
核戦争の気候影響研究の展開と今後の展望 ——「核の冬」論を中心に——

一政 祐行

<要旨>

本稿は1980年代以降に学術誌上で発表された核戦争の気候影響研究について、安全保障の視座から再評価を試みるものである。ターコやセーガンら TTAPS の研究に象徴される「核の冬」論は、都市への核攻撃で生じる塵や煙が成層圏に上昇・滞留する結果、地表で著しい気温低下や日照の遮蔽を招き、地球を長期間寒冷化させる可能性に警鐘を鳴らした。同研究は核軍拡競争の終焉に寄与したとの評価も得た一方で、そのインパクトの強さから批判も多かった。冷戦後、核軍備削減が進むなか「核の冬」論への注目は低下したが、2000年以降は気候モデルの進歩とともに研究が発展し、限定核戦争でも気候や食糧生産に重大な影響が及ぶとの論文が次々発表されている。学術的にも様々な議論があるなか、研究手法の精緻化が進む「核の冬」論は、核を巡る安全保障環境に今も重要な含意を持っている。そのため、全ての核兵器保有国が核戦争の気候影響を検討するのが理想である。「核の冬」論の再評価を軸に、従来の核リスクの考え方自体への見直しも考慮されるべき時期に差し掛かっている。

はじめに

核爆発に伴う物理的現象として、熱線と爆風、衝撃波や放射線、電磁パルスなどが生じるのは既知の事実であるが、核戦争が環境や気候に及ぼす中・長期的影響には今日なおも定見があるとは言い難い。しかし、過去を振り返れば、1970年代の核戦争の環境影響、とりわけオゾン層減少を巡る分析は、メディアの注目を引くことは少なかったものの¹、後の核戦争の気候影響に関する研究の起源となった²。1980年代初頭には、都市への核攻撃で生じる塵や煙が成層圏に上昇して滞留する結果、地表で著しい気温

1 Brian Martin, "Nuclear Winter: Science and Politics," *Science and Public Policy*, vol. 15, no. 5 (October 1988), pp. 321–334.

2 National Research Council, *Long-Term Worldwide Effects of Multiple Nuclear-Weapons Detonations* (Washington, DC: The National Academies Press, 1975).

低下を招く可能性があるとして、「核の冬 (nuclear winter)」仮説 (以下、「核の冬」論) が学術誌を賑わせた³。1983年には核戦争の気候影響について、衛星通信で米ソの科学者が参集した研究会が開催され、メディアでも大きく取り上げられた⁴。また、「核の冬」論への注目が、核軍拡競争終焉の端緒になったとの評価も得た⁵。全米研究評議会 (NRC) のような権威ある学術団体が核戦争の気候影響を検討し、知見が十分及ばぬ領域が残るとしつつも、実質的に「核の冬」論の妥当性を追認した一方で⁶、科学者が自らの仮説を誇張し、政治的影響力の行使に結びつけるべきではないといった批判も生じた。核抑止に対する評価や、当時の戦略防衛を巡る認識の温度差も、かかる批判を過熱させた一因だったと考えられる。米ソ関係の改善や核軍備管理・軍縮の進展もあり、こうした議論は冷戦終結後に停滞したもの⁷、2000年代に入ると地球温暖化研究の発展とともに、精緻化が進んだ気候モデルを駆使する核戦争の気候影響研究が再び活発化してきた。例えば、カルギル紛争などを背景に、小規模の「核の冬」ですら食糧危機を招く (「核の飢饉 (nuclear famine)」) との研究が相次ぎ発表される状況にある⁸。

このように、学術的論議として「核の冬」論が興って半世紀近くが経ち、昨今では気候モデルを用いた新たな研究も次々に発表されているものの、冷戦期と比べてメディアや世論の注目も低下し、その議論の経緯や研究の妥当性について十分な学術的議論が果たされているとはいえない。「核の冬」論の研究手法がどのように発展し、その後何らかの成果を生んできたのか。そして、現在の核を巡る安全保障環境にも、「核の冬」論が何らかの含意を持つと言えるのか。こうした問いに対して、安全保障の視座から明確に答えるような研究は未だ十分なされていない。しかし、本来は核拡散や核兵器国間の関係性にも目配りした社会科学的な評価も、「核の冬」論の意義を正しく捉えるうえで重要なのではないだろうか。

以上の問題意識のもとに、本稿は「核の冬」論の興りと展開、「核の冬」論への反論とその帰結、そして気候モデルの発展に着目し、時代毎に「核の冬」論がいかに展

3 かかるテーマで多くの学術論文が発表されたが、本稿では「核の冬」の名称を用いた初期の論文として以下を参照。R. P. Turco, O. B. Toon, T. P. Ackerman, J. B. Pollack and Carl Sagan, "Nuclear Winter: Global Consequences of Multiple Nuclear Explosions," *Science*, vol. 222, no. 4630 (December 23, 1983), pp.1283–1292.

4 Paul R. Ehrlich, et al., *The Cold and the Dark: The World after Nuclear War* (London: W.W.Norton & Company, 1984), p.xviii.

5 Alan Robock, "Nuclear Winter is a Real and Present Danger," *Nature*, vol.473 (May 19, 2011), p. 275.

6 National Research Council, *The Effects on the Atmosphere of a Major Nuclear Exchange* (Washington, DC: The National Academies Press, 1985).

7 Paul N. Edwards, "Entangled Histories: Climate Science and Nuclear Weapons Research," *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 64, no. 4 (July 1, 2012), p. 36.

8 Alexandra Witze, "How a Small Nuclear War Would Transform the Entire Planet," *Nature News Features*, vol.579 (March 16, 2020), pp. 485–487.

開して現在に至るのかを安全保障の観点から検討し、その今日的含意を考察する。

1. 「核の冬」論の興りとその展開

(1) 1970年代の核戦争の環境影響研究

1970年代の核戦争の環境影響研究は、熱核兵器が米ソ両陣営に配備され、報復第二撃能力の整備が進む、いわゆる「恐怖の均衡」が常態化する状況下⁹で進められ、その焦点は専ら、巨大な核出力の核爆発で生じ得るオゾン層破壊の環境影響に当てられた。

一例として、1975年にNRCが発表した核爆発の長期的影響に関する報告書は、主に熱線や放射能を軸に核戦争後の状況を考察したが、そのなかで環境影響にも言及した。具体的に核出力10万MT（※以下、特に断りがない限り想定上の核戦争で使用された核出力の総計とする）の核兵器が投入される核戦争シナリオで、成層圏へ注入される粉塵量を1億～10億tと推定した。この数値は、地球の平均地表面温度が数十分の1℃ほど低下した可能性のある1883年のインドネシア・クラカタア山大噴火での推定粉塵量と同程度であり、核戦争後3年にわたり地上日射量が数%減少するとの予想が示された。また、単純化されたモデル計算の結果、核戦争後の成層圏の加熱によるオゾン層濃度の局所的な乱れの発生、成層圏の温度変化の対流圏への伝播、そしてオゾン層濃度の一律50%の減少により、全地球の平均地表面温度が数十分の1℃低下する可能性を明らかにした。同報告書によれば、全地球の平均地表面温度の変化幅が仮に0.5℃程度でも地域の気候に重大な影響を及ぼす懸念があり、こうした核戦争の勃発時に、成層圏への塵や一酸化窒素の注入が気候学的に深刻な影響を与えうるとした¹⁰。

1979年、米国議会技術評価局（OTA）が議会上院に提出した核戦争の効果を巡る報告書も、やはり核攻撃の即時的効果の分析が主眼でありつつ、環境影響評価として、核攻撃から数ヶ月～数年間にわたる超高層大気圏でのオゾン層破壊に言及した。具体的に核出力1MT以上の核爆発が生じる複数のシナリオのもとで、多量の窒素酸化物の成層圏注入によるオゾン層の減少や希薄化の可能性を示唆し、気候に重大な影響が及ぶ懸念を論じた。他方、オゾン層破壊の影響を精緻に測定・分析するのは困難だとし、

9 Albert Wohlstetter, "The Delicate Balance of Terror," *Foreign Affairs*, vol. 37, no. 2 (1959), pp. 213–214.

10 National Research Council, *Long-Term Worldwide Effects of Multiple Nuclear-Weapons Detonations*, pp. 6–7.

多弾頭個別目標再突入体 (MIRV) 開発や超高核出力の核弾頭数の減少により、核戦争後にオゾン層欠乏に直面する可能性自体、年々疑問視されるようになる旨述べた¹¹。

これらはともに権威ある学術機関や政府機関による調査報告書であり、核戦争の影響を中心に、欧米の学術誌で後々まで頻繁に引用された一方で、核戦争が現実の脅威であった時代背景もあってか、その見解には懸念も示された。一例として、カナダ軍退役将官で核時代の国防論に関する著書もある E・L・M・バーンズ (E.L.M Burns) は、NRC 報告書は一見、核戦争の結末が人類存亡に関わる事態ではないかの印象を与えるが、詳細に読み込めば経験則上のデータ不足のなかで結論をまとめざるを得なかったのは明白だと批評した¹²。戦略研究の碩学で知られる英国のローレンス・フリードマン (Lawrence Freedman) の OTA 報告書への書評も、核戦争の物理的影響に関する既知の事実をまとめ、社会経済的影響の考察に努めたものだと評価しつつも、内容は非現実的で、人間感情に何一つ訴えかけてこないと指摘した¹³。

いずれにしても、これらは当時多くの科学者や有識者が参画し核戦争の効果を検討した第一級の研究成果であるのは間違いなく、その賛否も含めて、後の研究発展に重要な役割を担ったのは事実だと言えよう。

(2) 1980年代の「核の冬」論

しかし、1980年代の初頭に入ると、核戦争の環境影響として気候の側面に焦点を当てた研究が次々と学術誌に発表されるようになり、その反響も次第に大きくなっていった。折しも新冷戦のタイミングであり、従来の核抑止の言説を根本から揺るがすような、米ソともに核戦争での勝利を追求しているといった懸念が広まる、まさに核戦争の脅威が肌身に感じられる時期¹⁴であったことも、研究が急伸した一因として指摘できよう。

核戦争の気候影響に先鞭をつけた研究としては、第一にパウル・クルッツェン (Paul J. Crutzen) とジョン・バークス (John W. Birks) の論文が挙げられる¹⁵。また、後にメディアや政治の関心を惹起することになるリチャード・ターコ (Richard. P. Turco) と O・B・

11 Michael Riordan, ed., *The Day After Midnight: The Effects of Nuclear War Based on a Report by the Office of Technology Assessment* (Palo Alto: Cheshire Books, 1982), pp. 124–125.

12 E.L.M Burns, “Thinking about Unthinkable,” *Bulletin of Atomic Scientists*, vol. 32, no. 1 (January 1976), pp. 41–42.

13 Lawrence Freedman, “Books Life After the Bomb: The Effects of Nuclear War Office of Technology Assessment,” *Futures*, vol. 12, no. 2 (April 1980), pp. 151–152.

14 Hugh Mehan, Charles E. Nathanson and James M. Skelly, “Nuclear Discourse in the 1980s: the Unravelling Conventions of the Cold War,” *Discourse & Society*, vol. 1, no. 2 (1990), p. 134.

15 P. Crutzen and J. Birks, “The Atmosphere after a Nuclear War: Twilight at Noon,” *Ambio*, no. 11 (1982), pp. 114–125.

トゥーン (O. B. Toon)、T・P・アッカーマン (T. P. Ackerman)、J・B・ポラック (J. B. Pollack) 及びカール・セーガン (Carl Sagan) らの論文が発表されたのもこの時期であった¹⁶。オゾンホール研究で後にノーベル化学賞を受賞するクルツェンが代表執筆者となった前者の論文では、大規模なオゾン層破壊に伴う加熱速度の摂動などの不確実性に言及しつつも、核攻撃に起因した森林・都市・油田火災と、火災で生じた一酸化窒素による日照の遮蔽により、北半球の農業に広範な被害が及ぶ懸念を表明し¹⁷、1975 年の NRC 報告の延長線上で火災の影響という新たな視角を提供した。一方、後者は当初、火星探査衛星マリナー 9 号が観測した、火星全土を覆う砂嵐の研究として始まった¹⁸。火星の砂嵐では、砂が大気上層まで上昇して太陽光線を吸収することで大気の温度が上昇するが、砂に覆われて太陽光が届かない地表の温度は低下する。その後、嵐が収まり数ヶ月かけて砂が地面に舞い落ちると、逆に大気は冷え、地表は太陽光線を受けて暖まる。この研究成果を受けて、ターコらは次に地球上での火山噴火により、成層圏に上昇した微少粒子と周囲の気体との混合体が気候にどう影響するのか、日照量低下も加味して研究した。この結果、成層圏での塵の半球間輸送にかかるモデル研究などで課題は残るものの、多くの火山噴火事例で地球全体での地表温度低下が確認されたとした。ターコやセーガンらは、かかる発見を核戦争後の都市火災に当てはめて、核戦争が気候に及ぼしうる影響を「核の冬」と名付けた。共同研究者の頭文字をとって TTAPS の名で注目を集めるようになった彼らだが、特に天文学者として著名であったセーガンは、様々なメディアを通じて核戦争と「核の冬」の脅威を訴えていった。

塵と煙こそが「核の冬」の引き金だと考えた TTAPS は、大気圏内核実験の知見から核出力 1MT の核爆発で 1～6t、大きさ $0.1\ \mu$ 程度の塵が発生するとし、また都市への 1MT の核攻撃で生じる 260km^2 超の大規模火災により、 2.6km^2 あたり 200t の煙が発生すると仮定した。そして、都市や主要な軍事目標に 5,000MT の核兵器が投入される「基準シナリオ」のもとに、塵 6,500 万 t と煙 22,500 万 t が吹き上がると試算した。ちなみに、TTAPS は 100MT から 25,000MT の核出力が投入される複数の核戦争シナリオにも言及したが、各々の試算結果は明示されていない¹⁹。

なお、火山噴火と気候変動に関する若干の補足として、1980 年代の「核の冬」論でしばしば言及される 1815 年のインドネシア・タンボラ山大噴火は、噴煙が成層圏に

16 Turco, et.al., "Nuclear Winter," pp. 1283–1292.

17 Crutzen and Birks, "The Atmosphere after a Nuclear War," pp. 120–122.

18 Carl Sagan, "The Atmospheric and Climatic Consequences of Nuclear War," in Paul R. Ehrlich, et al., *The Cold and the Dark: The World after Nuclear War* (London: W.W.Norton&Company, 1984), pp. 3–4.

19 Turco, et.al., "Nuclear Winter," p. 1284.

達したうえで地球全体に広がり、2年間滞留し、噴火の翌年(1816年)は欧米で不作による食糧危機が頻発した「夏のない年」となった²⁰。マイケル・ロワン・ロビンソン(Michael Rowan-Robinson)は、TTAPSの「基準シナリオ」で発生する塵と煙はタンボラ山大噴火で生じた物質と同程度であり、発生した塵の上昇度は核出力に比例することから、例えば1MTの核爆発では成層圏に1～3万tの塵を巻き上げるが、100ktの核爆発では塵は成層圏に届かないとしてTTAPSの試算結果を評価した²¹。この関連で1945年以来の大気圏内核実験で「核の冬」が到来しなかったのはなぜか、との有名な論点があるが、セーガンは核実験が散発的に行われたのに加えて、核実験場は低木に覆われた砂漠や珊瑚環礁、ツンドラや荒地であったため、膨大な量の塵や煤を生み出す火災が発生しなかったと説明した²²。

こうしたなか、「核の冬」論研究の裾野も広がっていった。1983年、*Ambio*(アンビオ)誌は「核戦争後の世界」と題して、スウェーデン王立科学アカデミーの取りまとめで世界各国の多様な分野の専門家による「核の冬」論文集を発表した。同誌は米ソ全面核戦争を「基準シナリオ」に定め、全世界の主要な軍事目標が核攻撃を受けた場合の軍事的含意を皮切りに、破局的な核戦争後に生存者が直面する変容した地球環境の考察や、医療体制への影響、食料生産能力低下に伴う飢餓問題、国際経済体制への壊滅的打撃などを多角的に検討した²³。また、1986年の環境問題科学委員会・核戦争の環境影響部会の「核の飢饉」に関する報告書も、各国研究者の知見を集めるアプローチのもと、核戦争が食糧生産に及ぼす影響を焦点に研究を行った。同報告は特定の核戦争シナリオによることなく、核戦争後の摂氏数度の寒冷化と植物の繁茂期における5～20%の日照量削減がもたらす結果に注目し、食糧生産への打撃により全世界で10億～40億人が飢餓に陥る可能性を指摘した²⁴。

こうして続々と研究が発表されるなか、権威ある学術機関も「核の冬」論研究に着手した。1985年、米国国防省の要請で米国科学アカデミー(NAS)が取りまとめた大規模核戦争の気候影響に関する報告書は、核出力6,500MTの核兵器が北緯30～70度の地域で使用されるシナリオを採用した。同シナリオでは、軍事・経済・政治的目標への核出力1,500MT核攻撃により一千の都市で地表核爆発が生じるほか、残る核出力5,000MTの核兵器も、攻撃対象へのダメージを最大化する高度での爆発を想

20 M・ロワン・ロビンソン(高榎堯)『核の冬』(岩波新書、1985年)15–19頁。

21 同上。

22 Carl Sagan and Ricard Turco, *A Path Where No Man Thought* (London: Century, 1990), pp. 124–125.

23 スウェーデン王立科学アカデミー(高榎堯)『1985年6月世界核戦争が起こったら——人類と地球の運命——』(岩波書店、1983年)109–116、128–134、148–151頁。

24 Mark A. Harwell and Christine C. Harwell, *Nuclear Famine: The Indirect Effects of Nuclear War* (Ithaca: Cornell University Press, 1986).

定した。トゥーンやターコらも参加した同研究は、核攻撃で生じた煙、粉塵、化学物質が大気中に数週間滞留することで北半球の温帯地域の大部分で大幅な気温低下が生じる可能性を指摘した。さらに大気の反応、堆積物の再分布と除去、環境復旧までの期間などの正確な説明は難しいとして、科学的知見が十分及ばない領域の存在にも言及し、より小さなスケールでの現象の理解増進や大気応答モデルの構築、現象のパラメータに対する信頼性向上が重要だと指摘した²⁵。

以上のとおり、「核の冬」論で知られる 1980 年代の核戦争の気候影響研究では、学術誌を舞台に次々と研究成果が発表された。その多くは大規模な核戦争を想定し、煙と粉塵による日照の遮蔽と気温低下の含意を論じた点に共通項があった。

2. 「核の冬」論への反論とその帰結

(1) 1980 年代の「核の冬」論批判

ここまで、1980 年代に核戦争後の気候影響研究が開花したことを述べたが、そのインパクトの強さもあり、「核の冬」を命名した TTAPS への風当たりは特に大きかった²⁶。「核の冬」論が核抑止の論理や当時の戦略防衛構想 (SDI) の根幹に影響を及ぼしかねないこともあり²⁷、軍産複合体や一部の科学者から鋭い批判があった一方で²⁸、メディアで脚光を浴びたセーガンが学術的な「可能性」を巡る論議ではなく、核戦争後に「核の冬」が「起こるであろう」と語った姿勢そのものに反発した科学者らもいた²⁹。しかし、いずれの批判も「核の冬」論の論破や、完全な否定には至らなかったと見てよい。当時の状況を示す事例に、1982 年、米国地球物理学連合 (AGU) の会議で TTAPS が発表予定であった「核の冬」論文が米国航空宇宙局 (NASA) エイムズ研究所の幹部らによって撤回を強いられたケースが知られるが³⁰、これはまさに立場を異にした政治的反発と見ることができよう。かかる圧力

25 National Research Council, *The Effects on the Atmosphere of a Major Nuclear Exchange* (Washington, DC: The National Academies Press, 1985), pp. 1–7.

26 Jill Lepore, “The Atomic Origins of Climate Science,” *New Yorker*, January 23, 2017, <https://www.newyorker.com/magazine/2017/01/30/the-atomic-origins-of-climate-science>.

27 Matthew R. Francis, “When Carl Sagan Warned the World About Nuclear Winter,” *Smithsonianmag.com*, January 26, 2021, <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/when-carl-sagan-warned-world-about-nuclear-winter-180967198/>.

28 Carl Sagan and Richard P Turco, “Nuclear Winter in the Post-Cold War Era,” *Journal of Peace Research*, vol. 30, no. 4 (1993), p. 369.

29 Ingemar Ahlstrand, “Would Actions to Survive a Nuclear Winter Help Public Opinion See the Urgency of Preventive Measures?” in Håkan. Wiberg, Ib Damgaard Petersen, Paul Smoker, eds., *Inadvertent Nuclear War: The Implications of the Changing Global Order* (Oxford: Pergamon Press, 1993), p. 256.

30 Lawrence Badash and Jed Z. Buchwald, *A Nuclear Winter's Tale: Science and Politics in The 1980s* (Cambridge: MIT Press, 2009), p. 58.

により、TTAPS 側は独自に多様な専門分野からなる各国研究者と対話の場を設け、「核の冬」論の妥当性を明らかにせざる得なくなった³¹。

また、米国核兵器開発の父の一人に数えられるエドワード・テラー (Edward Teller) の学術誌上での TTAPS 批判も注目を集めた³²。1985 年、*Nature* (ネイチャー) 誌に掲載されたテラーのコレスポンドンスは、セーガンらが先行研究の引用時に南半球では「核の冬」が発生しないとの予測に意図的に言及しなかったことや、同様に引用した 6,500 万年前の隕石衝突と恐竜の大量絶滅に関する先行研究の分析を過大解釈したことなどを批判し、TTAPS の研究成果は確固たる科学的結論に達していないとした³³。この批判について、セーガンは核兵器の存在こそ全人類に貢献するものだとテラーの独特な信念に基づく感情論だと述べた³⁴。ちなみに、テラーとセーガンは米国上院の公聴会で「核の冬」を巡る証言を行ったが、このときテラーが専ら TTAPS の仮説自体を攻撃したのに対して、セーガンは最も極端な「核の冬」の予測を説明するのに終始した³⁵。テラーの批判について、増田善信は気象現象には不明な点も多く、煙を評価する基礎が不確かなのは事実であり、また都市火災による煤の排出量への問題意識も妥当だと評価しつつも、仮定を駆使する理論研究の限界を巡って、不確実性を強調して批判するのは議論を不可知論に導く以外の何物でもない指摘した³⁶。

テラー以外の批判にも目を向ければ、例えばジョン・マドックス (John Muddox) は TTAPS 論文が仮定に関する論議を詳述せず、気候影響の計算も無理に単純化し、結果を誇張しているとし、複雑な大気システムが核戦争後にいかなる反応を起こすかについて、硬直的な概数を用いるのではなく、より洗練された手法で分析し直すべきと指摘した³⁷。マドックスの指摘のうち、「核の冬」の仮定に詳述がないとの件は 1983 年の TTAPS 論文に付された膨大な脚注の存在を無視したものと逆に批判を受けたが、海や風が陸地と海洋、赤道と極地間の温度差を減らす重要な役割を担うことに鑑みれば、核戦争の気候影響計算の単純化を巡る問題提起には妥当性があるとの評価も得た³⁸。

こうした TTAPS 批判の構図を巡っては、今日に至るまで諸説ある。「核の冬」論に

31 Ibid., pp. 58–60.

32 “Civil Defense Can’t Ward Off the Nuclear Winter,” *New York Times*, January 12, 1984, <https://www.nytimes.com/1984/01/12/opinion/l-civil-defense-can-t-ward-off-the-nuclear-winter-172023.html>.

33 Edward Teller, “Correspondence: Climatic Change with Nuclear War,” *Nature*, vol. 318 (November 14, 1985), p. 99.

34 Ashutosh Jogalekar, “The Curious Wavefunction: The Many Tragedies of Edward Teller,” *Scientific American Blog Network*, January 15, 2014, <https://blogs.scientificamerican.com/the-curious-wavefunction/the-many-tragedies-of-edward-teller/>.

35 Francis, “When Carl Sagan Warned the World About Nuclear Winter.”

36 増田善信『核の冬——核戦争と気象異変——』（草友出版、1985 年）122–123 頁。

37 John Maddox, “Nuclear Winter and Carbon Dioxide,” *Nature*, vol. 312 (December 13, 1984), p. 593.

38 ロワン・ロビンソン『核の冬』102–104 頁。

反発した研究者にはテラーも含めて SDI 支持者が多く、「核の冬」の仮説が正しかった場合、SDI や他の核戦略論の破綻に結びつきかねないため、強い批判がなされたとの指摘もあれば³⁹、逆に SDI のプロパガンダを忌避した科学者らが、戦略防衛手段が「核の冬」の発生を防ぐとの議論に力を与えるのを恐れ、セーガンらの主張の政治的側面に反発したとの見方もある⁴⁰。他方、権威ある学術団体や政府機関の報告書などとは異なり、査読付き学術誌を通じて世に出た一連の「核の冬」論研究は、従来の欧米での科学・政治的権威を蝕む懸念を高めたとの見解もあれば⁴¹、セーガンが「核の冬」論を科学的発見に留めることなく、畑違いの外交政策専門誌に核兵器削減を提唱する論文⁴²を寄稿した事実を以て、ある種の政治的隠喩として「核の冬」論を活用し、世界的な核軍縮の動きに結びつけたとして、これを評価する見方もある⁴³。

1980 年代初頭に懸念された核抑止を巡る言説の揺らぎなども考慮すれば、TTAPS へのメディアの注目が「核の冬」論を巡る学術的議論を過熱させたことは想像に難くない。そしてかかる状況下で、批判の矢面に立つセーガンが核軍縮論に踏み込んだことで、この時期の「核の冬」論の政治性がより一層、顕著になっていったと考えられる。

(2) 1990 年代の油田火災と「核の冬」論

1980 年代に大きな論争を呼んだ「核の冬」論だが、その後の 1990 年代の展開として、油田火災の気候影響に関する議論にも触れておかねばならない。イラクのクウェート侵攻を受けて、1991 年 1 月、多国籍軍は「砂漠の嵐」作戦によりイラクとクウェート領内に空爆を開始し、湾岸戦争が勃発した。このとき、イラク軍はクウェートの油田およそ 732 カ所を炎上させる措置に出た。ターコやセーガンらは油田火災で生じた黒色煤煙が成層圏に達して全球を長期間循環することで、小規模な「核の冬」が誘発され、中東地域やインド亜大陸で夏期気温が $-7.8^{\circ}\text{C} \sim 2.2^{\circ}\text{C}$ ($18^{\circ}\text{F} \sim 36^{\circ}\text{F}$) ほどに低下し、モンスーンの勢いは衰え、煤で日照が遮蔽され、農業などに大きな被害が及ぶと指摘した旨報じられて注目を集めた⁴⁴。また、TTAPS のみならずクルツェンらも

39 Francis, "When Carl Sagan Warned the World About Nuclear Winter."

40 Ahlstrand, "Would Actions to Survive a Nuclear Winter Help Public Opinion See the Urgency of Preventive Measures?" p. 257.

41 Matthias Dorries, "The Politic of Atmospheric Science: 'Nuclear Winter' and Global Climate Change," *OSIRIS*, no.26 (2011), p. 219.

42 Carl Sagan, "Nuclear War and Climatic Catastrophe: Some Policy Implications," *Foreign Affairs*, vol. 62, no. 2 (Winter 1983), pp. 257–292.

43 William A. Ausmus, "Pragmatic Uses of Metaphor: Models and Metaphor in the Nuclear Winter Scenario," *Communication Monographs*, vol.65 (March 1998), p. 68.

44 Sharon Begley, "Burning Oil Wells May Prove Less Damaging Than Thought," *Wall Street Journal*, March 21, 2003, p. B1; David Evans, "The Environmental Powder Keg in the Persian Gulf War," *Chicago Tribune*, January 18, 1991, p. D23.

同様の懸念を表明した⁴⁵。しかし、報じられた予測は外れて影響はごく小規模なものに留まった。この背景には種々の要因が指摘されるが、油田火災の煙は成層圏に達せず、煙の総量も都市や製油所への核攻撃で生じる火災とは異なり、大幅に少なかった⁴⁶。さらに地域的特性として、油田の一部に塩水が多く含まれており、塩化カルシウムや塩化ナトリウムの結晶が煙の色を白や灰色にしたことも判明した(油田火災の25%が白煙を上げた)ほか、湾岸地域に特徴的な逆転層により煤煙が大気圏低層に留められ、また煤の粒子に水を吸収する大量の硫酸塩が混入したことで、その後の雨雲によって多くが消失したとされる⁴⁷。

油田火災の気候影響への懸念は杞憂で終わったが、報じられたターコやセーガンらの当初の予測に対して、即座に反論があったことも記しておきたい。1991年1月、米国ローレンスリバモア国立研究所のマイケル・マクラケン(Michael MacCracken)らは、1980年代のコンピュータモデルを用い、300万バレル規模の油田火災が30日続いた場合に生じる煙の上昇度を2kmと5kmの二通りで計算した。この結果、前者で5日間、後者でも9日間しか大気圏に煙が滞留せず、油田火災は米国ロサンゼルス空港が混み合う日の大気汚染程度の影響しか及ぼさないと批判した⁴⁸。また、英国気象庁も1991年1月17日に声明を発表し、検討の結果として油田火災のグローバルな気象影響は軽微であろうと指摘したが、それと同時に、クウェートの風下地域では日照の遮蔽によって局所的に地表温度が大幅に低下する可能性があり、その結果、夏のモンスーンの時期に東南アジアで降雨量が減少しうる旨、波及効果にも言及した⁴⁹。

油田火災の気候影響論議の帰結として、セーガンは1991年の*Science*(サイエンス)誌にレターを寄稿した。それによれば、油田火災の想定上、有為量の煙が高高度まで上昇すれば南アジアで気温が1～2℃低下する可能性があったものの、実際の気温低下の度合いや、日照への煤煙の影響度を確定的に述べるのは難しい旨、予め付言していたと釈明した。そのうえで、油田火災の煙は天候の影響もあり、懸念した高度には殆ど届かなかったが、戦闘地域の一部では煙の気候影響が散見され、また地域の気温も平均4℃低下したことを以て、少量の煤煙ですら地域的な気温低下を招く事実こそ「核の冬」論の妥当性を裏付けるものであり、こうした「核の冬」を防ぐ最も信頼できる措置は、世界の核軍備の最大限の削減だと結んだ⁵⁰。かかる分析をさらに掘り下げた1993年のセーガンとターコの論文では、油田火災で生じた煤の量が核戦争時の想

45 Marshall Eliot, "'Nuclear Winter' from Gulf War Discounted," *Science*, vol. 251 (January 25, 1991), p. 372.

46 Alan Robock, "Nuclear Winter," *WIREs Climate Change*, vol. 1 (May/June 2010), p. 423.

47 Begley, "Burning Oil Wells May Prove Less Damaging Than Thought."

48 Eliot, "'Nuclear Winter' from Gulf War Discounted."

49 Ibid.

50 Carl Sagan, "Letters: Kuwaiti Fires and Nuclear Winter," *Science*, vol. 254 (1991), p. 1434.

定の1万分の1程度に留まり、火災の規模は小さく、また油田間の懸隔も大きかったために、煙のプルームが初期の浮力で上昇するのを妨げられ、気候影響も局地的なものに留まったと評価した。そして、油田火災に前後してクウェートで発生した日照量の低下や地表の気温低下は、成層圏への煤の注入に関する「核の冬」論の予測を裏付けるものだと改めて主張したのだった⁵¹。

この顛末を巡り、油田火災で生じた煙に対する気候の反応が軽微であったからといって、「核の冬」論が否定されるわけではないとの指摘もあれば⁵²、「核の冬」論者とその批判論者のいずれも、クウェートの油田火災を通じて、些かも先入観を変化させなかったとする見方もある⁵³。しかし結論からすれば、油田火災の一件を以て、核戦争の気候影響研究自体に決定的な反証がなされた訳ではないと見るのが妥当ではないだろうか。

3. 気候モデルの発展と「核の冬」論を巡る新たな展開

(1) ポスト冷戦期の核軍縮提案と「核の冬」論

核戦争後の致命的な気候影響論議を通じて、米ソの核軍備管理・軍縮交渉を後押ししたとさえ評される「核の冬」論だが⁵⁴、冷戦終結後の1990年代半ば以降、その議論は急速に沈静化していった。しかし、実際に1990年から2000年代にかけての主だった核軍縮提案を紐解くと、また別の興味深い事実が浮かび上がる。

1990年代から2000年代の代表的な核軍縮提案に、「核兵器廃絶のためのキャンベラ委員会」報告書(1996年)がある⁵⁵。同報告書には、核兵器の使用で生ずる物理的被害について言及があるものの、核戦争後の気候影響には一切触れられていない。これは、核不拡散・核軍縮に向けた東京フォーラムが発表した「核の危機に直面して：21世紀への行動計画」(1999年)や⁵⁶、大量破壊兵器委員会の「大量破壊兵器：廃絶のための60の提言」報告書(2007年)でも同様であった⁵⁷。他方、核不拡散・核軍縮に関

51 Sagan and Turco, "Nuclear Winter in the Post-Cold War Era," pp. 369–370.

52 Robock, "Nuclear Winter."

53 Badash and Buchwald, *A Nuclear Winter's Tale*, pp. 299–300.

54 Robock, "Nuclear Winter is a Real and Present Danger," p. 275.

55 「キャンベラ委員会声明(1996年8月14日)」長崎大学核兵器廃絶研究センター、<https://www.recna.nagasaki-u.ac.jp/recna/database/importantdocument/policy-advice/no1/no1-2>。

56 「核の危険に直面して——21世紀への行動計画 核不拡散・核軍縮に関する東京フォーラム報告書——」外務省、https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/t_forum99/tokyo_f.html。

57 大量破壊兵器委員会(西原正、川崎哲、森下麻衣子、メレディス・ジョイス)『大量破壊兵器——廃絶のための60の提言——』(岩波書店、2007年)。

する国際委員会 (ICNND) の「核の脅威を絶つために：世界の政策立案者のための実践的な計画」(2009年)では、核兵器使用で生じる「核の冬」の効果に言及している。同報告書は、1980年代の「核の冬」論には批判や議論の曖昧さもあったとしつつ、当時の研究が気候モデルの第一世代であったこと、その後2000年代に入ってより精緻化された気候モデルにより、「核の冬」論の妥当性が改めて議論の俎上に上ったと指摘している⁵⁸。なお、ICNNDの内部研究報告の位置付けながら、スティーブン・スター(Steven Starr)による、核攻撃で生じる気候影響報告書が記録に残されている。同報告書は、インドとパキスタンの局地的な核戦争で、広島と長崎に投下された原爆と同様の核出力で100発程度の核攻撃の応酬がなされた場合、第二次世界大戦と同規模の死者が発生し、また核戦争後10年間、グローバルな気候影響が生じると指摘する⁵⁹。

以上のように、ポスト冷戦期の核軍縮提案には時期により「核の冬」への言及にかなりの温度差が見受けられる。この背景には、1980年代末から1990年代初頭の中距離核戦力(INF)全廃条約、第一次戦略兵器削減条約(START I)、大統領核イニシアティブ(PNIs)などの核軍備管理合意の存在が、核軍縮提案を策定するうえで核戦争の気候影響以外のより喫緊の課題や論点をもたらした可能性が考えられよう。他方、1990年代後半から2000年代に入ると、包括的核実験禁止条約(CTBT)の成立と米国議会の同条約の批准否決、インド、パキスタン、北朝鮮の核拡散などが次々に顕在化し、核を巡る議論の潮流も核軍備削減から拡散対抗措置へと変化していった。そのため、同時期の核軍縮提案で核兵器の局地的使用への懸念から「核の冬」論が盛り込まれたことは想像に難くない。

いずれにしても、核を巡る潮目の変化に伴い、学術的議論のみならず「勝者なき核戦争」の世論形成という点でインパクトのあった「核の冬」論がメディアを賑わす機会は、次第に減少していった。著名な天文学者として、その言動がメディアの耳目を集めたセーガンが1996年に死去したことも、かかる流れと無関係だったとは言い切れないのではないだろうか。

(2) 2000年代以降の新たな限定核戦争と「核の飢饉」論

しかし、その後も「核の冬」論に連なる地球環境科学や大気科学の研究が発展的に継続された。コンピュータの計算能力向上も背景に、大気や日照、粉塵の移動予測に関する気候モデルが開発され、1980年代に将来の課題とされた粉塵が日照にもたらす

58 ギャレス・エバンズ、川口順子、核不拡散・核軍縮に関する国際委員会『核の脅威を絶つために——世界の政策立案者のための実践的な計画——』外務省、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/icnnd/pdfs/all.pdf>、13頁。

59 Steven Starr, "Catastrophic Climatic Consequences of Nuclear Conflict," *INESAP Bulletin*, no. 28 (April 2008).

中長期的影響についても、地球環境シミュレーション技術の活用が可能となった。そして、局地的な限定核戦争が気候にもたらす影響や、食糧危機の発生に関する研究が大きく進展した。

この背景として、1980年代後半から1990年代にかけて、地球温暖化問題が重要な政治アジェンダとして浮上したこと、特に1988年設置の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が世界中の研究者らによる温室効果ガスの気候影響研究の評価を行い、1994年の気候変動枠組条約の発効に至った経緯には無視し得ないものがある。「核の冬」研究の先駆者クルツェンが後に提唱した「人新世（Anthropocene）」——人間社会の活動が地球環境に影響をもたらすようになった地質学的時代区分——や、気候モデルの活用に見られるとおり、核戦争の気候影響研究と地球温暖化研究との研究手法上の繋がりも指摘されて久しい⁶⁰。また想定上の核戦争シナリオにおいても、インドとパキスタンの核兵器保有及びカルギル紛争で生じた両国の限定核戦争への懸念が⁶¹、「核の冬」論研究に新たな方向性をもたらした。

例えば2007年にアラン・ロボック（Alan Robock）らは、NASAゴダード宇宙科学研究所が開発した大気大循環モデル“ModelE”を用い、広島に投下されたのと同様の核出力を持つ核爆弾100発が亜熱帯地域の都市攻撃に使用されるという、新興の核兵器保有国が地域的な核戦争を起こした場合の気候システムの反応を計算した。この結果、米ソ／米口の核戦争を想定したもののほど劇的な気候影響はもたらさないものの、現代の都市は燃料負荷が高く、さらに亜熱帯気候が煙を加熱し、成層圏高くまで上昇させることから、気候の変化幅は大きく、長期に及ぶことを明らかにした。また、限定核戦争後、何年にもわたる地表の寒冷化や降雨量の減少が食糧供給に影響を及ぼすことも確認された⁶²。同研究は、近代的で包括的な大気及び海洋気候連成モデルを用いた最初期のシミュレーションであり、かつ南アジアの核拡散を念頭に置いたシナリオを採用した点で画期的であった。もう一つ付言するならば、前述したICNND報告での気候モデルを駆使した「核の冬」研究への評価とも、時期的に符合するものであった。

2014年には、マイケル・ミル（Michael J. Mills）らが核戦争後数十年間にわたる地球の寒冷化や、オゾン層の喪失状況を分析した。彼らは、広島や長崎に投下されたものと同規模の小型核弾頭が局地的に使用される核戦争シナリオを採用した。核出力15ktの核弾頭50発が爆発することで5Tgの黒色炭素が発生し、これらが成層圏まで

60 Eglė Rindzevičiūtė, *The Power of Systems: How Policy Sciences Opened Up the Cold War World* (Ithaca: Cornell University Press, 2016), p. 152.

61 Ashley J. Tellis, et.al., *Limited Conflicts Under the Nuclear Umbrella: Indian and Pakistani Lessons from the Kargil Crisis* (Santa Monica: RAND Cooperation, 2001), p. 15.

62 A. Robock, et.al., “Climatic Consequences of Regional Nuclear Conflicts,” *Atmospheric Chemistry and Physics*, no. 7 (April 19, 2007), p. 2003.

上昇し地球全土へ拡散する結果、地表の温度は低下する一方で、成層圏での気温の上昇を明らかにした。ミルらは全地球気候モデル（WACCM）を駆使し、従来の研究では4年から6.5年のスパンで計算されてきたe-folding時間を8.7年とすることで、人口密集地上空でのオゾン層の20～50%減少や、過去1000年間にわたり前例のない地表温度の低下が生じる可能性を論じた。オゾン層の減少は中緯度地域の夏季紫外線量を30～80%増大させ、人間の健康、農業及び地上と水中の生態系に広範な被害を及ぼす。さらに日照量の減少に伴う極端な寒冷化により、核戦争から5年間は農作物の成長可能期間が毎年10～40日間減少する。そして、核戦争後25年以上にわたり、熱慣性と海洋のアルベド効果、拡大する海水による地表温度の低下、そして、かかる気温低下と紫外線量増大により、グローバルな食糧生産が甚大な打撃を受けるとして、「核の飢饉」のリスクを指摘した⁶³。

なお、1980年代の「核の冬」論の多くのケースでは、核出力総計が数千MTの核兵器が使用されることを想定し、核戦争後に生存者が直面するであろう、環境や気候の変容を論じたものが多かった。前述のように「核の飢饉」のリスクに触れた先行研究もあったが、ロボックらの「核の飢饉」論は、より低核出力な核戦力が用いられる限定核戦争ですら、グローバルな食糧供給に大きな影響をもたらすことを予測してみた。この新たな「核の飢饉」論については、その後も気候モデルを駆使した研究が進み、例えば2015年のリ・シャー（Li Xia）らの論文では、南アジアでの限定核戦争が中国の穀倉地帯での食料生産に深刻な波及効果を及ぼすとして、越境する「核の飢饉」リスクに警鐘を鳴らした⁶⁴。

2018年、ジョシュア・ピアース（Joshua M. Pearce）とデビッド・デンケンバーガー（David C. Denkenberger）らは、核戦争の気候影響が致命的な状況に至らない程度の限定核戦争を実現するための核兵器数の下限や、彼らが定義するところの世界全体で10%の農業影響を引き起こす「核の秋（nuclear autumn）」が核戦争の結果として生じた場合に、輸入などに依らない戦争当事国の自給自足能力について評価を行った。また、ピアースらは核兵器数にして7,000、1,000、100が投入される各核戦争シナリオのもとに、食糧不足と経済への影響を個別に分析した⁶⁵。他方、2019年にジョシュア・クーペ（Joshua Coupe）らはより洗練された成層圏化学のアプローチを導入し、核戦争後の地球環境シミュレーションを行った。彼らは、核戦争の気候影響計算に伴う最大の

63 Michael J. Mills, et.al., “Multidecadal Global Cooling and Unprecedented Ozone Loss Following a Regional Nuclear Conflict,” *AGU Earth’s Future*, vol.2, no.4 (April 2014), pp. 161–176.

64 Lili Xia, et.al., “Decadal Reduction of Chinese Agriculture after a Regional Nuclear War,” *AGU Earth’s Future*, vol. 3, no. 2 (February 2015), pp. 37–48.

65 Joshua M. Pearce and David C. Denkenberger, “A National Pragmatic Safety Limit for Nuclear Weapon Quantities,” *Safety*, vol. 4, no. 25 (2018), pp. 1–17.

不確実性が核兵器の使用数、核出力、核攻撃のターゲット選定にあるとの認識に立ち、既存の米ロ核軍備管理条約が定める配備上限内の核戦力が全て使用されるシナリオを採用した。そして、核戦争で黒色炭素 150Tg が対流圏上層に放出されるとの推定のもと、煤のエアロゾルが北米とロシア上空で放出されることをシミュレートした。そのうえで、全地球気候モデルとして最新の WACCM4（水平解像度 2 度、上空 140km までの 66 階層からなる包括的な成層圏化学及び、粉塵の粒子生成にかかる大気エアロゾル放射モデル）と、2007 年にロボックらが用いた ModelE（4×5 水平解像度での上空 80km、23 階層からなるシミュレーション）とを比較しつつ、同じ条件下で核戦争の気候影響をシミュレートした結果、いずれの気候モデルでも成層圏に上昇した粉塵が日照を遮り、夏季にもかかわらず北半球では気温が零下にまで低下することを確認した。なお、2 つの気候モデルの対比で、WACCM4 による分析では計算上、煙はより早く消失し、気候影響そのものに大きな変化はなかった一方で、想定上の核爆発で生じた 150Tg の煤煙の影響は、ModelE のそれよりも WACCM4 の計算結果の方がより地表温度への影響が大きく、かつ降水量低下も顕著であったことを明らかにした⁶⁶。

こうした気候モデルを駆使する「核の飢饉」論に対して、反論がなかった訳ではない。2018 年、米国ロスアラモス国立研究所のジョン・レイズナー（John Reisner）らは 2007 年のロボックらの論文に対して、数値モデルを用いて火災旋風の影響を計算した結果、黒色炭素は大気上層に達せず、核戦争の気候影響は軽微に留まるとの批判を提示し⁶⁷、2019 年にかけて学術誌上でロボックらとの論戦が繰り広げられた⁶⁸。しかし、同年トゥーンやロボック、シャーらは改めて「核の飢饉」論を更新する研究成果として、昨今の核拡散状況も反映した論文を *Science Advances*（サイエンス・アドバンセス）誌に発表した。同論文ではパキスタンが 150 発、インドが 100 発の核戦力を用いて互いの都市に核攻撃を行うとのシナリオを用い、核戦争後に地表温度が 2 ～ 5℃低下し、降水量は 15 ～ 30%、日照量も 20 ～ 35%減少することで食料生産に重大な支障を来し、大量の飢餓の発生により世界各地で付帶的犠牲が生じるとの計算結果を明らかにした⁶⁹。

66 Joshua Coupe, et.al, “Nuclear Winter Responses to Nuclear War Between the United States and Russia in the Whole Atmosphere Community Climate Model Version 4 and the Goddard Institute for Space Studies ModelE,” *JGR Atmospheres*, vol. 124, no. 15 (August 16, 2019), p. 8524, 8541.

67 Jon Reisner, et.al., “Climate Impact of a Regional Nuclear Weapons Exchange: An Improved Assessment Based on Detailed Source Calculations,” *JGR Atmospheres*, no. 123 (2018), p. 2752.

68 Alan Robock, et. al., “Comment on ‘Climate Impact of a Regional Nuclear Weapon Exchange: An Improved Assessment Based on Detailed Source Calculations’ by Reisner et al.,” *JGR Atmosphere*, no. 124 (2019), p. 12953.

69 Owen B. Toon, Charles G. Bardeen, Alan Robock, Lili Xia, Hans Kristensen and Matthew McKinzie, “Rapidly Expanding Nuclear Arsenals in Pakistan and India Portend Regional and Global Catastrophe,” *Science Advances*, vol. 5, no. 10 (October 2, 2019), p. 1.

2021年にクーブラが発表した論文では、核戦争で発生した火災の煙が気候に与える影響として、核戦争後の海洋における物理的・生物的状况の解明に重点を置き、地球システム・モデルを用いて①米ロ核戦争（核出力100～500kt、核兵器数3,100～4,400）、②インド・パキスタンによる核戦争シナリオの類型1（核出力100kt、核兵器数500）、③同類型2（核出力100kt、核兵器数250）、④同類型3（核出力50kt、核兵器数250）、⑤同類型4（核出力15kt、核兵器数250）、⑥同類型5（核出力15kt、核兵器数44）をシミュレートした。この結果、地球の寒冷化は太平洋赤道地域でエルニーニョ現象のような、大規模かつ持続的な反応を最大7年間持続させることを明らかにした。この「核ニーニョ（Nuclear Niño）」は西風偏差と太平洋赤道地域の湧昇の停止という特徴があり、主に海洋大陸とアフリカ熱帯地域の冷却が原因となって引き起こされる。また、日照量の減少と海洋循環の変化により、赤道付近の太平洋では植物プランクトンの生産性が40%低下すると考えられ、その結果として極端な気候変動が引き起こされることで、作物の不作のみならずグローバルな食糧安全保障を著しく損なう可能性を示唆した⁷⁰。

気候モデルの精緻化とともに進展した2000年代以降の「核の冬」論研究だが、1980年代のそのように、メディアや世論の注目を引いたとは言い難い。これには様々な要因が考えられるが、当初の研究では新興の核兵器保有国間での限定核戦争が想定されたため、欧米諸国にとって肌身に迫る核リスクの問題とならず、政治的関心を惹起し得なかったか、或いは冷戦終結から四半世紀以上が経過し、核戦争の蓋然性や懸念自体が薄らいだ可能性を指摘できよう。しかし、こうした流れも変わりつつある。2021年4月、米国議会は核戦争の気候影響について、特に火災に関する現在の核爆発モデル、核戦争関連の爆発によるガスの大気輸送、煤などの粒子が気象、農業及び長期的な生態系の存続に与える影響などについて、NASに調査と評価を行うよう義務付けた⁷¹。従来、学術誌でいくつかの核戦争シナリオのもとに研究された核戦争の気候影響だが、近年の論議も踏まえてNASがいかなる結論を出すのかが注目される。そして、ここまでの検討を踏まえれば、「核の飢饉」研究によって1980年代以来の科学的知見が及ばなかった領域にも新たなインプットが提供されつつあるなか、核を巡る安全保障環境下で「核の冬」論が今も重要な含意を持ち続けていることは明白だと言てよい。

70 Joshua Coupe, et.al., "Nuclear Niño response observed in simulations of nuclear war scenarios," *Communications Earth & Environment*, vol. 2, no. 18 (2021), pp. 1–3.

71 Daryl G. Kimball, "Congress Mandates Studies on Nuclear War," *Arms Control Today*, vol. 51, no. 3 (April 2021), p. 33.

おわりに

「核の冬」論が興った 1980 年代は、米ソ間での核戦争の勃発が多くの人々にとって現実的な懸念であり、かかる背景のもとでクルツェンとバークスが核戦争の気候影響研究に先鞭をつけ、その後、多くの研究者達が査読付き学術誌に次々と論文を発表していった。こうして世に出た数多くの研究成果とともに、TTAPS が名付けた「核の冬」論は冷戦終結や核軍備の削減を後押しする言説となった。TTAPS はメディアを通じて広く核戦争と「核の冬」のリスクを訴えたが、その政治性が一部の科学者の不信感や忌避感を招くことになった。学術誌上では様々な議論が戦わされたが、今日まで「核の冬」論批判の決定打となる論文は発表されておらず、逆に今世紀以降は気候モデルを駆使した核戦争の気候影響研究の発展により、科学的知見が十分でなかった領域にも徐々に新たなインプットが提供される状況にある。そのため、ここへ来て最も重要なのは、最新の「核の冬」論の研究成果への安全保障の観点からの再評価だと考えられる。

この再評価の在り方に関連して、核時代の終焉が「核の冬」を含む核戦争での人類消滅か、核軍縮のいずれかにより起こると述べたジョージ・パーコビッチ (George Perkovich) は、米口中やインド、パキスタンが各々の核戦争シナリオで環境や気候、農業への影響を研究し、その結果を公表すべしと提案した⁷²。しかし、本稿で検討した最新の「核の冬」論の研究動向を考慮すれば、これも今や必ずしも十分なものではない。注目すべきは限定核戦争の気候影響であり、戦争当事国だけのものではない「核の飢饉」リスクである。そのためにも、バランスの観点からまずは気候変動の取り組みでの IPCC の役割に匹敵するような、最新の「核の冬」論研究を取りまとめ、評価できる国際枠組みが求められよう。また、全ての核兵器保有国の専門家を交えた核戦争の気候影響の科学的検討が本来は必要であり、このとき限定核戦争のみならず、エスカレーションの可能性にも目配りした議論がなされるのが理想だと言える。まさに、核戦争の気候影響研究の再評価を軸に、従来の核リスクへの考え方自体の見直しも考慮されるべき時期に差し掛かっているのではないだろうか。

(防衛研究所)

72 George Perkovich, “75 Years on, how will the Nuclear Age End?” War on the Rocks, August 6, 2020, <https://warontherocks.com/2020/08/75-years-on-how-will-the-nuclear-age-end/>.

[付記] 本論文執筆にあたり、客員研究員として滞在中の英国ケンブリッジ大学図書館所蔵文献を多く参照した。同大学の同僚らから得た貴重な示唆とともに、ここに改めて謝意を表したい。

