

基礎研 レター

気候変動と水・食品・気道感染症

極端な気象は、感染症にどのような変化をもたらすのか？

保険研究部 主席研究員 篠原 拓也

(03)3512-1823 tshino@nli-research.co.jp

1—はじめに

気候変動問題への取り組みが世界中で進められている。地球温暖化が進むことで、ハリケーン、豪雨、海面水位上昇、山林火災、干ばつなど、さまざまな形で、極端な気象があらわれつつある。台風により線状降水帯が発生して大規模な水害が起こり、建物の浸水や、橋梁の崩落などの被害が発生した。乾燥が続くなかで山林火災が発生して、市街地に延焼が及ぶとともに、それに伴う大気汚染が進み貴重な生態系が失われた。といったニュースが、連日のように世界各地で報じられている。

気候変動は、人間の生命や健康にも、さまざまな形で影響を与える。台風や豪雨で発生する土砂災害による人身被害や、熱中症による死亡や体調不良は、気候変動との関連がわかりやすい。それとともに、もう1つ危惧されているのが、気候変動に伴う感染症の拡大であろう。気候変動に伴う環境等の変化のために水や食品が汚染されたり、病原体のウイルスや細菌などの活動が増したりすることで、感染症が蔓延して、従来は考えられなかったような人的被害をもたらす、といった懸念である。

昨年、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)のWG2(第2作業部会)が公表した第6次評価報告書(以下、「IPCC 報告書」)では、気候変動と感染症の関係について、さまざまな研究の結果がまとめられている。それをもとに、気候変動が感染症の変化を通じて生命や健康に与える影響について見ていこう。

2—感染症の由来

まず当然ではあるが、感染症は病原体が感染することによって引き起こされる。どこからどのように感染するかという感染の由来については、さまざまなケースがある。大きく分けると、環境からの感染、動物からの感染、ヒトからの感染の経路がありうる。いくつかの例を、次表のとおりまとめた。

気候変動と感染症の関係を考える際は、気候変動がこうした感染の経路にどのような影響を与えるか、が大きなポイントとなる。本稿では、環境からの由来である水系感染症、動物性食品媒介である食品媒介感染症、動物やヒトから呼吸器に感染する気道感染症について見ていく。¹

¹ 蚊やダニによるベクター媒介感染症については、既公表の稿(稿末に記載)をご覧ください。

図表 1. 感染の由来

		感染症の例	
環境から		レジオネラ(汚染された温泉・噴水より)、腸チフス(汚染水より)、コレラ(汚染水より)	
動物から	直接伝播	狂犬病(イヌより)、猫ひっかき病(ネコより)、サルモネラ症(カメなどの爬虫類より)	
	間接媒介	ベクター媒介	日本紅斑熱(ダニより)、日本脳炎(蚊より)、デング熱(蚊より)、ペスト(ノミより)
		環境媒介	破傷風(土壌中の動物のフンなどより)、炭疽(毛皮などより)
	動物性食品媒介	クロイツフェルト・ヤコブ病(牛肉より)、サルモネラ症(鶏卵より)	
ヒトから		結核、麻疹、水痘、ムンプス[おたふくかぜ]、風疹、インフルエンザ、エイズ	

* ベクター媒介の感染由来となる動物には、ヒトも含まれる。

※ 「動物由来感染症ハンドブック 2018」(厚生労働省)等をもとに、筆者作成

3—気候変動と水系感染症

環境に由来する感染症としては、水系感染症が有名だ。特に、コレラのような急速に感染が拡大する感染症では、多くの人が罹患して、健康を損なったり命を落としたりする恐れがある。

1 | 下痢性疾患は気温の上昇や豪雨との関係が強い

水を介して病原体が体内に侵入して感染を引き起こす水系感染症(Water Borne Diseases, WBD)には、下痢性疾患(コレラ、赤痢、腸チフスなど)、住血吸虫症、A型およびE型肝炎、ポリオなどさまざまなものがある。WBDの症例数はかなり多い。一般に、世界では貧困地域で感染が拡大するケースが多いが、高所得国でもWBDのリスクは高いとされる。

アメリカを中心に100以上もの調査の結果を分析したメタ研究によると、下痢性疾患の増加には、気温の上昇、豪雨、洪水、干ばつが関係しているとの証拠が増えているという。² IPCC報告書では、下痢性疾患との関連について、気温の上昇(確信度は非常に高い)、豪雨(同高い)、洪水(同中程度)、干ばつ(同低い)とされている。

2007~13年にエチオピアで発生した小児下痢性疾患の調査によると、病気はランダムに発生するわけではなく、気温の上昇時や乾燥時期に発生率が上がったという。原因として、気温上昇は病原体の生存や活性化につながる、乾燥は人々の飲水時の衛生習慣を疎かにする、などと論じている。³

一方、モザンビークで1997~2014年の健康データを気象データでモデリング(一般化線型モデル)により分析したところ、気温の上昇と降水の増加が、下痢性疾患の増加に関係していたという。⁴

2010~12年に世界保健機関(WHO)の太平洋部門が行った13の太平洋島嶼(とうしょ)国での気候変動と健康に関する調査によると、下痢性疾患は気候感応度が高いとの結果であった。⁵

² Levy, K., S.M. Smith and E.J. Carlton, 2018: Climate change impacts on waterborne diseases: moving toward designing interventions. *Curr. Environ. Health Rep.*, 5(2), 272-282, doi:10.1007/s40572-018-0199-7.

³ Azage, M., A. Kumie, A. Worku and A. Bagtzoglou, 2015: Childhood diarrhea exhibits spatiotemporal variation in Northwest Ethiopia: a SaTScan spatial statistical analysis. *PLoS ONE*, 10(12), doi:10.1371/journal.pone.0144690.

⁴ Horn, L.M., et al., 2018: Association between precipitation and diarrheal disease in Mozambique. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15(4), doi:10.3390/ijerph15040709

⁵ McIver, L., et al., 2016a: Health impacts of climate change in Pacific island countries: a regional assessment of vulnerabilities and adaptation priorities. *Environ. Health Perspect.*, 124(11), 1707-1714, doi:10.1289/ehp.1509756.

2013年11月26日時点で、複数の疫学論文検索サイトを通じて、「下痢」と、「気候変動」、「気温」、「雨」、「降水」、「洪水」、「干ばつ」、「海面温度」という用語で該当した各国の141の論文をメタ分析したものもある。それによると、高温との関係あり74(52%)、洪水との関連あり40(28%)、豪雨との関係あり31(22%)、干ばつとの関係あり3(2%)、との結果だったという。⁶

2 | コレラは豪雨との関係が強い

下痢性疾患のなかで、コレラは急性で、蔓延時に重度の罹患や死亡をもたらすものとして知られている。そのため、気候変動とコレラの関係については、数多くの研究がなされている。IPCC報告書では、豪雨と高温は、感染地域におけるコレラリスクの増加と関連している(確信度は非常に高い)とされている。

コレラの感染拡大は自然災害後に発生しやすいとされる。いわゆる災害関連感染症である。例えば、2010年のハイチ大地震⁷の後にコレラが発生した。一般に、コレラの発生には、クリーンな飲水の確保や適切な衛生施設、実効的な衛生措置が取られているかどうか、が関係する。気候変動により激甚化した自然災害として、大規模な風水災の発生がコレラ発生の引き金となる可能性もある。⁸ 2015~16年のエルニーニョの発生と、アフリカ各地でのコレラの発生の関係を調査した研究によると、エルニーニョの影響を受けやすい地域では、コレラの発生率が3倍に増加していた。その増加分として、1億7700万人が新たにコレラに罹患していたという。⁹

3 | 気温上昇につれて、消化管感染症の細菌性原因も増加

IPCC報告書によると、豪雨、気温の上昇および干ばつは、コレラ以外の消化管感染症のリスク増加にも関連している(確信度は高い)。

2006~17年に公表された研究結果をもとに、「消化管感染症」、「下痢」、「気候」、「気象」、「気候変動」、「気温」、「気温変動」、「気温変化」、「熱波」といった用語を含む、8201の記事を特定し、その中から11の論文を選んだうえで、気候変動と消化管感染症の関係を調べた研究もある。それによると、気温が上昇するにつれて、消化管感染症の病原菌が増加する。その関係は、湿度や降雨によってさまざまに影響を受けるとされている。¹⁰

また、別の研究では、アメリカ・ニューヨーク州で気温が1℃上昇するごとに、消化管感染症による日々の入院が0.70~0.96%増加する。極端な高温や豪雨は、消化管感染症での入院に大きく影響す

⁶ Levy, K., A.P. Woster, R.S. Goldstein and E.J. Carlton, 2016: Untangling the impacts of climate change on waterborne diseases: a systematic review of relationships between diarrheal diseases and temperature, rainfall, flooding, and drought. *Environ. Sci. Technol.*, 50(10), 4905-4922, doi:10.1021/acs.est.5b06186

⁷ 震災発生(2010年1月12日)から1年後に、同国首相は、死者数は31.6万人以上に達したと発表した。ただし、集団埋葬等のために正確な数の把握は困難とされる。コレラによる死者数は少なくとも1万人とされている。コレラの病原菌は、ネパールの国連平和維持活動(PKO)部隊が持ち込んだとして、2016年12月に国連事務総長が謝罪した。(「ハイチ大地震(2010年)」(ウィキペディア フリー百科事典)等を参考に、筆者がまとめた。)

⁸ Jutla, A., R. Khan and R. Colwell, 2017: Natural disasters and cholera outbreaks: current understanding and future outlook. *Curr. Environ. Health Rep.*, 4(1), 99-107, doi:10.1007/s40572-017-0132-5.

⁹ Moore, S.M., et al., 2017: El Niño and the shifting geography of cholera in Africa. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 114(17), 4436-4441, doi:10.1073/pnas.1617218114

¹⁰ Ghazani, M., et al., 2018: Temperature variability and gastrointestinal infections: a review of impacts and future perspectives. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15(4), 16, doi:10.3390/ijerph15040766. Electronic Resource.

る。極端な高温は、薬剤の用量反応関係¹¹に影響を及ぼす。といったことも、気候が健康に与える影響の時系列分析を通じて明らかにされている。¹²

4—気候変動と食品媒介感染症

間接媒介の感染症として、ベクター媒介、環境媒介と並んで、食品媒介もさまざまなものが挙げられる。原因微生物としても、感染症ごとに、細菌、ウイルス、寄生虫など多様なものがある。

1 | サルモネラ症やカンピロバクター感染症と気候変動との気候因子との関連が指摘されている

まず、食品媒介感染症の特徴として、リスクが生産から消費までのあらゆる過程に存在することが挙げられる。IPCC 報告書は、気候変動により気候リスクの要因が、食品生産・流通システム、都市化と人口増加、資源・エネルギー不足、農業の生産力の低下、食生活トレンドの変化などと相互作用を起こして、複数の経路を通じて、食品媒介感染症に影響を及ぼす可能性があるとしている。

同報告書は、食品媒介感染症の増加と高い気温や水温、長い夏季との間には強い関連性が存在する(確信度は非常に高い)と指摘している。そして、平均気温の上昇とサルモネラ感染症の増加の間には強い関連性が認められる(確信度は高い)。また、カンピロバクターによる食品媒介感染症と、降水量および気温の間には有意な関連性が存在する(確信度は中程度)、としている。

カナダにおける食品媒介感染症についての調査結果によると、疾患の9割超は、ノロウイルス、ウェルシュ菌¹³、カンピロバクター属菌¹⁴、サルモネラ属菌、セレウス菌¹⁵の5つが原因だという。このうち、ウェルシュ菌以外の4つは、気候変動の影響を受けるとしている。具体的には、ノロウイルスは、豪雨や洪水などの極端な気象現象や気温低下の影響を受ける。カンピロバクター属菌は、気温上昇、降水増加、洪水の変化によって影響を受ける。サルモネラ属菌は、極端な気象現象や気温上昇の変化によって影響を受ける。セレウス菌は、干ばつの変化によって影響を受けるという。¹⁶

一方、ヨーロッパにおけるいくつかの研究をまとめたペーパーによると、イングランドやウェールズでのカンピロバクター感染症は、春の終わりに増加していることが判明したとしている。ただし気温との関係は非線形であるため、間接的な関連性の可能性が高く、ハエによる伝染などの季節要因の可能性もあるという。同ペーパーでは、北欧諸国では、カンピロバクター感染症が気温の上昇と大雨に関連している可能性があるとしている。サルモネラ症については、気温の上昇に続いて発生率が急

¹¹ 化学物質や物理的作用(放射線や温度刺激などのストレス)を生物に与えたとき、その摂取量やストレスの大きさである「用量」と、生物の「反応(薬効や有害影響)」との関係のこと。(益永茂樹, 時事用語事典 imidas(集英社)より)

¹² Lin, S., M. Sun, E. Fitzgerald and S.A. Hwang, 2016: Did summer weather factors affect gastrointestinal infection hospitalizations in New York State? *Sci. Total Environ.*, 550, 38-44.

¹³ ヒトや動物の大腸内常在菌であり、下水、河川、海、耕地などの土壌に広く分布する。ヒトの感染症としては食中毒の他に、ガス壊疽、化膿性感染症、敗血症等が知られている。ウェルシュ菌食中毒は、エンテロトキシン産生性ウェルシュ菌(下痢原性ウェルシュ菌)が大量に増殖した食品を喫食することにより、本菌が腸管内で増殖して、芽胞を形成する際に産生・放出するエンテロトキシンにより発症する感染型食中毒である。(「ウェルシュ菌感染症とは」(国立感染症研究所ホームページ)をもとに筆者作成)

¹⁴ 主に胃腸炎症状を引き起こすカンピロバクター感染症の病原菌。(「カンピロバクター感染症とは」(国立感染症研究所ホームページ)をもとに筆者作成)

¹⁵ 食中毒の形でセレウス菌感染症を引き起こすことが多い。セレウス菌感染症には、嘔吐型と下痢型があるが、日本ではほとんどが嘔吐型となっている。(「カンピロバクター感染症とは」(国立感染症研究所ホームページ)をもとに筆者作成)

¹⁶ Smith, B.A. and A. Fazil, 2019: How will climate change impact microbial foodborne disease in Canada? *Can. Commun. Dis. Rep.*, 45(4), 108-113, doi:10.14745/ccdr.v45i04a05.

上昇しており、温暖な気候がサルモネラ菌の繁殖を加速させることが示されたとしている。¹⁷

2 | 食品媒介感染症のリスクは根が深い

国連食糧農業機関 (FAO) が 2020 年に公表した報告書¹⁸によると、免疫力の低下は、食品媒介感染症の感受性を増加させる。このため、免疫力の低下につながる栄養失調が、食品媒介感染症と関連しているという。

また、欧州食品安全機関 (EFSA) が 2020 年に公表した報告書では、食品媒介感染症のリスクが食物連鎖全体に渡る複雑な伝播経路と、広範囲の病原体を介して高くなることが指摘されている。具体的なリスクとして、海洋生物の毒素、マイコトキシン、サルモネラ症などが示されている。¹⁹

このように、食品媒介感染症のリスクは気候変動問題だけではなく、栄養失調のような飢餓問題や、食物連鎖を含む生物多様性の問題とも関係しており、根が深いものと言える。

3 | その他の食品媒介感染症にも気候要因が関係している

頭痛、咳、発疹などの症状につながるクリプトコッカス症²⁰の発生にも、気候要因が関連しているとされる。過去 100 年間に渡る同疾患に関するメタ研究によると、気候変動の危険と環境面の発生がクリプトコッカス症の増加に寄与してきたという。²¹

小児下痢の原因疾患であるクリプトスポリジウム症に関するメタ研究によると、クリプトスポリジウム属菌による汚染と、豪雨の間に関連が見られたという。豪雨の間や後には、同疾患のオッズ（発生率を(1-発生率)で割り算した値）が通常時の 2.61 倍に高まっていたという。²² また、アフリカ諸国(ガーナ、ギニアビサウ、タンザニア、ケニア、ザンビア)での研究によると、クリプトスポリジウム症の有病率は、雨季の多い時期に高くなり、雨季の前、雨季の始期や終期にピークが観察されるという。²³

5——気候変動と気道感染症

主にヒトや動物からヒトへの気道を通じた感染症もさまざまなものが挙げられる。通常、原因微生物が鼻や咽頭の粘膜に付いて増殖することが感染原因となる。

1 | 気道感染症の気候因子には、極端な気温や湿度などが含まれる

気道感染症は、上気道感染症と下気道感染症に分けられる。一般に、上気道とは鼻腔から咽頭まで

¹⁷ Semenza, J.C. and S. Paz, 2021: Climate change and infectious disease in Europe: impact, projection and adaptation. *Lancet Reg. Health.* <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100230>

¹⁸ FAO, 2020: Climate Change: Unpacking the Burden on Food Safety. Food Safety and Quality Series. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

¹⁹ European Food Safety Authority (EFSA), 2020: Climate Change as a Driver of Emerging Risks for Food and Feed Safety, Plant, Animal Health and Nutritional Quality. EFSA (European Food Safety Authority), 1-146. doi:10.2903/sp.efsa.2020.EN-1881

²⁰ 「クリプトコッカス症」(MSD マニュアル家庭版)による。

²¹ Chang, C.C. and S.C. Chen, 2015: Colliding epidemics and the rise of cryptococcosis. *J. Fungi*, 2(1), doi:10.3390/jof2010001.

²² Young, I., B.A. Smith and A. Fazil, 2015: A systematic review and meta-analysis of the effects of extreme weather events and other weather-related variables on *Cryptosporidium* and *Giardia* in fresh surface waters. *J. Water Health*, 13(1), 1-17, doi:10.2166/wh.2014.079

²³ Squire, S.A. and U. Ryan, 2017: *Cryptosporidium* and *Giardia* in Africa: current and future challenges. *Parasit Vectors*, 10(1), 195, doi:10.1186/s13071-017-2111-y.

の気道、下気道とは気管、気管支、肺を指す。主な気道感染症を概観する。まず、急性上気道炎として、いわゆるかぜ症候群や急性咽頭炎、扁桃炎等が挙げられる。一方、急性下気道炎として、急性気管・気管支炎がある。慢性下気道感染症には、慢性気管支炎や肺炎、肺結核、肺気腫などがある。²⁴

IPCC 報告書によると、気道感染症の気候因子には、極端な気温や湿度、砂嵐、極端な降水、気候変動性の増大が含まれる。ただし、肺炎には、気候因子だけでなく非気候因子が原因となる可能性もある。例えば、慢性閉塞性肺疾患 (COPD) や慢性の喘息疾患では、他の併存疾患、弱い免疫系、年齢、性別、地域、受動喫煙、大気汚染、小児期の予防接種が影響を及ぼす可能性があるという。

2 | 気温と肺炎の発生率は、J字型、U字型、V字型のカーブで関係づけられる

気温に関して、気温と肺炎の発生率は、J字型、U字型、V字型のカーブで関係づけられる、との報告が多く文献でなされている。例えば、2008～11年に中国・上海で行われた肺炎による入院の調査では、平均気温と入院の間にJ字型カーブの関係を見出している。至適気温を13℃として、それより1℃低いと4.88%、1℃高いと1.28%の入院増が見られた(タイムラグ4日のケース)という。²⁵ 同様に、香港で2005～12年に行われた肺炎による緊急入院(19万7316件)の調査でも、気温と入院の間にJ字型カーブの関係が確認された。25.0℃の至適気温に対して、穏やかな低温(10パーセントイル, 15.8℃未満)では相対リスクが1.24倍、極端な低温(1パーセントイル, 11.2℃未満)では同1.41倍となった。一方、穏やかな高温(90パーセントイル, 29.4℃超)では同1.11倍、極端な高温(99パーセントイル, 30.6℃超)では同1.16倍となったという(タイムラグを0-21日としたケース)。²⁶ 韓国・ソウルで2009～14年に緊急救命室(ER)に搬送された21万7776人の肺炎患者の調査の結果によると、気温と患者数の間に、N字型のカーブの関係が見られたという。気温が6℃以上の場合、患者数が増加。気温が-10℃以下の場合、患者数が減少。その間の気温では、患者数は概ね横這いとなったという(タイムラグを0-21日としたケース)。²⁷

3 | 気温と湿度を組み合わせたときの肺炎の発生率との関係については、研究ごとにまちまち

湿度については、気温と組み合わせた場合の肺炎の発生率との関係が研究ごとに異なっており、その影響は一貫していない。

例えば、低温・低湿度のときに発生率が上昇するとのニュージーランドでの結果。²⁸ 高温・高湿度のときに発生率が上昇するとのオーストラリアでの結果。²⁹ 低温・高湿度のときに発生率が上昇するとのタンザニアのタンガ地域での調査結果³⁰ などが示されている。気温と湿度の組み合わせが、

²⁴ 「成人気道感染症診療の基本的考え方」山城清二(日本内科学会雑誌第98巻第2号, 平成21年2月10日)等を参考に、筆者がまとめた。

²⁵ Liu, Y., et al., 2014: Temporal relationship between hospital admissions for pneumonia and weather conditions in Shanghai, China: a time-series analysis. *BMJ Open*, 4(7), doi:10.1136/bmjopen-2014-004961.

²⁶ Qiu, H., et al., 2016: Pneumonia hospitalization risk in the elderly attributable to cold and hot temperatures in Hong Kong, China. *Am. J. Epidemiol.*, 184(8), 570-578, doi:10.1093/aje/kww041.

²⁷ Sohn, S., et al., 2019: 'Pneumonia weather': short-term effects of meteorological factors on emergency room visits due to pneumonia in Seoul, Korea. *J. Prev. Med. Public. Health*, 52(2), 82-91, doi:10.3961/jpmph.18.232

²⁸ Davis, R.E., et al., 2016: Cold, dry air is associated with influenza and pneumonia mortality in Auckland, New Zealand. *Influenza Other Respi. Viruses*, 10(4), 310-313, doi:10.1111/irv.12369

²⁹ Lam, E.K.S., et al., 2020: The impact of climate and antigenic evolution on seasonal influenza virus epidemics in Australia. *Nat. Commun.*, 11(1), doi:10.1038/s41467-020-16545-6.

³⁰ Miyayo, S.F., P.O. Owili, M. A. Muga and T.H. Lin, 2021: Analysis of pneumonia occurrence in relation to

気道感染症等に伴う肺炎に与える影響については、更なる研究が必要と言えるだろう。

また、気道感染症等による肺炎と降水の関係についても研究が行われている。2008～12年にバンラデシュで行われた気候関連の感染症の発生動向の調査では、1352件の肺炎の症例が分析された。夏季(3～5月)と秋季(9～11月)の間の雨季(6～8月)に、最も多い371件(27.4%)の発生が見られたという。³¹

4 | インフルエンザの流行には、「寒冷乾燥」と「高温多湿」の2タイプがあるとの分析結果も

インフルエンザが気候因子に依存する程度に関しても、まだ理解はあまり進んでいない。気候因子以外の要因がインフルエンザに影響を与えている可能性もあるとされる。

一般に、温帯地域においては冬季の低温と低湿度、熱帯や亜熱帯地域においては降水と高湿度が、インフルエンザの発生に影響するとされている。例えば、2006～11年(スペインは2000～11年)に、温帯のドイツ、スロベニア、スペインと、亜熱帯のイスラエルで行われた調査によると、どの地域でもインフルエンザの発生と湿度に負の相関関係が見られた。温帯の3地域ではインフルエンザの発生と最低気温にも負の相関関係があった。インフルエンザの発生と降水の関係については、地域ごとにまちまちであったという。³²

また、世界40カ国78地域の1975～2008年のインフルエンザのデータベースをもとに気候因子との関連を調べた研究によると、インフルエンザの季節に関して「寒冷乾燥」と「高温多湿」の2つのタイプの気候条件が見られたという。年間の少なくとも1か月間、低水準の相対湿度と気温を経験した地域では、それらが最低の月に季節性インフルエンザが活発だった。対照的に、高水準の相対湿度と気温を維持した地域では、一年で最も湿気が多く雨の多い月にインフルエンザが流行するとの特徴が見られたという。³³

6—おわりに (私見)

本稿では、気候変動問題が、水系感染症、食品媒介感染症、気道感染症に与える影響をみていった。どの感染症がどの気候因子と関係があるかは多様であり、地域によっても異なっている。このため、世界各国で、さまざまな感染症の調査、研究が進められているが、気候以外の因子が感染拡大に影響を及ぼすケースも多く、各因子の影響には未解明な部分も多い。しかし、気候変動と感染症の関係を解き明かすことは、今後の健康や病気の問題の大きなテーマになることが考えられる。

国内外のさまざまな研究の進展状況について、引き続き、ウォッチしていくこととしたい。

climate change in Tanga, Tanzania. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18(9), doi:10.3390/ijerph18094731.

³¹ Chowdhury, F.R., et al., 2018: The association between temperature, rainfall and humidity with common climate-sensitive infectious diseases in Bangladesh. *PLoS ONE*, 13(6), e199579, doi:10.1371/journal.pone.0199579.

³² Soebiyanto, R.P., et al., 2015: Associations between meteorological parameters and influenza activity in Berlin (Germany), Ljubljana (Slovenia), Castile and Leon (Spain) and Israeli districts. *PLoS ONE*, 10(8), doi:10.1371/journal.pone.0134701.

³³ Tamerius, J.D., et al., 2013: Environmental predictors of seasonal influenza epidemics across temperate and tropical climates. *PLoS Pathog.*, 9(3), doi:10.1371/journal.ppat.1003194

(参考資料) [IPCC 報告書における参考文献は、そのままの形で記載]

“Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability” (IPCC WG2, 2022) (=「IPCC 報告書」)

「動物由来感染症ハンドブック 2018」(厚生労働省)

Levy, K., S.M. Smith and E.J. Carlton, 2018: Climate change impacts on waterborne diseases: moving toward designing interventions. *Curr. Environ. Health Rep.*, 5(2), 272-282, doi:10.1007/s40572-018-0199-7.

Azage, M., A. Kumie, A. Worku and A. Bagtzoglou, 2015: Childhood diarrhea exhibits spatiotemporal variation in Northwest Ethiopia: a SaTScan spatial statistical analysis. *PLoS ONE*, 10(12), doi:10.1371/journal.pone.0144690.

Horn, L.M., et al., 2018: Association between precipitation and diarrheal disease in Mozambique. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15(4), doi:10.3390/ijerph15040709

McIver, L., et al., 2016a: Health impacts of climate change in Pacific island countries: a regional assessment of vulnerabilities and adaptation priorities. *Environ. Health Perspect.*, 124(11), 1707-1714, doi:10.1289/ehp.1509756.

Levy, K., A.P. Woster, R.S. Goldstein and E.J. Carlton, 2016: Untangling the impacts of climate change on waterborne diseases: a systematic review of relationships between diarrheal diseases and temperature, rainfall, flooding, and drought. *Environ. Sci. Technol.*, 50(10), 4905-4922, doi:10.1021/acs.est.5b06186

「ハイチ大地震(2010年)」(ウィキペディア フリー百科事典)

「ハイチでのコレラ流行、国連が責任認め謝罪」(CNN Japan, 2016年12月2日)

Jutla, A., R. Khan and R. Colwell, 2017: Natural disasters and cholera outbreaks: current understanding and future outlook. *Curr. Environ. Health Rep.*, 4(1), 99-107, doi:10.1007/s40572-017-0132-5.

Moore, S.M., et al., 2017: El Niño and the shifting geography of cholera in Africa. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A., 114(17), 4436-4441, doi:10.1073/pnas.1617218114

Ghazani, M., et al., 2018: Temperature variability and gastrointestinal infections: a review of impacts and future perspectives. Int. J. Environ. Res. Public Health, 15(4), 16, doi:10.3390/ijerph15040766. Electronic Resource.

「用量反応関係」(益永茂樹, 時事用語事典 imidas, 集英社)

Lin, S., M. Sun, E. Fitzgerald and S.A. Hwang, 2016: Did summer weather factors affect gastrointestinal infection hospitalizations in New York State? Sci. Total Environ., 550, 38-44.

「ウェルシュ菌感染症とは」(国立感染症研究所ホームページ)

「カンピロバクター感染症とは」(国立感染症研究所ホームページ)

Smith, B.A. and A. Fazil, 2019: How will climate change impact microbial foodborne disease in Canada? Can. Commun. Dis. Rep., 45(4), 108-113, doi:10.14745/ccdr.v45i04a05.

Semenza, J.C. and S. Paz, 2021: Climate change and infectious disease in Europe: impact, projection and adaptation. Lancet Reg. Health. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100230>

FAO, 2020: Climate Change: Unpacking the Burden on Food Safety. Food Safety and Quality Series. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

European Food Safety Authority (EFSA), 2020: Climate Change as a Driver of Emerging Risks for Food and Feed Safety, Plant, Animal Health and Nutritional Quality. EFSA (European Food Safety Authority), 1-146. doi:10.2903/sp.efsa.2020.EN-1881

「クリプトコッカス症」(MSD マニュアル家庭版)

Chang, C.C. and S.C. Chen, 2015: Colliding epidemics and the rise of cryptococcosis. J. Fungi, 2(1), doi:10.3390/jof2010001.

Young, I., B.A. Smith and A. Fazil, 2015: A systematic review and meta-analysis of the effects of extreme weather events and other weather-related variables on *Cryptosporidium* and *Giardia* in fresh surface waters. *J. Water Health*, 13(1), 1-17, doi:10.2166/wh.2014.079

Squire, S.A. and U. Ryan, 2017: *Cryptosporidium* and *Giardia* in Africa: current and future challenges. *Parasit Vectors*, 10(1), 195, doi:10.1186/s13071-017-2111-y.

「成人気道感染症診療の基本的考え方」山城清二（日本内科学会雑誌第98巻第2号，平成21年2月10日）

Liu, Y., et al., 2014: Temporal relationship between hospital admissions for pneumonia and weather conditions in Shanghai, China: a time-series analysis. *BMJ Open*, 4(7), doi:10.1136/bmjopen-2014-004961.

Qiu, H., et al., 2016: Pneumonia hospitalization risk in the elderly attributable to cold and hot temperatures in Hong Kong, China. *Am. J. Epidemiol.*, 184(8), 570-578, doi:10.1093/aje/kww041.

Sohn, S., et al., 2019: ‘Pneumonia weather’ : short-term effects of meteorological factors on emergency room visits due to pneumonia in Seoul, Korea. *J. Prev. Med. Public Health*, 52(2), 82-91, doi:10.3961/jpmph.18.232

Davis, R.E., et al., 2016: Cold, dry air is associated with influenza and pneumonia mortality in Auckland, New Zealand. *Influenza Other Respi. Viruses*, 10(4), 310-313, doi:10.1111/irv.12369

Lam, E.K.S., et al., 2020: The impact of climate and antigenic evolution on seasonal influenza virus epidemics in Australia. *Nat. Commun.*, 11(1), doi:10.1038/s41467-020-16545-6.

Miyayo, S.F., P.O. Owili, M. A. Muga and T.H. Lin, 2021: Analysis of pneumonia occurrence in relation to climate change in Tanga, Tanzania. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18(9), doi:10.3390/ijerph18094731.

Chowdhury, F.R., et al., 2018: The association between temperature, rainfall and humidity with common climate-sensitive infectious diseases in Bangladesh. *PLoS ONE*, 13(6), e199579, doi:10.1371/journal.pone.0199579.

Soebiyanto, R.P., et al., 2015: Associations between meteorological parameters and influenza activity in Berlin (Germany), Ljubljana (Slovenia), Castile and Leon (Spain) and Israeli districts. PLoS ONE, 10(8), doi:10.1371/journal.pone.0134701.

Tamerius, J.D., et al., 2013: Environmental predictors of seasonal influenza epidemics across temperate and tropical climates. PLoS Pathog., 9(3), doi:10.1371/journal.ppat.1003194

(筆者の既公表の稿)

[「気候変動と蚊媒介感染症—極端な気象は、感染症にどのような変化をもたらすのか?」](#) 篠原拓也(基礎研レター, ニッセイ基礎研究所, 2023年9月12日)

[「気候変動とダニ媒介感染症—極端な気象は、感染症にどのような変化をもたらすのか?」](#) 篠原拓也(基礎研レター, ニッセイ基礎研究所, 2023年9月26日)