

記録的高温がもたらす災害の現状と防災

専門研究員 渡部 英洋

目次

- | | |
|-------------|-----------------|
| 1. はじめに | 4. 検証と今後の気候の見通し |
| 2. 記録的高温の現状 | 5. 事前の防災気象情報の現状 |
| 3. 災害の状況と原因 | 6. おわりに |

1. はじめに

毎年のように温暖化が激しさを増す報道がなされているが、今年はさらに記録的な高温が観測され、各地に甚大な災害をもたらしている。国連のグテーレス事務総長は本年7月27日、「地球温暖化の時代は終わり、地球沸騰の時代が来た」と述べ、各国に対策の緊急性を訴えたが、その後も猛暑が継続し、各国で森林火災・干ばつ・洪水等大規模な災害を引き起こす要因となっている。

本稿では、記録的高温の現状を中心に概観するとともに、それがもたらす影響やさらに進行した場合の予測、および洪水等の災害発生予想を事前に把握するための情報伝達手段の現状についても確認する。

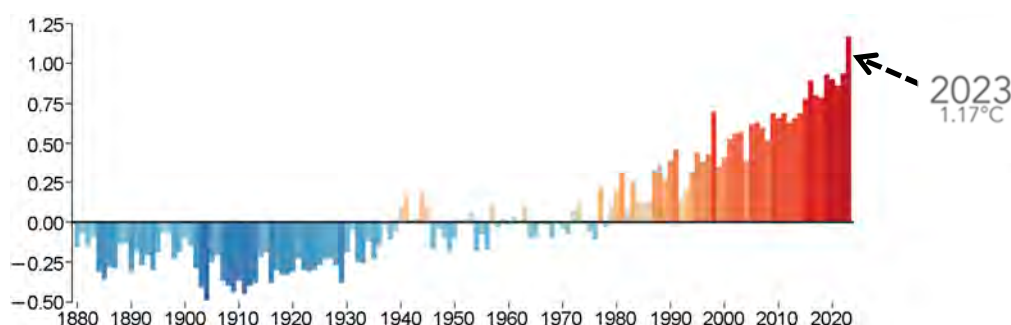
2. 記録的高温の現状

(1) 夏季の極端な高温

NASA（アメリカ航空宇宙局）の本年9月14日のリリースによれば、今年の夏季（6～8月）の世界平均気温は記録の残る1880年以降最も高く、図表1のとおり、1951～1980年の平均値より1.17℃上回り、突出した高温となったと発表した。

エルニーニョ現象¹が本格化したことによる海水温の上昇が直接的な要因であるが、温暖化の長期的な進行が拍車をかけ、今後、この現象の発現時にはさらに気温の記録的な上昇を引き起こす可能性が高まるようになる。

(図表1) 夏季（6～8月）の世界平均気温の推移（1951～1980年の平均との比較℃）



(出典) NASA・2023年9月14日リリース（NASAゴダード宇宙科学研究所データに基づく）より抜粋

1 エルニーニョ現象は、太平洋赤道域の日付変更線付近から南米沿岸にかけて海面水温が平年より高くなる現象で、世界中の異常な天候の要因となり得るとされ、本年6月に気象庁よりエルニーニョ現象が発生したとみられる旨の報道がされた。我が国では通常であれば冷夏の原因となるが、ジェット気流の蛇行等その他の要因に加えて、地球全体の温暖化が進行していることによる底上げ効果により、我が国でも猛暑となった。

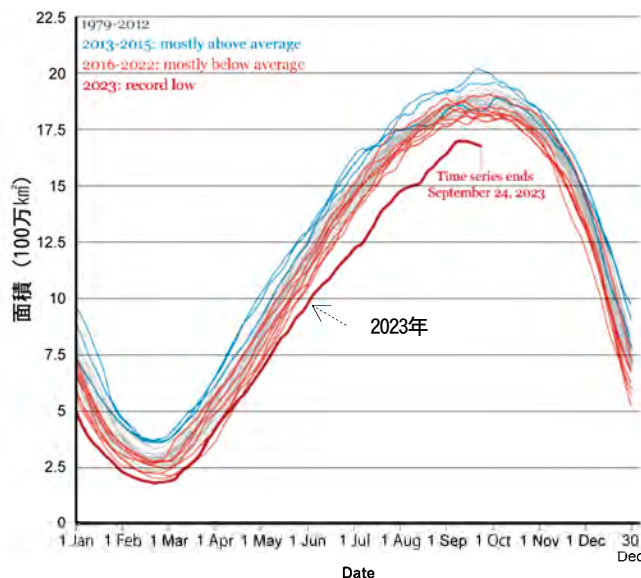
(2) 海水が異常高温

世界の海水温（北緯60度から南緯60度までの海面の平均温度）は上昇を続け、本年7月28日に、エルニーニョ現象が本格化し最も強力となった2016年3月を上回り、史上最高を更新した²。

海洋が年間で最も暖くなるのは8月前後ではなく、通常は3月前後であり、今回のエルニーニョ現象はこれから本格化することから、海水温はさらに上昇を続け、サンゴの白化や生態・漁業への影響などが懸念される。海水温が上昇すると、CO₂の吸収力が低下するため、大気中の温室効果ガス濃度が高まることにもなる。

世界の海が異常高温化している中で、とりわけ極域においてその海氷面積の推移に特徴がみられる。北極域の海氷は低水準が継続しているが、一方、南極域の2023年は過去最小の面積を記録した。

(図表2) 南極域の海氷面積の推移



(出典) NSIDC (米国立雪氷データセンター)「Arctic Sea Ice News & Analysis」(2023年10月4日)

本年9月10日、南極の海氷面積は今年最大の1,696万km²に達したが、この値は、1986年に記録された過去の最低値を103万km²下回るといふ極端に小さい面積となり、前年までの面積推移グラフ曲線の分布領域から、2023年のみ、かけ離れた推移を示している(図表2)。南極の海氷システムが新たな段階に入り、氷の成長を抑制する暖かい海水の影響が極めて強くなっているとの見方が多い。

南極海氷面積の減少は氷上で生活・繁殖する動物に大きな打撃をもたらすほか、氷で反射される太陽光が減るため温暖化を加速させる恐れがあると、科学者らは懸念を強めている。

また、南極において大量に存在する棚氷(=陸上の氷床が海に押し出され陸上の氷と連結している氷)は背後の氷床を支える力となって陸上の氷の海への流出を遅らせているが、この棚氷が融解する主な原因は、海洋が供給する熱であると考えられている。南極海域の水温上昇が進めば海洋への氷の流出が加速度的に進行することになり、海面上昇につながる危機に直面することになる³。

(3) 我が国の状況

我が国においても、気温・海水温とも、過去を大きく上回る数値が観測されている。

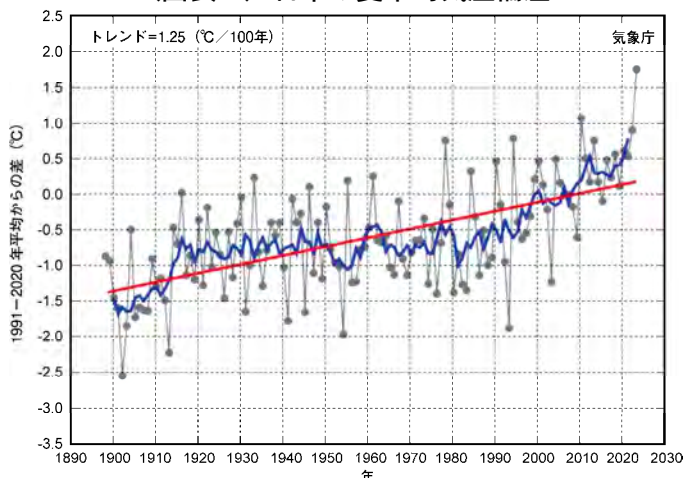
図表3は夏季3か月の平均気温の推移であるが、後述するような太平洋高気圧の強い張り出しや黒潮の蛇行による周辺海水温の上昇などによって今年は平年より1.76℃高くなり、統計開始以来最高を記録した。夏季3か月の平均気温は153の気象官署等のうち半数以上の85地点で観測史上1位を更新した。

海水温についても、特に9月の平均海面水温の平年差が大きく、これまでの9月の推移

2 欧州連合(EU)の気象情報機関「コペルニクス気候変動サービス」

3 Nature Climate Change「Climate change:Future melting of West Antarctic Ice Sheet may be unavoidable」(Published:23 October 2023)

(図表3) 日本の夏平均気温偏差



(注) 細い折れ線：各年の夏季平均気温の基準値からの偏差、
太い折れ線：偏差の5年移動平均値、直線：長期変化傾向。
基準値は1991～2020年の30年平均値。
(出典) 気象庁「日本の季節平均気温」

(図表4) 日本近海の9月の平均海面水温の年差

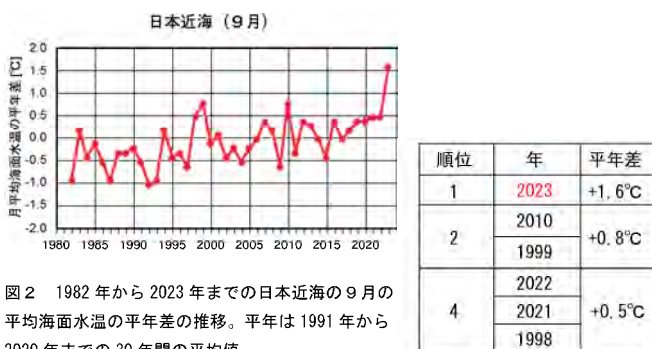
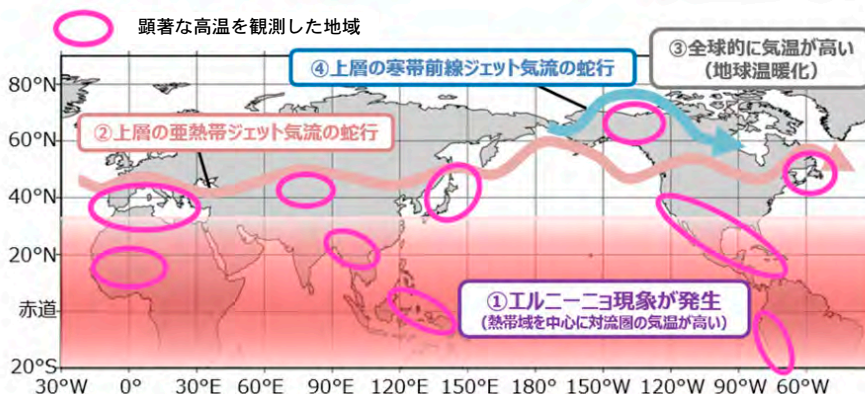


図2 1982年から2023年までの日本近海の9月の平均海面水温の年差の推移。平年は1991年から2020年までの30年間の平均値。

(出典) 気象庁 (令和5年10月2日報道発表)

(図表5) 2023年7月に世界各地に顕著な高温をもたらした大規模な大気の流れ



※ 顕著な高温を観測した地域は、ジェット気流が北に蛇行し続けた地域と合致することが分かる。

(出典) 気象庁「令和5年梅雨期の大雨と7月後半以降の顕著な高温の特徴と要因について～異常気象分析検討会の分析結果の概要～」(令和5年8月28日)(図2-5)

を図表4に示したが、今年は+1.6°Cとなり、これまでの最高だった2010年と1999年の9月の年差+0.8°Cを大きく上回った。

風が弱かったことや黒潮続流の北方への蛇行等が要因であるが、水深の深い層でも水温の高い状態が続いていることから、蓄熱が進行しており、今後の気温上昇を加速させる可能性がある。

(4) 異常高温をもたらした要因

このような顕著な高温については、世界レベルでの大規模な大気の流れで見た場合、エルニーニョ現象の影響とともに、全球的に温暖化が進んでいること、高緯度地域の温暖化の進行速度が速いことなどを原因とするジェット気流の蛇行によって日本をはじめ暖気に覆われる地域が増えたことなどが原因となっている(図表5)。今後もこのような動きが強まることで異常気象が顕在化してくることが予想される。

3. 災害の状況と原因

(1) カナダ等で激甚化する山火事(森林火災)

加速する温暖化により、熱波による人的被害が世界各地で増大化するとともに、干ばつ

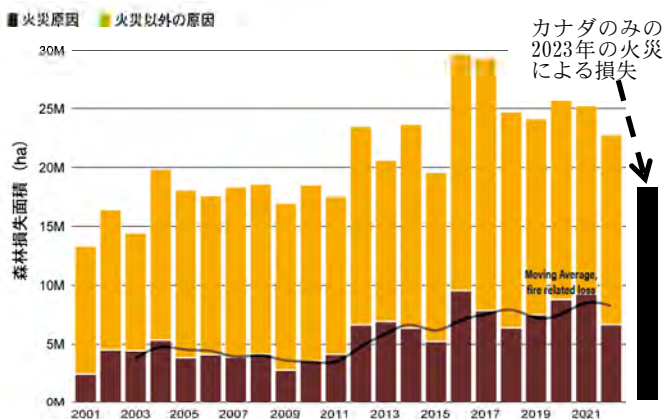
とその後の洪水という極端な現象による災害などが多発している。

特に山火事の焼失被害が著しく、カナダでは今年の10月6日までの焼失面積が過去最悪の1,840万ヘクタールに上り⁴、米国ニューヨークなどの空を赤く染めた。図表6はWRI（世界資源研究所）が2022年までの世界の火災による森林損失とその他の要因による森林損失をグラフ化したものであるが、火災による損失が面積・割合とも増加傾向にあり、大きい損失となった2021年が世界全体で934万ヘクタールの焼失であったのに対し、今年のカナダのみで、その約2倍の焼失面積という異常な事態となっている。

カナダ以外にも、熱波と乾燥を主因として、アメリカ本土、ギリシャ・スペイン・フランスなどの欧州各国、チリなどでも大規模な火災が発生している。大きく報道されたハワイ・マウイ島での火災も、高温がもたらした台風の強風と乾燥が被害を大きくしたとされる。

高温が森林地帯・草地を乾燥させるとともに、落雷の頻度が増加し、発火・延焼を容易にすることでCO₂が増加し、CO₂の吸収源としての森林が減少し、温暖化をさらに加速させ

(図表6) 世界の原因別の森林損失面積



(出典) World Resources Institute「The Latest Data Confirms: Forest Fires Are Getting Worse」(August 29, 2023)

るという悪循環が一層深刻化する状況にある。

また、地域別に過去20年間の火災による森林の損失状況をみると、世界の森林面積の約30%を占める北部の高緯度地域（ロシア・カナダ・北欧等）の損失面積が世界全体の損失面積の約70%に上っており（後掲付図1）、北部の高緯度地域が地球の他の地域よりも速い速度で温暖化が進んでいるという事実を反映している。

(2) 干ばつと発生頻度が増す暴風雨被害

気温が上昇すると空気中の飽和水蒸気量が増加するためになかなか雨が降らず、干ばつの原因となる一方で、空気中に蓄えられた大量の水蒸気が、温度が低下したり激しい気流の動き等によって短時間に凝結し、豪雨被害を引き起こす。

犠牲者が2万人以上に上るともみられる本年9月11日に発生したりビア東部の大規模洪水についても、国際気候研究機関World Weather Attribution (WWA) の分析によれば、発達した低気圧によって前例のない大雨でダムが決壊するなどしたもので、温暖化による気候変動が被害を拡大させた要因のひとつとなったと指摘している。

世界最大級の保険・再保険ブローカーであるエーオン (AON) が今年の上半期の自然災害に関するレポートを発表している(図表7)。

これによれば、2月のトルコ・シリア地震が最も大きな損害となっている以外は、干ばつ、洪水、米国中心の対流性暴風雨など、気候変動による極端な現象が頻発している。また、同レポートでは保険の支払いについて、米国などで中小規模の災害の支払件数が増加している点を指摘しており、温暖化による前例のない突発的現象が世界の各地で頻発する傾向が強まっていることを示唆している。

4 Canadian Interagency Forest Fire Centre (October 6 2023)

(図表7) 2023年上半期の経済損失の大きい災害
(10位まで)

月日	災害	国	経済損害額 (10億米ドル)
02/06	地震	トルコ・シリア	91.0
01/01- 06/30	ラプラタ盆地 干ばつ	ブラジル、アルゼン チン、ウルグアイ	9.9
05/13- 05/17	エミリアロマー ニャ州の洪水	イタリア	9.7
03/01- 03/03	対流性暴風雨	米国	6.1
01/01- 06/30	干ばつ	スペイン	5.6
03/31- 04/01	対流性暴風雨	米国	5.5
02/12- 02/17	サイクロン・ ガブリエレ	ニュージーランド	3.9
06/21- 06/26	対流性暴風雨	米国	3.8
01/27- 02/02	オークランド 洪水	ニュージーランド	3.3
06/10- 06/15	対流性暴風雨	米国	3.1

(出典) AON「Global Catastrophe Recap—First Half of 2023—」

(3) 我が国の梅雨前線等による大雨

我が国においては、今年記録的大雨を全国各地で観測し、洪水等の被害が多発した年となった(図表8)。

6月初めは梅雨前線が本州付近に停滞し、東・西日本の太平洋側で線状降水帯が相次いで発生し、167地点で24時間降水量が6月としての1位を更新する大雨となった。

6月末以降は太平洋高気圧の張り出しが強まって、高気圧縁辺に沿って多量の水蒸気が日本付近に流れこみ、梅雨前線が活発化したことによる。

このような日本近辺への水蒸気の大量流入についても、前述のジェット気流の蛇行が大きな要因となっており、低緯度・高緯度間

(図表8) 日本における2023年の主な大雨

6月1日～ 6月3日	梅雨前線及び台風第2号による大雨	西日本から東日本の太平洋側を中心に大雨。期間降水量の合計が平年の6月の月降水量の2倍を超えた地点があった。
6月28日～ 7月16日	梅雨前線による大雨	期間降水量の合計が大分県、佐賀県、福岡県で1200ミリを超え、秋田県でも記録的大雨となるなど、各地で大雨。
9月7日～ 9月9日	令和5年台風第13号による大雨	台風の中心から離れた場所で雨雲が発達し、東京都(伊豆諸島)、千葉県、茨城県及び福島県で線状降水帯による猛烈な雨など、関東甲信地方や東北太平洋側で大雨。

(出典) 気象庁HP

の温度差が縮小していることも要因と考えられている。また、温暖化の進行によって大気中の水蒸気量が増加傾向にあることが背景となっている⁵。

4. 検証と今後の気候の見通し

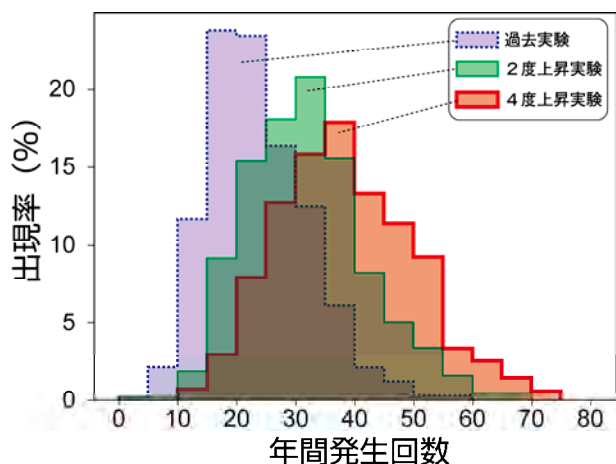
我が国で頻発する近年の災害について、温暖化がどの程度影響したか、また今後温暖化が進んだ場合に異常気象・災害がどの程度発生するかについて、気象庁など関係省庁の研究機関等で分析が行われている。

(1) イベント・アトリビューションによる温暖化の影響分析

文部科学省および気象庁気象研究所は、近年の計算機能力の飛躍的な発展に基づき温暖化影響の検出・評価を目的に設計されたデータベースを用いて、観測された個々の異常気象に対して人間活動がどの程度影響を与えたかを評価するイベント・アトリビューション

5 気象庁「令和5年梅雨期の大雨事例と7月後半以降の顕著な高温の特徴と要因について～異常気象分析検討会の分析結果の概要～」(令和5年8月28日)

(図表9) 日本全国における線状降水帯の年間発生数の頻度分布



(出典) 気象庁気象研究所等 令和5年9月19日報道発表

(EA)⁶を実施し、結果について本年9月19日に報道発表を行った。

それによると、本年6月から7月初めに西日本で線状降水帯に伴う豪雨災害が発生し、続く7月から8月にかけて、統計開始以降1位となる記録的な高温が観測されたことについて、地球温暖化の影響が無かったと仮定した状況下では、その他の気候条件が同じであっても、発生し得ない事例であったと結論づけている⁷。

また、気象庁気象研究所は本年9月19日の報道発表で、線状降水帯の発生頻度は、20世紀半ばから21世紀初頭と比べて、地球全体の平均気温が工業化以降2℃上昇した気候ではおよそ1.3倍、4℃上昇した気候ではおよそ1.6倍になると予測している(図表9)。

このような分析技術の一層の発展により、今後の気候変動適応策に応用できることが期待される。

(2) 環境省分析による台風の将来の姿

環境省は、地球温暖化が進行した状況下で規模の大きい台風が襲来した場合にどのような影響がもたらされるか評価する事業を実施しているが、本年7月21日に、最近の台風の中で特に被害の大きかった平成30年台風第21号および令和元年東日本台風(台風第19号)と同等の台風が再度襲来した場合を対象としてとりまとめた内容について公表している⁸。

平成30年台風第21号は9月4日に徳島県南部に上陸後、近畿地方を縦断、記録的な暴風等により家屋被害は8万棟を超え、関西国際空港では高波による浸水被害が生じたほか、強風により停泊中のタンカーが連絡橋に衝突し、空路と陸路が遮断される事態となった。

この台風と同等レベルの台風が来襲し、同じコースを辿った場合、温暖化が工業化前より2℃上昇するシナリオにおいては、関西空港近辺で記録した最大風速46.5m/sが平均8.6m/s(3.0~15.5m/s)増加すると評価している⁹。

高潮は大阪で観測された最高潮位が3.3mで、市街地への浸水は発生しなかったが、2℃上昇シナリオでは吸い上げ効果(気圧低下)および吹き寄せ効果(風速増加)により最大潮位偏差の上昇率が平均27.5%と評価しており、大阪湾での高潮警報基準2.2mを大幅に超えることになる。

令和元年東日本台風は、10月12日に伊豆半島に上陸後、関東地方を通過、東日本を中心に記録的な大雨となり、広範囲で河川の氾濫、土砂災害等が発生し、損壊・浸水等の住宅被

6 イベント・アトリビューションとは「人間活動による気候変動が、観測されたような異常気象の発生確率や強度をどの程度変えてきたか定量評価」する新しい技術をいう。

7 気象庁「令和5年夏の大雨および記録的な高温に地球温暖化が与えた影響に関する研究に取り組んでいます。ーイベント・アトリビューションによる速報ー」(令和5年9月19日)

8 環境省「気候変動による災害激甚化に関する影響評価結果について～地球温暖化が進行した将来の台風の姿～」(2023年(令和5年)7月21日)

9 54.0m/s以上は日本の基準における3ランクのうち最強ランクとなる「猛烈な」台風に相当。米国の基準で最強のカテゴリーは「5」(=多くの建物で屋根が壊れる。海岸線の近くでは洪水が発生。)であるが、これは日本の基準での57m/s程度に相当し、そのレベルまで強くなる計算となる。

害は10万棟近くに上った。

この台風が襲来した場合の2℃上昇シナリオでは、多摩川・信濃川・阿武隈川等の8水系の最大流量が平均10%程度増加し、東京湾の最大潮位偏差の上昇割合は最大評価モデルで8%上昇するとしている。

最近の観測値から1.5℃上昇に抑えることの困難性が指摘されるなか、2℃上昇シナリオでも現在設定されている警戒基準を大きく上回ることが想定されることを教訓とし、従来以上に台風襲来時の注意が必要となる。

5. 事前の防災気象情報の現状

(1) 線状降水帯発生予想の呼びかけ

我が国では災害をもたらす大雨が増加しており、1時間降水量80mm以上、3時間降水量150mm以上、日降水量300mm以上など強度の強い雨は、1980年頃と比較して、おおむね2倍程度に頻度が増加している（後掲付図2）。このような大雨について、同一の場所・地域に連続して降り続けるという点で、近年では線状降水帯によるケースが多く、一般の認識としても「集中豪雨は線状降水帯によるもの」という概念が定着してきている。

気象庁では、2022年（令和4年）6月より、「顕著な大雨に関する気象情報」の発表基準（後掲＜「顕著な大雨に関する気象情報」発表基準＞）を満たすような大雨となる可能性がある程度高いことが予想された場合、半日程度前から「線状降水帯」というキーワードを使った呼びかけを地方予報区単位等で行えるようになった。この呼びかけは一般に浸透してきている「線状降水帯」を用いることで住民の防災・警戒意識を高める意味合いがある。

今年の3月1日には従来運用してきたスーパーコンピュータの約2倍の計算能力をもつ「線状降水帯予測スーパーコンピュータ」

を稼働開始しており（本年2月24日気象庁報道）、図表10のとおり線状降水帯の呼びかけの精度が高まってきている。

今後も信頼度を高めるべく、今年度末（令和5年度末）には水平解像度2kmの数値予報モデル（局地予報モデル）の予報時間延長（10時間から18時間）、および令和7年度末には高解像度化（水平解像度2kmから1km）を目指し、スーパーコンピュータ「富岳」を活用した数値予報技術の開発を進め、今年の6月から10月までの期間、開発中の高解像度モデル（水平解像度1km）を用いて日本全域を対象としたリアルタイムシミュレーション実験を行っている¹⁰。

予測精度向上が見込まれ、今後の防災・避難行動に役立つことが期待される。

(2) 洪水リスクにかかるワンストップ表示

線状降水帯発生メカニズムについては未解明な点も多く、発生の予測は現時点では精度向上に向けて技術開発の段階であり、呼びかけなく発生する割合が過半の状況である。また、顕著な大雨に関する気象情報の発表基準を満たす線状降水帯だけが大雨災害を引き起こす現象ではないことから、気象庁の発するその他の

（図表10）線状降水帯による大雨の半日程度前からの呼びかけの実績

	令和5年 (9月29日時点)	令和4年
線状降水帯発生を呼びかけて実際に発生した率（適中率）	41% (22回中9回)※	23% (13回中3回)
線状降水帯ありのうち発生の呼びかけ無し（見逃し率）	61% (23回中14回)	73% (11回中8回)

※ 22回のうち9回以外にも、3時間降水量が150mm以上となった事例が3回あることから、この呼びかけが行われたときには大雨への心がけを一段高めることが重要。

（出典）気象庁「線状降水帯による大雨の半日程度前からの呼びかけ」令和4年・5年の実績資料より抜粋

10 気象庁「線状降水帯予測精度向上に向けた技術開発・研究の取組について」（令和5年6月7日）

情報等を適切に活用することが重要となる。

本年2月9日の気象庁の発表によれば、地域の洪水の危険度を一元的に確認できるよう、それまで別々に提供してきた①「洪水キキクル」（洪水警報の危険度分布のことで、中小河川の洪水危険度を伝えるもの）と②「水害リスクライン」（国管理河川の洪水の危険度分布のことで、大河川のきめ細かな越水・溢水の危険度を伝えるもの）を気象庁ホームページ上で一体的に表示することが開始され、ワンストップで大河川から中小河川まで地域の洪水の危険度が一目で分かる表示が開始されており、地方が発信する諸情報と合わせて活用することが重要である。

(3) 「防災気象情報に関する検討会」

これまで数々の自然災害を経験するたびに、防災気象情報の改善の取組みが行われてきたが、その結果、情報数の増加や運用の複雑化が進んだため、シンプルでわかりやすい防災気象情報の再構築に向け、気象庁において「防災気象情報に関する検討会」が開催されている。

現時点では昨年9月の中間とりまとめの段階であるが、住民誰もが直感的に状況を把握し、納得感を持って具体的な行動を判断できるような視点での情報のあり方を令和5年度内を目標に最終とりまとめが行われる予定となっており、それを受けた体系見直しの方針に留意する必要がある。

6. おわりに

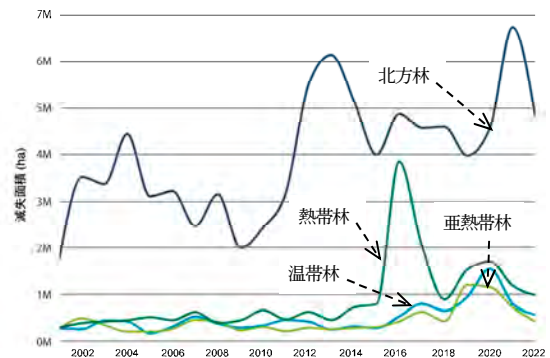
「災害は忘れた頃にやってくる」という警句がある。多くの災害情報に半ば麻痺し、正

常性バイアスに陥りがちな住民へ、昔の災害を思い出し教訓とすべきとの警鐘の意味合いもあると思われるが、今年のような異常な高温を記録する状況下では、過去の災害経験の有無に関係なく、どこでも起こり得るのであり、その意味ではこの警句をさらに上回る危機意識を持つことが必要となる。

改善が進められる防災情報に対し、従来以上に我々個々の感度を日頃から上げていくことが求められる。

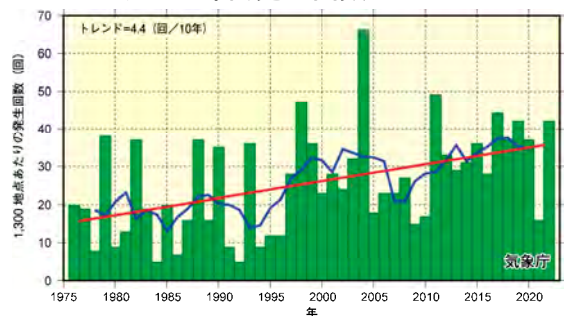
(2023年11月6日 記)

(付図1) 気候区別の火災による年間の森林減失面積 (2001~2022年)



(出典) 図表6に同じ

(付図2) [全国アメダス] 3時間降水量150mm以上の年間発生回数



(出典) 気象庁HP

<「顕著な大雨に関する気象情報」発表基準> (気象庁HPより)

線状降水帯の発生をお知らせする「顕著な大雨に関する気象情報」は、現在、10分先、20分先、30分先のいずれかにおいて、以下の基準をすべて満たす場合に発表。(令和5年5月25日以降)

- ① 前3時間積算降水量(5kmメッシュ)が100mm以上の分布域の面積が500km²以上
- ② ①の形状が線状(長軸・短軸比2.5以上)
- ③ ①の領域内の前3時間積算降水量最大値が150mm以上
- ④ ①の領域内の土砂キキクル(大雨警報(土砂災害)の危険度分布)において土砂災害警戒情報の基準を超過(かつ大雨特別警報の土壌雨量指数基準値への到達割合8割以上)又は洪水キキクル(洪水警報の危険度分布)において警報基準を大きく超過した基準を超過