕著な高温が北・東日本を中心に持続したのが特徴で、全国915の観測点のうち128地点で日最高気温が高い記録、248地点で日最低気温が高い記録を更新しました(タイ含む)。日本付近では7月後半に下層の太平洋高気圧の張り出しが顕著に強まるとともに、上層の亜熱帯ジェット気流が北偏し暖かく背の高い

高気圧に覆われ、下降気流や強い日射が地上気温を上昇させました。2018年と同様、亜熱帯ジェット気流が北偏した要因の1つとして、水温の高かったフィリピン付近で台風活動が活発だったことが挙げられ、さらに熱帯インド洋にて海水温が今夏まで比較的低温を維持したこともこれに影響したと考えられます。これらの水温偏差は今冬まで赤道太平洋で続いたラニーニャ現象の遅延影響と解釈でき

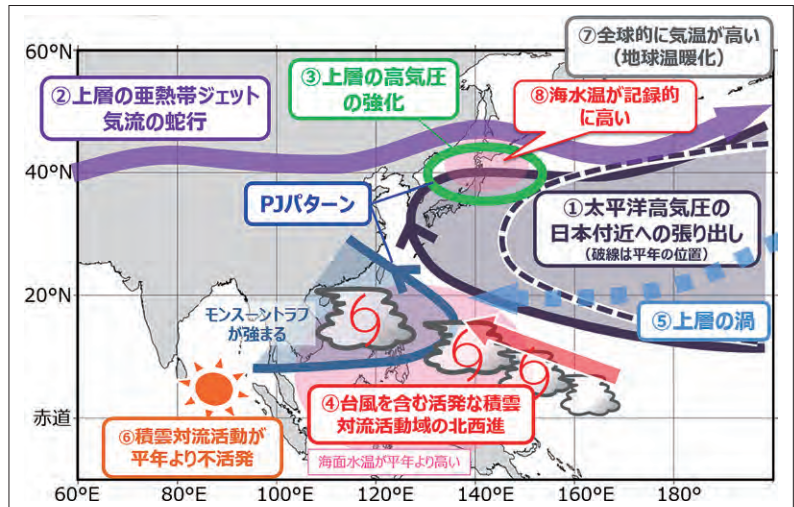


図3 2023年7月後半以降の猛暑をもたらした要因の模式図。気象庁異常気象分析検討会の資料に拠る。

ます。2018年と同様、亜熱帯ジェット気流北偏のもう1つの要因は、欧州・地中海上空におけるジェット気流の蛇行の影響が極東に及んだことです。なお、8月になって太平洋高気圧の張り出しがやや弱まると、その縁辺の南寄りの風や緩やかに北上する台風の影響で、日本海側はフェーン現象が持続して記録的な高温少雨となりました。

こうした自然変動に加え、地球温暖化の影響も無視できません。それを定量的に評価するイベント・アトリビューションに拠ると、2018年7月、本年7月いずれも、日本の高温事例の発生確率は地球温暖化がなかったと仮定した場合と比べてかなり高かったと見積もられています。とはいえ、気温の上昇トレンドを除去した時系列でも、2023年7月は第5位（戦後では1978年に次ぐ第2位）でした。また、日本域の夏季平均気温（6～8月）も歴代1位を更新しましたが（図1）、上昇トレンドを除去した時系列でも第1位となることから、2018年の猛暑と比べても、自然変動の寄与がかなり大きかったと言えるでしょう。特に、北日本の歴代1位の高温には周辺海域の記録的に高い水温も寄与したと考えられます。三陸沖では黒潮続流が40°N付近まで北上し、海洋内部まで水温が記録的に高い状態が続いています。この影響で、沿岸・海上で下層雲の形成が抑制され地表に届く日射量が増加したことも、沿岸域の高温や海面水温の更なる上昇に寄与したと考えられます。なお、2018年同様、今夏も上空のジェット気流の持続的な蛇行に伴って、北半球亜熱帯・中高緯度の多くの地域で異常天候が発現しました。ジェット気流が北偏した多くの地域では異常高温や異常な乾燥に見舞われたものの、南偏した地域での低温偏差は余り顕著ではありませんでした。これは顕在化した地球温暖化の影響と考えられます。

4. 今夏の梅雨期の大雨の実態と要因

ここ数年と同様、今夏も梅雨期に各地で豪雨が起きました。まず、6月初めには、西・東日本南方を北東進した台風2号に伴う暖湿気流の影響で、本州付近に北上した梅雨前線の活動が活発化して大雨となりました。南海上を北へ輸送される水蒸気量は6月初めとしては記録的に多く、西・

東日本の太平洋側で線状降水帯が相次いで発生した影響もあって、24時間降水量が6月としての1位を更新した地点が167、通年として1位を更新した地点数も23に上りました。梅雨前線の北上は上層の亜熱帯ジェット気流の北偏に伴っており、日本上空でジェット気流が強化されて北東に流れたことで、梅雨前線に沿って上昇流も維持されやすかったと考えられます。

梅雨期後半は日本付近に停滞した梅雨前線に流れ込む暖湿気流の影響で、各地で線状降水帯が発生するなど大雨となりました。6月28日～7月16日の総降水量は大分・佐賀・福岡各県の一部で1,200mmを超えたほか、北海道・東北・山陰・九州北部（山口県含む）では7月の平年月降水量の2倍を超えた地点がありました。特に、7月7～10日には九州北部と中国地方で線状降水帯が発生するなど大雨となり、7月10日朝には福岡・大分両県に大雨特別警報が出されました。

図4は梅雨期後半の大規模な大気循環の特徴を示しています。上空の亜熱帯ジェット気流は極東上空で強まり、日本上空で南西から北東へ流れたため、梅雨前線付近で上昇運動が維持されやすくなりました。下層では太平洋高気圧が日本の南で強く西に張り

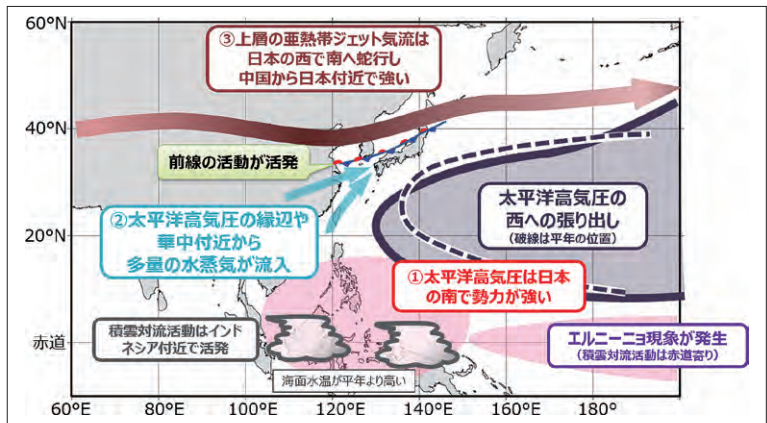


図4 2023年6月末～7月中旬に大雨をもたらした大規模大気循環の模式図。気象庁異常気象分析検討会の資料。

出し、その縁辺に沿って多量の水蒸気が日本付近に流れ込んだため、梅雨前線の活動が活発化しました。この太平洋高気圧の状況には、インドネシア付近での活発な積雲対流活動や赤道太平洋で発生中のエルニーニョからの遠隔影響があったと考えられます。

我が国でも大雨の発生頻度が増加傾向にあります。例えば、AMeDAS地点の3時間100mm超の大雨の最近10年の年間発生回数は1980年頃より約60%も増加しています。その要因として、地球温暖化に伴い、大気中の水蒸気量も増加傾向にあることが考えられます。気象庁気象研究所が高解像度大気モデルを用いた評価では、九州北部で36時間積算降水量（7/9 09時～7/10 21時）が産業革命以降の温暖化（下層で1.3℃気温上昇）の影響で15%ほど増加した可能性が示唆されています。

5. 結語に替えて

日本近海は、過去100年、全世界の海洋平均に比べて2倍以上速いペースで温暖化してきています。これにより、梅雨前線や秋雨前線に吹き込む熱帯からの気流は、温暖化する近海からの熱・水蒸気補給によって対流不安定性が保持され、日本列島では以前に比べ積乱雲が発達しやすく、北上する台風の勢力も保持されやすくなっています。こうした近年の大気・海洋の温暖化の現状をきちんと把握した上で、防災・減災に効果的な対応策と併せて、再生可能エネルギーへの移行や蓄電技術開発などの温暖化緩和策を講ずることが求められます。