



愛研技術通信



法令・告示・通知・最新記事・その他

○ 南極オゾンホールは依然として大きな規模

2025年11月26日気象庁報道発表資料抜粋

気象庁では、オゾン層保護対策に資するため、南極オゾンホールの状況を衛星観測データ等により解析しています。2025年の南極オゾンホールは、9月9日に今年最大となり、その面積は2,280万km²でした。これは南極大陸の約1.6倍に相当し、最近10年間の平均値（約2,340万km²）程度でした。オゾンホールの年最大面積や日別オゾンホール面積の年積算値、オゾンホールの2025年の状況をみると、南極オゾンホールは1980年代以前と比較して依然として規模の大きな状態が続いている。

モントリオール議定書（1987年に採択）に基づく規制により、フロン等のオゾン層破壊物質の濃度は緩やかに減少しており、オゾンホールの年最大面積は年々変動があるものの2000年頃から減少しているとみられます。

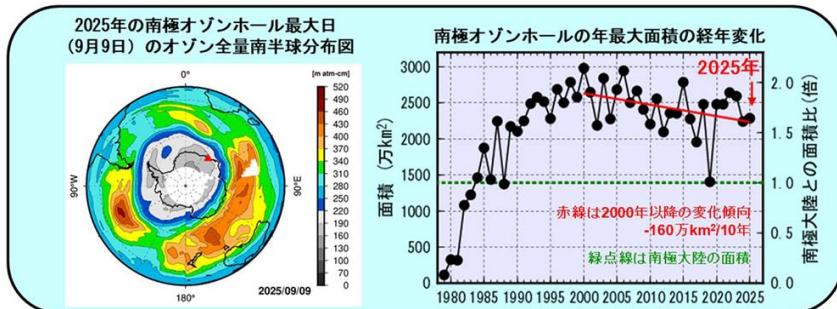


図. 南極オゾンホールの2025年の最大面積日のオゾン全量分布図（左）と年最大面積の経年変化（右）

米国航空宇宙局（NASA）提供の衛星観測データをもとに気象庁で作成。

【 南極オゾンホールについて（2025年の推移）】

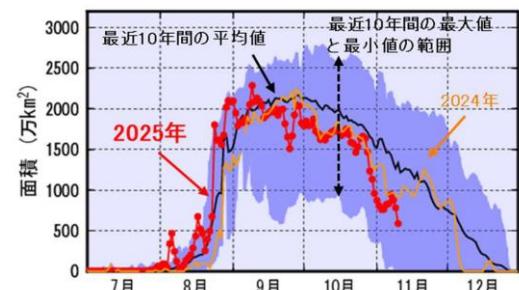
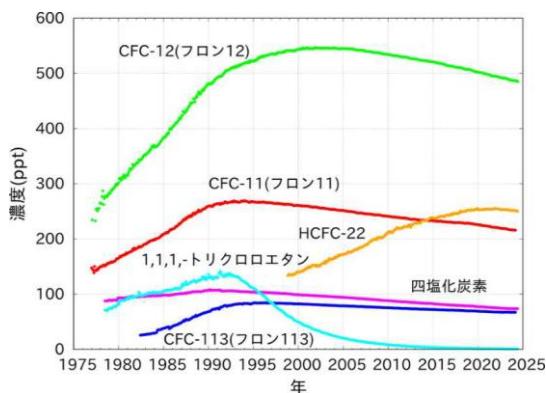
南極オゾンホールは、オゾン層破壊物質により南極上空のオゾン量が極端に少なくなる現象です。南半球の冬季から春季にあたる8~9月ごろに発生、急速に発達し、11~12月ごろに消滅するという季節変化があります。2025年のオゾンホールは7月下旬に現れ、その面積はその時期の最近10年間の平均値（以下「平均値」という。）より概ね大きく推移し、その時期の最近10年間の最大値（以下「最大値」という。）と同程度となることが何度かありました。9月9日には年最大の2,280万km²（南極大陸の約1.6倍）となり、平均値と同程度の面積となりました。今年の7月から8月は南極上空に形成される極渦が安定し、極渦内部の高度約20km付近の気温の低い領域が平均値を上回る大きさで推移し、最大値と同程度となることも何度かあり、広い状態が維持されました。その結果、オゾン層破壊を促進させる極域成層圏雲※が多く発生し、オゾンホールの面積が大きく推移したと考えられます。その後、9月に入り、気温の低い領域が平均値より小さく推移しているため、9月9日に年最大面積となった後、面積は縮小し、平均値より小さい面積で推移しております。

※極域成層圏雲について

極域成層圏雲は、-78°C以下という極低温の条件で出現し、主に水と硝酸を成分とする液体又は固体の粒子からなる特殊な雲です。成層圏でオゾン層破壊物質であるクロロフルオロカーボン類（フロン類）などから変化した塩素化合物は、極域成層圏雲の表面で反応し、塩素ガスを生成します。春になって太陽光が射すと、この塩素ガスは活性化した塩素原子となって、オゾンの破壊を急速に促進します。

【 オゾン層保護とオゾン層破壊物質 】

フロンなどオゾン層破壊物質により上空のオゾン量が減少すると、地上に到達する有害紫外線が増加し、人の健康や生態系に悪影響を及ぼすことから、1985年に「オゾン層の保護のためのウィーン条約」が、1987年に「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」がそれぞれ採択され、オゾン層を破壊する原因物質の生産と消費が国際的な合意に基づいて規制されています。オゾン層破壊物質の濃度はそのほとんどが緩やかに減少しているものの、依然として高い状態にあります。



参考図. オゾンホールの面積

参考図. 主なオゾン層破壊物質の月平均濃度の経年変化（世界の観測所の平均）

「WMO 温室効果ガス年報第2号」の図を加工。

【 南極上空のオゾン層の現状と将来予測 】

2022年に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）が公表した「オゾン層破壊の科学アセスメント：2022」によると、モントリオール議定書によるオゾン層破壊物質の生産や消費の規制により、南極上空のオゾン層は、年々の変動はあるものの、2000年以降回復が続いている、1980年頃の水準に回復するのは今世紀半ば以降と予測されています。

○ 御神木が語る大気汚染の移り変わり

～ 年輪のイオウが示す500年の環境変化の記憶 ～

2025年11月26日名古屋大学報道発表資料抜粋

名古屋大学、アジア大気汚染研究センター、広島大学の研究グループは、中部日本の2本の御神木から500年分の年輪を読み解き、「産業革命前から開国を経て現代に至るまで」の大気汚染の移り変わりをたどりました。

【 研究の背景 】

化石燃料の消費などにより排出されるイオウ酸化物は、酸性雨の原因物質の一つとして知られ、生態系にさまざまな影響を及ぼしてきました。近年、その排出量は世界的に減少傾向にあります。一方で気候変動対策として、成層圏に硫酸エアロゾルを注入して地球を冷却させる「気候工学（ソーラー・ジオエンジニアリング）」の研究も進展しています。こうした状況の中で、私たちがどのような大気の時代に生きているのかを知る手がかりとして、イオウ循環の長期的な歴史をさかのぼり、「産業革命以前の清浄な大気」と「今の大気」を比較することが重要だと考えました。

これまで南極やグリーンランドの氷床コアを用いた研究は、地球規模でのイオウ循環の長期変動を明らかにしてきました。氷床コアが遠い極地でしか得られないのに対し、樹木は私たちの身近に存在します。年輪は一年につづつ正確に刻まれるため、樹木の中にはその土地の空気や土の変化が細かく記録されています。つまり樹木は、その生育地域におけるイオウ循環の移り変わりを細かく教えてくれる「自然の記録帳」ということができます。

今回、ペンやインクに相当するのは、イオウの安定同位体比（ $\delta^{34}\text{S}$ ）です。イオウはその発生源によって、 $\delta^{34}\text{S}$ 値が異なります。たとえば、自然起源の海塩エアロゾルはおよそ+20.3‰（パーセント、1‰=0.1%）、火山ガスは+5‰と比較的高い値を示します。一方、日本で多く利用されてきた中東産の石油は-8~0‰と非常に低い値を持っています。このため、木の年輪に含まれる $\delta^{34}\text{S}$ 値を調べることで、その時代の大気中イオウの主な発生源を推定することができます。

ただし、土壤がイオウを捉える力が強い場合には、大気の状態と年輪に記録される値との間に時間的な「ずれ」が生じます。「ずれ」の存在は、過去にもたらされた汚染由来のイオウを、樹木が土壤から吸収しているということ、すなわち、過去に人間活動により大量放出されたイオウが今なお環境を循環していることを意味します。

【調査方法】

本研究では大雨や台風によって倒木した2本の御神木-大湫神明神社(岐阜県瑞浪市)の樹齢約670年の大杉と伊勢神宮(三重県伊勢市)の樹齢500年の神宮杉を試料として用いました(図1)。どちらも数百年にわたって地域の方々に大切に守り育てられてきた樹木です。これらの樹木の幹試料を5年ごとに分割し、イオウ同位体比を分析することで、樹木が長期的にどのように変動したかを明らかにしました。

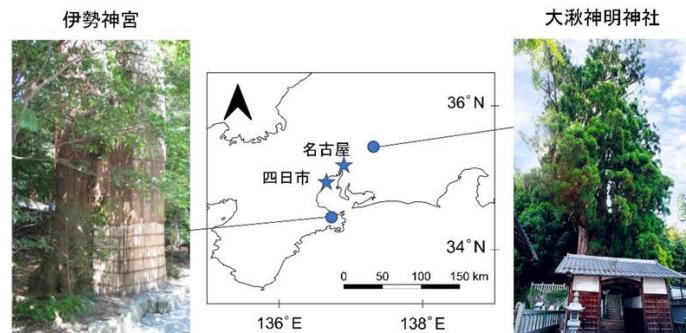


図1. 2本の御神木の生育地

【調査方法】

イオウ同位体比 ($\delta^{34}\text{S}$) の長期的な変動は、図2の矢印で示した年に統計的に有意な転換点が認められました。本研究から見えてきたこと、そしてこれから明らかにしていくべき点を以下に整理しました。

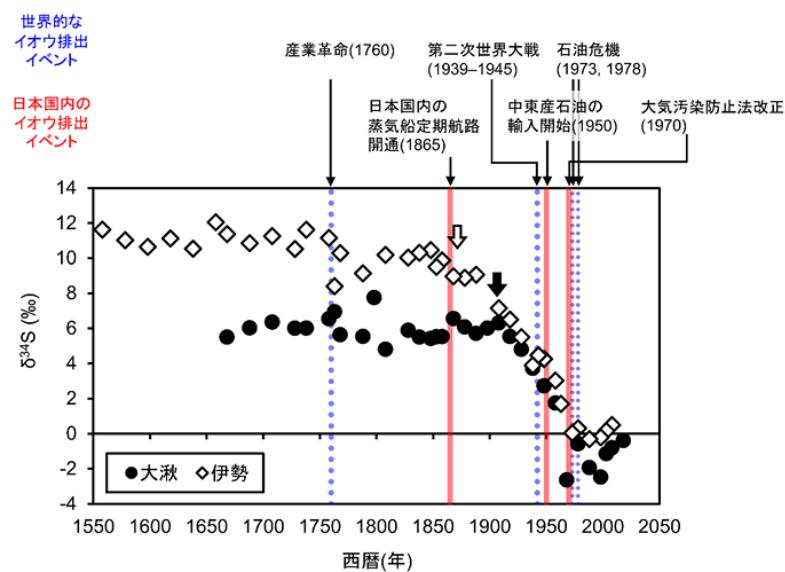


図2. 樹木年輪のイオウ同位体比 ($\delta^{34}\text{S}$) の経年変化

① 日本の工業化前の樹木に含まれるイオウ同位体比は高い値で安定していた。

化石燃料の大量消費が始まる前は、数百年にわたって $\delta^{34}\text{S}$ 値が安定していました(図2)。

1760年のイギリス産業革命直後は、日本で大規模な火山噴火があったため値が動いています

が、その後再び 1760 年以前の値に戻り安定しました。このため、日本においてはイギリスの産業革命による大気汚染の影響は限定的であったと考えられます。大湫は伊勢よりも内陸に位置しており、高い $\delta^{34}\text{S}$ 値を持つ海塩の影響を受けにくいため、2 地点の間には一貫して 4.5‰程度の差異が見られました。これまで樹木の年輪を用いたイオウ同位体比の研究では 1830 年が最も古い年代であり、大規模なイオウの排出が始まった 1760 年の産業革命前も含む年輪のイオウ同位体比を明らかにした初めての研究となりました。

- ② **樹木年輪のイオウ同位体比が大きく変化するのは、日本国内で化石燃料が消費されるようになってから。**

やがて日本でも工業化が進み、化石燃料の大量消費が始まると、年輪の $\delta^{34}\text{S}$ 値は急激に低下しました。特に、蒸気船や鉄道のような近代的な運輸手段の整備が大きな影響を与えていると考えられます。

- ③ **人為起源イオウの影響は、排出量減少後も年輪中に検出される。**

1970 年に大気汚染防止法が改正されると、脱硫装置の普及などによりイオウ排出量が減少し、人為起源イオウの寄与割合が低下しました。その結果、年輪の $\delta^{34}\text{S}$ 値は上昇傾向を示しました。しかし、 $\delta^{34}\text{S}$ 値は工業化前と比較するとはるかに低く、降水や工業化前の年輪から推定した人為起源のイオウの寄与率については 1970 年以降も高い水準にとどまっていることが示されました(図 3)。

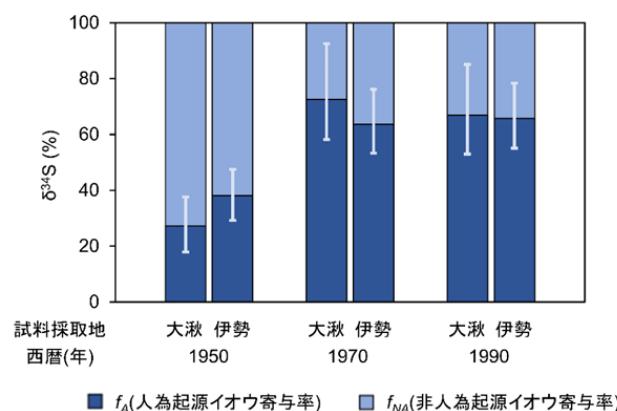


図 3. 混合モデルによって推定したイオウの寄与率

- ④ **土壤がイオウを捉えることによる時間の「ずれ」はあったのか？**

大気から降ってきたイオウや、植物が落葉などを通じて地表に戻したイオウは、いったん土の中に蓄えられます。大湫と伊勢の土壤は、イオウを強くつかまえるタイプではないと考えられますが、土壤が「時間のずれ」を生じさせて、昔の大気の情報をあとから木に伝えていたのかどうかは、まだはっきりしていません。工業化前の年輪の $\delta^{34}\text{S}$ 値と現代の年輪のそれとの大きなギャップは、現代の大気は奇麗になってきたとはいえ、その清浄さは工業化以前の大気の状態にははるかに及ばないこと、あるいは、過去の大気汚染によって土壤に蓄えられたイオウが、時間をかけて再び樹木に取り込まれている可能性を示しています。もし後者であれば、かつて降り注いだイオウは、今もなお森の中で静かに循環を続けているということになります。

【 成果の意義 】

本研究は、産業革命以前から現代にかけての、大気中イオウの歴史的な変化の軌跡を、2本の御神木の年輪に刻まれたイオウ安定同位体比（ $\delta^{34}\text{S}$ 値）から読み解きました。

その結果、化石燃料の使用が本格化する以前の年輪には、清浄な大気を反映した高い $\delta^{34}\text{S}$ 値が記録されており、現在の年輪が示す非常に低い値は、今の大気はそのレベルまで回復していない、あるいは過去のイオウ大量放出の影響が環境には色濃く残っている状況が映し出されました。

これらの成果は、イオウ排出量が減少した現代においても、過去に排出されたイオウが大気や土壤に残り、その影響を正しく理解することの重要性を示しています。そして樹木は、大気汚染のような環境の変化を、500年もの歳月にわたって記録し続けてきた、長いページをもつ「自然の記録帳」であることが明らかになりました。

○ 都市のリスは子だくさん？人による「餌付け」がリスの繁殖状態を向上させることが明らかに ～ 人の行動が身近な野生動物の生態を変えてしまう可能性を示唆する研究成果 ～

2025年11月27日立命館大学報道発表資料抜粋

立命館大学及び総合研究大学院大学の研究グループは、人による餌やり行為（餌付け）をされている都市のリスの方が、郊外のリスよりも繁殖状態が良いことを北海道帯広市での調査により明らかにしました。

【 研究の背景 】

■ 都市で生息する野生動物

「野生動物の生息地」というと、どのような環境をイメージするでしょうか。人が暮らす都市の中にも多様な野生動物が生息しています。このような都市に生息する野生動物は、人が提供する餌や環境をしたたかに利用することで都市に生息しています。都市化が進み、野生動物が本来生息していた自然が失われつつある昨今において、都市は「生物多様性を保全する場」として認識され始めています。今や人だけでなく野生動物の生息地にもなっている都市において、人の活動や都市の資源が野生動物に与える影響を理解することは不可欠です。

■ 人による野生動物への餌付け

都市で野生動物が生き抜く上で餌の確保は重要です。野生動物への餌付けは、都市における野生動物の生存や繁殖を助ける保全活動として広く行われてきました。しかし近年では、必ずしも餌付けが野生動物の生存や繁殖に貢献せず、生物種や状況に応じてその影響が異なることがわかつてきました。また、餌付けは多様な野生動物を対象に行われているにも関わらず、ほとんどの研究は鳥類が対象であり、哺乳類に対する餌付けの影響は十分にわかつていませんでした。都市における野生動物の生息を補助し、生物多様性の向上を目指す上でも、餌付けが野生動物の生存や繁殖に対してどのような影響を与えるかを知る必要があります。

■ 都市で生きるエゾリス

本研究では、調査対象として北海道帯広市に生息し、都市では日々餌付けをされるエゾリスに着目しました。多くの哺乳類は夜に活動しますが、エゾリスは日中に活動します。そのため、捕獲や観察が比較的容易であり、これまで十分に知られていなかった哺乳類に対する餌付けの影響や、都市での生態について広く理解することができます。これまでの研究により、帯広市の都市部に生息するエゾリスは餌付けによって食性が変化（リスが好む木の実を一年中豊富に利用）し、その結果、春におけるメスの体重が増加することがわかつていました。この体重増加は、胎児の増加や脂肪蓄積などによって繁殖成績が向上する可能性を示すものでしたが、その実態について検証はされていませんでした。



【研究の内容】

本研究では、リスの繁殖時期である3月から7月まで、個体ごとの繁殖状態（腹部・生殖器の様子など、図1）について毎日記録しました。出産日、出産回数、出産年齢などの個体ごとに得た記録をもとに、繁殖状態について都市と郊外に生息する集団間で比較をしました。その結果、都市のリスは郊外のリスと比較すると、繁殖状態が良いことがわかりました。。



図1. 同一個体の繁殖ステージによる外見の変化。

腹部や乳、生殖器の様子を毎日観察することで、リスがどの繁殖ステージにあるか理解することができる。妊娠後期には腹部の膨らみが確認でき、出産直後には腹部が急激にしほむ。授乳中には乳頭が目立つようになる。

まず、集団の中で出産をするメスの割合が都市で高いことがわかりました。出産をした年齢をみると、郊外では2歳から4歳までの出産しか観察されなかったにも関わらず、都市では1歳から5歳までの出産が観察されました。この繁殖開始年齢の若さが、都市で妊娠率が高い結果としてあらわれた可能性があります。さらに、郊外と比べて都市のリスは、1ヶ月ほど早い時期に出産をしているこ

とがわかりました。繁殖時期が早まることにより、通常1年に一度しか出産しないリスが二度出産することもわかりました。巣立たせた子の数を見ると、郊外では平均1.5匹巣立たせるのに対し、都市では平均3匹巣立たせることがわかりました。つまり、生涯に巣立たせるであろう子の数が、郊外よりも都市のリスで多いことが示唆されました。

【社会的な意義】

世界的に都市化が進み、野生動物が本来生息していた自然環境が減りゆく中で、私たちは人と自然、そして野生動物との関係性を見直す必要があります。多様な種（人だけでなく多様な生物）が生息できる都市環境を構築することは、野生動物に対して自然に代わる生息地を提供するだけでなく、人には自然との触れ合いを提供することから、持続可能な未来を目指す上で不可欠と言えるでしょう。人や野生動物にとって住み良い都市環境を作るためにも、人の活動が自然や野生動物にどのような影響を与えるのか理解することは大切です。

本研究により、餌付けは都市のエゾリスの繁殖状態を向上させることが明らかになりました。餌付けは、リスの繁殖に貢献し、都市への適応を促進することを示唆するものであると言えます。一方で、過度な餌付けは、人に慣れすぎることや、人への咬傷被害など、人と野生動物との間で軋轢を生む要因となる可能性もあります。本研究の成果は、餌付けが野生動物の生態に与える影響を科学的に示したものであり、自治体や都市公園の管理者が適切な餌付けガイドラインや都市生態系の管理方針を検討する上で重要な根拠となるでしょう。餌付けなどの人の活動が容易に野生動物の生態を改変させることも示すため、人の野生動物との適切な関わり方を再考する機会を提供するものであるとも言えます。

編集後記

11月30日に愛知県の瀬戸市と岐阜県の多治見市を結ぶ県道15号、通称「愛岐道路」で、土砂崩れが発生しました。日曜日の午後に発生したにもかかわらず、人的被害が無かったのは幸いです。筆者は、妻の実家が多治見市にあるためよくこの道路を利用します。11月上旬にも利用し、現場付近を通りました。愛岐道路は、庄内川沿いを走る道路で、春は桜、秋は紅葉が綺麗です。ただ、結構曲がりくねっている上、廃棄物処分場があるため大型ダンプがよく通行し、夜は暗いなど慣れない少し怖い道路です。多治見市の中心部に通じる道はよく渋滞するので、今度の年始の挨拶はどの道を通るか思案中です。（A.K）



株式会社 愛研
(<https://ai-ken.co.jp>)
本社 〒463-0037 名古屋市守山区天子田2-710
電話(052)771-2717 FAX(052)771-2641
半田営業所 〒475-0088 半田市花田町2-65
電話(0569)28-4738 FAX(0569)28-4749

