

過去の気候変化から学ぶ「地球温暖化」の意味

変化する地球環境に対峙する新たな知の創出

地球温暖化問題とは

現在の地球温暖化は、大きく分けて、ふたつの議論が交錯している。ひとつは、そのメカニズムに関するもので、産業革命以降の人間活動要素（温室効果ガス増加、エアロゾル量増加など）によるものか、あるいは太陽活動の変化などの自然的要因か、あるいはその両方がどの程度効いているのか、といった議論である。もう1つは、現実に行っている地球温暖化がどの程度人間活動に影響を与えているのか、あるいは与える可能性があるのか、という影響評価に関する議論である。これら2つの問題は、人間活動による温暖化の見積もりが、招来に与える影響の議論にも直接関係してくるため、さまざまな議論が錯綜してくる。

地球温暖化における不確定性

現在の「温暖化」が人間活動に与える影響の評価で重要な点は、温暖化の速度と、温暖化が引き起こすであろう地球システムにおけるさまざまな変化がどの程度であるかにかかっている。気温そのものの上昇による直接的な影響よりも、地球の気候システムを構成するさまざまなサブシステムへの影響、とくに水循環システムの変化を通して、干ばつ・洪水の頻度や程度にどう影響するか、あるいは氷河への影響を含む雪氷圏への影響とフィードバックなどが、その典型的な問題であろう。とくに水循環システムへの影響は、人間活動だけでなく、生態系全体への影響も大きく、地球温暖化の深刻さは、この水循環システムへの影響がどの

程度かということにかかっているといえよう。ただ、やっかいなことは、気候システムにおける水循環の役割はたいへん複雑であり、その気候へのフィードバックを含むしくみの理解不足は、地球温暖化予測の大きな不確定性の原因にもなっている。

地球温暖化の速さの問題

現在の地球温暖化に匹敵するか、それ以上の気候温暖期は過去にも何回もあった。人類が出現して以降に限っても、約100万年前から開始された氷期・間氷期サイクルは、南極氷床コアなどによる最新の解析によると、全球平均気温で10℃も気温が上下する気候の大変動の時代であった(図1)。温暖期にあたる間氷期は、現在の気温より全球で平均1~2℃は高い時期が1~3万年程度続いた。植生分布などもこの氷期・間氷期サイクルに対応して全陸地スケールで変化していたようである。生態系が気候変化に適応して変化(移動や遷移)できるかどうかは、温暖化にしろ、寒冷化にしろ、その速度が問題になる。図1の氷期サイクルで最も激しい気候変化は、氷期から間氷期への戻り時期である。たとえば、約1万8000年前の最終氷期から気候最適期あるいはヒブシサーマルといわれる8000年前までの約1万年で、全球平均で10℃という劇的な気温の上昇が起こっている。この時期、植生分布は大きく北へ移動し、人類も南米大陸南端までも含め、大移動が世界各地で起こり、(日本列島では縄文時代前期にあたる)気候最適期頃には、農耕が開始されている。

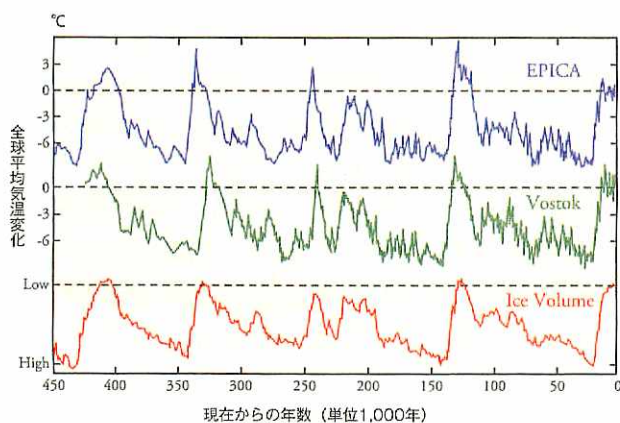


図1 2つの南極氷床コア(EPICAおよびVostok)から復元された全球気温と推定された氷床の体積量の変化[EPICA community members 2004]

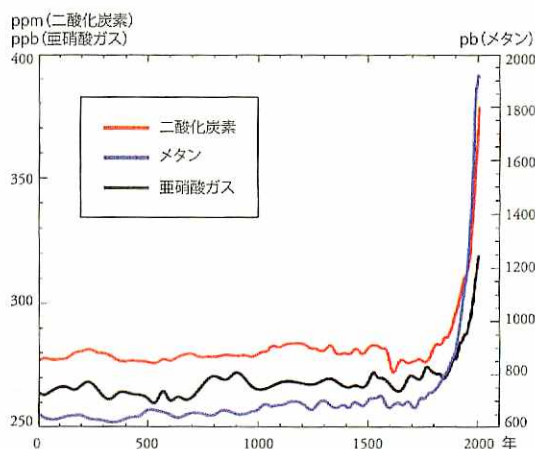


図2 大気中の温室効果ガス(二酸化炭素、メタン、亜硝酸ガス)濃度の変化[IPCC 2007aより抜粋]

こんな大変動でも人類を含む生命圏はちゃんと生存できているのではないか、という見方もあろう。しかし、この最終氷期から温暖期に至る劇的な気候変化の時期も、平均してみると、1万年間に10℃の変化である。ということは1000年に1℃の気温上昇である。翻って、最近の地球温暖化は20世紀初めから約100年で1℃の上昇であり、最近の地球温暖化は、人類がかつて経験したことのなかった気候の変化である可能性がある。ちなみに、過去約80万年間の氷期・間氷期サイクルに伴い、温室効果ガスであるCO₂（二酸化炭素）も大きく変動していたことがわかっている。しかし、その変動幅は、氷期の180ppmから間氷期の280ppmの間で、気温変化と整合的に変化している（図1）。しかし、最終氷期後、19世紀の産業革命以降、急激に増え続け、現在は380ppmであり、2100年にはこの2倍から数倍になるという予測がIPCC（気候変動に関する政府間パネル）によりされている（図2）。

地球温暖化に伴う気候のブレと変動性

生態系や人間活動への影響を考えた時には、温暖化にしる、寒冷化にしる、気候のアノマリー（ブレ）がどの程度の期間続くか、ということも重要な問題である。たとえば、紀元約1000年前後の数世紀、「中世温暖期」とよばれる温和な気候が続き、西欧では今は中南部しかできないブドウ畑がイングランドまで広がっていたことが、西欧の歴史資料などから指摘されている。しかし、この時代、熱帯やモンスーン地域では、温暖な気候は、洪水と干ばつが繰り返される大きな気候変動が続き、当時の文明を揺るがしていたことが指摘されている。西欧、北欧などの中高緯度地域では温和な気候も、アジア、アフリカや中南米の熱帯・亜熱帯域では、エルニーニョなどに代表される大気海洋系の変動が大きく、これに伴う干ばつ・洪水が大きな振幅で繰り返されており、必ずしも良い気候ではなかったのである。「温暖な気候」が、水循環過程にフィードバックして降水現象にどう影響するか、ということが、ここでも重要な問題となる。最近の地球温暖化でも、21世紀の予測も含め、豪雨頻度と干ばつ頻度の両方が増えるという傾向が指摘されている。

気候変化に対する人類の認識

中世温暖期の後、16世紀から19世紀にかけては、小氷期とよばれる寒冷な気候が北半球を中心に継続し、世界の高山域の氷河は全体的に大きく前進した。ヒマラヤの氷河群が現在大きく後退傾向にあるのは、この小氷期に拡大した氷河群が、20世紀以降の温暖化に応答している過程とみることもできる。中世温暖期も

小氷期も、気候変化のぶれとしては、全球平均でもせいぜい1~2℃程度であり、決して大きいものではない。しかし、それが人類の数世代以上の長さにわたって、ゆっくり（しかし、ある時は急激に）変化するため、このような時間スケールがもたらす気候変化とそれに伴う降水パターンや氷河変動などに対し、人類の知恵の蓄積は意外に小さく、引き起こされた自然災害に対しても、多くの場合、無力であった。1960年代、70年代にヒマラヤでの氷河湖決壊により下流の山岳民族の村が全滅に近い被害を受けた。なぜそこに住む地元の人たちにその備えがなかったのかという疑問が生じる。彼らにも世代を通した「伝承」の知恵がなかったわけではないが、小氷期の氷河拡大期にチベットから移り住み、その後の温暖期に至る気候変化の中で数世代以上をかけて定住域を拡大していった彼らの自然環境の理解には、氷河湖決壊という現象はなかった可能性が高い。

新たな知の展開

現実には起こっている温暖化と、たとえばヒマラヤの氷河群の近年の急激な後退とそれに関連した氷河湖拡大と決壊頻度の増大（の可能性）は、地球温暖化の直接的な影響として、メディアでもすでに当然のように取り上げられている。たしかにヒマラヤ山脈周辺でも近年の気温の上昇は顕著である。しかし、気候の変化に対し、ゆっくりとした応答をするはずの氷河の後退が、最近の気温の上昇に直接的に因っているという科学的な証拠はまだほとんどない。現在、私たちは過去の気候に関する大量のデータを持ち、さらにコンピュータによる気候モデルからの予測を可能にしている。モデルの不完全さ、不確かさのために、下手をすると「オオカミ少年」的な予測をして、多くの人を惑わす可能性もあるが、人間活動が引き起こす気候変化が決して無視できない状況に来ていること、さらに巨大都市化に代表されるような人間活動の極度の集中と複雑化による気候・環境変化に対する脆弱性の増大という事実を踏まえた、新たな人類の知の展開が必要なのは確かであろう。

【安成哲三】

⇒ **C**地球温暖化問題リテラシー p24 **C**エアロゾルと温室効果ガス p28 **C**雲と人間活動 p30 **C**地球温暖化と異常気象 p34 **C**地球温暖化と生態系 p36 **D**地球温暖化による生物絶滅 p178 **H**ヤングアドリアス p366 **H**ヒブシサーマル p370 **H**雪氷生物と環境変動 p384 **H**砂漠化の進行 p480 **H**地球システム p500 **H**地球規模の水循環変動 p510

〈文献〉フェイガン、B. 2008(2008). Lean, L.J. & D.H. Rind 2009. Xu, et al. 2009. Baidya, S.R., et al. 2008. EPICA community members 2004. IPCC 2007a.