



愛研技術通信

掲 示 板

法令・告示・通知・最新記事・その他

- 日本には毎年何種の外来植物が侵入していたか開国以降約150年間の推移を解明
～ 今後の侵入削減目標を決める際の指標に ～

2023年11月8日 国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所報道発表資料抜粋

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）は、国立研究開発法人 森林研究・整備機構森林総合研究所（森林総合研究所）と共同で、日本に侵入した外来植物種をリスト化し、複数の外来植物図鑑と標本記録から各種の国内初確認年のデータを収集して、日本には毎年何種の外来植物が新規に侵入していたのか、江戸末期以降約150年間の長期推移を初めて明らかにしました。

【 開発の社会的背景・経緯 】

人間によって本来の生息地から別の地域に持ち込まれた外来種の中には、その地域の生物多様性や農林水産業、人の健康などに対して悪影響を与えるものがあります。外来種のうち、こうした問題を引き起こすものは「侵略的外来種」と呼ばれます。侵略的外来種による悪影響を軽減するため、2030年までの世界の生物多様性保全目標を定めた「昆明・モンテリオール生物多様性枠組」では、「侵略的外来種の導入率及び定着率を50%以上削減する」という数値目標が掲げられ、各国はその達成に向け取り組むことになりました。

侵略的外来種は、導入や定着（これらを含して侵入と称します）が確認された時点では、問題を起こすものかどうか分からないことがほとんどです。このため、侵略的外来種の侵入削減に関する検討は、問題を起こさない種を含む、外来種全体の侵入傾向の情報に基づいて行われてきました。これまでに欧米や中国では、種数の多い維管束植物（シダ植物、裸子植物、被子植物からなる

高等植物) について、年間新規侵入種数の推移が研究され、侵入傾向の定量把握が進んできました。一方、日本では、1854年に日米和親条約が結ばれ 正式に開国して以来、外来維管束植物の種数は増え続けているものの、何年に何種が侵入したのか、また現在は毎年何種が侵入しているのか、定量的な把握は進んでいませんでした。すなわち、2030年までに侵略的外来種の導入率・定着率を50%以上削減するにあたり、指標にできる情報がない状況でした。

そこで、農研機構と森林総合研究所は、開国直前の1845年から2000年までの日本における外来維管束植物の年間新規侵入種数の推移を明らかにし、その侵入傾向を定量的に示しました。

外来植物は、産業利用などの用途で意図的に持ち込まれる場合もあれば、輸入物などに付着あるいは混入して気づかないうちに（非意図的に）入り込む場合もあります。そこで、年間新規侵入種数の推移を、全ての種（外来植物全体）、意図的に持ち込まれた種、非意図的に入り込んだ種のそれぞれについて明らかにしました。

【 研究の内容（外来植物の国内初確認年と導入経路のデータ収集と解析） 】

日本列島で確認された維管束植物の種名を網羅的にとりまとめた「日本維管束植物目録」から、日本に自生しない帰化・逸出植物として記載されている種をすべて抽出し、日本に侵入した外来植物種としてリスト化しました。次に、複数の外来植物図鑑と、日本全国の博物館などが所有する生物標本情報を検索できるデータベースから、それぞれの種の国内初確認年のデータを収集しました。さらに、各種の導入経路を図鑑や文献などから調べて、最終的に1,300種以上の外来植物の国内初確認年と導入経路をまとめたデータセットを作成しました。このデータセットを用いて、1845年から2000年までの累積侵入種数を算出するとともに、年間新規侵入種数の推移を、全ての種（外来植物全体）、意図的経路で持ち込まれた種、非意図的経路で入り込んだ種、導入経路が不明な種のそれぞれについて解析しました。

【 研究の結果 】

1. 日本における外来植物の年間新規侵入種数の推移

国際貿易の発展や戦後の飛躍的な経済成長を経験した1900年から2000年までの100年間で、日本における外来植物全体の累積侵入種数は64種から1353種へ劇的に増加しました（図1左）。年間新規侵入種数は、1900年まで5種以下でしたが、1950年代後半には16種に達しました（図1右）。イギリスにおける年間新規侵入種数は最大でも12種、中国では最大9種であったことと比べると、日本における外来植物の新規侵入種数は相対的に大きいものだったことがわかります。国内初確認年が不明の種が240種以上あったことをふまえると、実際に日本に侵入した外来植物種数はさらに多かったと考えられます。

1961年以降、年間新規侵入種数は微減傾向でした。この理由としては、外来種の導入元である輸入相手国が、ある程度固定化したことや、国内で外来植物の定着しやすい環境が減ったこと、国際的に外来種対策が進んだことなどが考えられます。しかし、1991年から2000年までの10年間の平均値は13種と依然高い値に留まりました（図1右）。

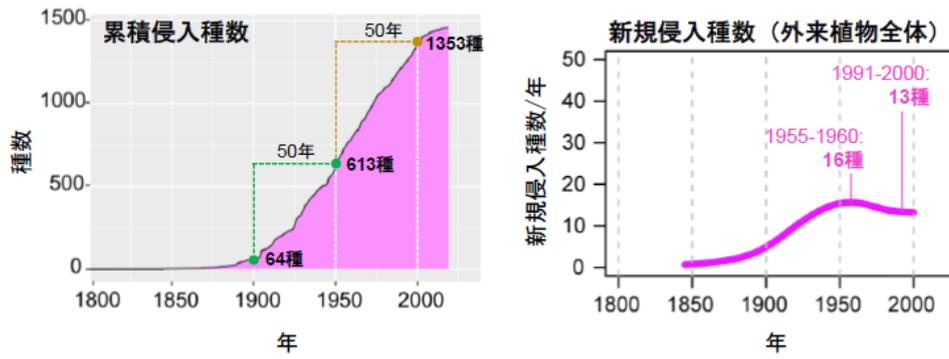


図1. 外来植物全体の累積侵入種数（左）と年間新規侵入種数の推移（右）の推定
 左の図は、日本における外来植物の累積侵入種数を示しています。なお、ここで示しているのは国内初確認年のデータが得られた種のみ数です。
 右の図は、日本における外来植物 全体の年間新規侵入種数の推移を示しています。ピンク色の曲線は、統計モデルによる推定結果です。累積種数と同様、年間新規侵入種数も実際にはこの数字よりも多かったと考えられます。

2. 導入経路ごとの年間新規侵入種数

導入経路別にみると、経路が不明な種の侵入が最も多く、1991年から2000年までの平均値は年間9種でした（図2）。導入経路がわかるもので比較すると、意図的な持ち込みによる年あたりの新規侵入種数は、調査対象 期間を通じて非意図的な入り込みによるものよりも多いことがわかりました（図2）。

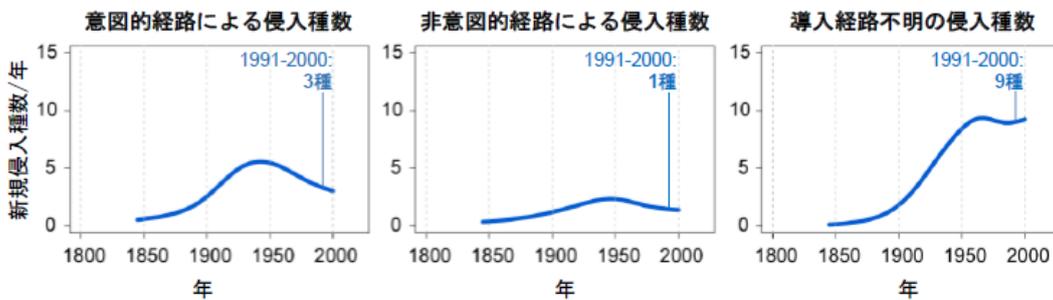


図2. 意図的経路で持ち込まれた種、非意図的経路で入り込んだ種、導入経路が不明の種の年間新規侵入数の推移の推定

【 今後の予定・期待 】

今回の研究により、日本には毎年何種の外来植物が新規に侵入していたのか、過去から現代までの長期的なトレンドが初めて明らかになりました。また、意図的な持ち込みによる新たな種の侵入数は、非意図的な入り込みによる侵入数より多かったこともわかりました。以上の成果は、「昆明・モンテリオール生物多様性枠組」の達成に向けて、問題となりうる外来植物の新規侵入種数を向こう数年間で何種減らすか、具体的な削減目標を設定する際に指標として活用できます。また、

どの導入経路から管理を行うかを検討する際の判断材料として役立ちます。ただし、初確認年や導入経路が不明の種が数多くあることから、実際には本研究で示されたより多くの種が侵入していたこと、経路間の違いは暫定的なものであることに留意が必要です。

日本における外来植物の侵入種数の長期推移が明らかになったことにより、今後、経済成長や気候変動などの長い期間をかけて進行する事象と外来種侵入との関係の理解がより進むことも期待されます。本研究では2000年までの推移を調べましたが、データの蓄積を待って2000年以降の推移が解析されれば、近年の外来種政策の有効性を評価することも可能になります。

○ 西太平洋のサンゴの分析により、過去 237 年間の海水温変動を復元！ ～20世紀の温暖化による夏の海水温上昇が明らかに～

2023年11月30日岡山大学報道発表資料抜粋

岡山大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、高知大学らの研究グループは、フィリピンから採取されたハマサンゴ骨格試料の化学分析から、1766～2002年までの海水温と塩分の記録を復元し、19世紀～20世紀初頭にかけては自然要因の影響を強く受けて海水温が変動しているのに対し、特に1976年以降は人為的要因による温暖化に伴い海水温が上昇傾向にあることを示しました。

【 現状 】

西太平洋熱帯域は、通年の表層海水温が 28°C 以上と世界的に最も暖かい海域で、西太平洋暖水塊 (Western Pacific Warm Pool; WPWP) と呼ばれています (図1)。WPWPの挙動はモンスーンなどの気候現象にも影響を与えますが、過去から現在までの人為起源と考えられる温暖化に対するWPWPの応答はまだよく分かっていません。また、現在では海水温の観測記録は充実していますが、20世紀初頭までは観測記録もごく限られており、モデルで予測される海水温変動と観測記録にズレが見られる年代もあります。そこで、本研究ではWPWPの北端に位置するフィリピンのルソン島南部から採取された長尺のサンゴ骨格試料を用いて、過去237年間のこの地域の海水温変動を復元しました。

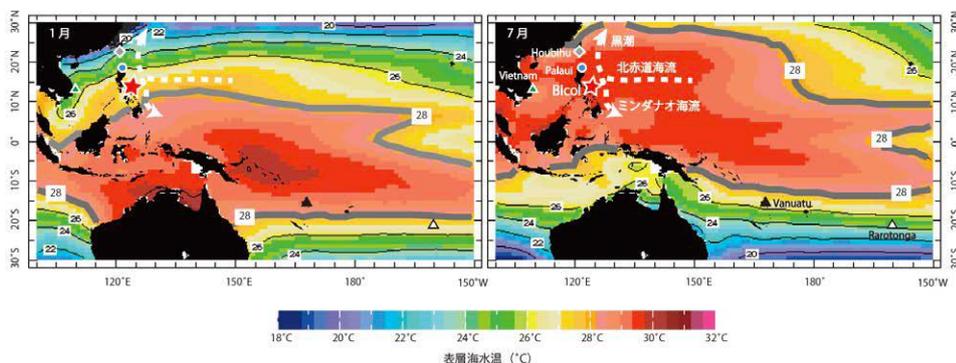


図1：サンゴ骨格試料採取位置（赤い星印）周辺の1月と7月の表層海水温分布（1981-2010年の平均値）。

1年を通して 28°C で囲まれた海域がWPWPに相当する。

【 研究成果の内容 】

本研究グループは、フィリピン・ルソン島南部の沿岸から長尺約2.5mもの大きさのハマサンゴ骨格試料を採取し、海水温と塩分の間接指標とされているストロンチウム・カルシウム比と酸素同位体比を分析しました。そして、化学分析の結果をもとに、1766～2002年までの海水温と塩分の記録を復元しました。その結果、海水温と塩分には数年～数十年規模の変動が見られ、特に海水温の変動はエルニーニョ・南方振動（ENSO）の影響を受けつつも、主には太平洋十年規模変動（PDO）の影響を強く受けて変動していることが示唆されました。また、19世紀～20世紀初頭にかけて、何度か寒冷化が起きており、これがインドネシアおよびフィリピン地域の火山噴火に伴う寒冷化である可能性が示されました。このようなENSOやPDO、火山噴火等の自然要因の気候変動について、先行して報告されている西太平洋のサンゴ記録では、今回のフィリピンとは異なる変動パターンが示されており、海水温の反応は複雑であることが分かります。それに対して、1976年以降は全球の海水温変動を含め、人為的要因による温暖化に対して西太平洋熱帯域が一様に温暖化していることが明らかになりました。また、特にこの期間は夏の温暖化が冬に比べ顕著であることも示されました（図2）

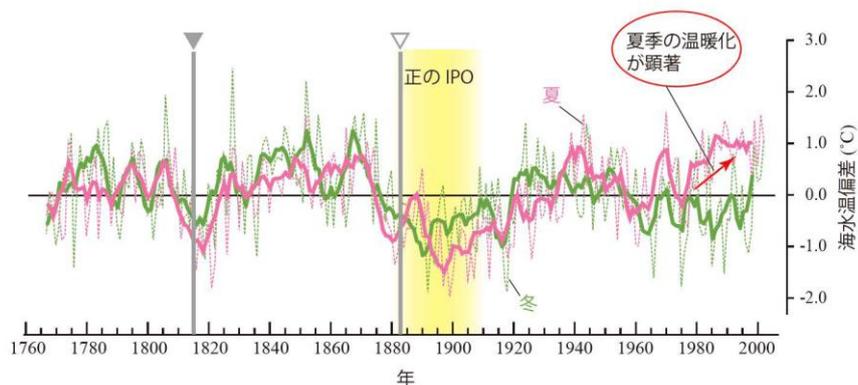


図2：サンゴ記録から復元した夏と冬の海水温偏差の時系列変動。

海水温偏差は、記録全体の平均値に対する偏差（高いか低い）をとったものである。点線は1年毎のデータを、実線は5年間の移動平均をとったものである。灰色の三角は1815年のタンボラ火山、白抜き三角は1883年のクラカタウ火山の大規模噴火が起きた年を示している。また、1800年代末から1900年代初頭にかけては、太平洋数十年規模振動（IPO）に関連した寒冷化も見られた。

【 社会的な意義 】

この研究からも、現在では人為的要因による二酸化炭素放出に伴う温暖化が、自然の気候変動を圧倒し支配的になっている様子が伺えます。季節ごとに細かく時系列変動を見ることができるのがサンゴ骨格の利点なので、どの海域までどのような影響が及んでいるのか季節に分けて調べることや、塩分の変動もさらに複雑であるので、塩分変動から水循環への人為的要因による温暖化の影響を探ることなどについて、今後、他の海域でも研究を続けていく予定です。それと同時に、自然の複雑性を失い画一的に温暖化している現状はやはり異常とも言えますので、サンゴから発せられるシグナルを適切に社会にも伝えていきたいと考えています。

○ マガキ養殖海域の温暖化・酸性化の詳細な観測・予測に成功

～ 深刻な影響を回避するためには様々な対策が必要 ～

2023年11月24日 東京大学報道発表資料抜粋

東京大学、北海道大学、国立研究開発法人 水産研究・教育機構、一般社団法人 サステイナビリティセンター、株式会社エイト日本技術開発、国立研究開発法人 海洋研究開発機構、特定非営利活動法人 人里海づくり研究会、公益財団法人日本財団の研究グループは、国内水産業において重要な貝類養殖種であるマガキの養殖が盛んな国内2地点（岡山県備前市日生海域と宮城県南三陸町志津川湾）の河口部や沖合、藻場、養殖場の付近など環境が異なる複数箇所において、地元の漁業協同組合などと協働し、実際のマガキ養殖域での海洋酸性化の進行状況を連続観測しました。

【背景】

人間活動に伴って大気中に大量に放出されたCO₂の一部は海洋に溶け込み、弱アルカリ性の海水の性質を中性・酸性の方向に変化させます。この現象を「海洋酸性化」といいます。海洋酸性化が進むと、海水中で炭酸カルシウムが作られにくく、あるいは溶けやすくなるため、炭酸カルシウムから成る殻や骨格を形成する海洋生物が影響を受けることになります。

マガキは我が国ではホタテガイと並ぶ重要な貝類養殖種ですが、炭酸カルシウムの殻を形成することから、海洋酸性化の影響が懸念されています。実際、米国西海岸では2005～2008年に養殖マガキの稚貝が大量死し、海洋酸性化が主な原因と考えられています。

そのため、マガキの海洋酸性化影響を調べることは重要で、国内外で研究が行われています。しかし、多くは海水の性質を人工的に調整した水槽の中での飼育実験の結果に基づいており、実際のマガキ養殖海域における海洋酸性化の進行状況は、実際の養殖場での連続観測の困難さもあり、これまで国内ではほとんど調べられていませんでした。

そこで、本研究チームでは、マガキ養殖が盛んな岡山県備前市日生海域と宮城県南三陸町志津川湾で、地元の漁業協同組合と協働して複数の測器をマガキ養殖場内に設置し、海洋酸性化の指標であるpHとアラゴナイト飽和度（ Ω_{arag} ）の連続観測を行いました。その結果、日生では河口に近い観測点で海洋酸性化の指標がマガキ幼生の形態異常や大量死といった悪影響を及ぼす可能性のある水準まで度々低下すること、その低下時期の多くはマガキの産卵・幼生期と重なること、降雨直後に急激に低下することが初めて観測されました（図1）。一方、マガキ幼生の顕微鏡観察の結果からは形態異常は認められておらず、実際にはマガキ幼生の深刻な海洋酸性化影響はまだ確認されていません。

（注2）アラゴナイト飽和度（ Ω_{arag} ）

炭酸カルシウムの殻や骨格を持つ生物の多くは炭酸カルシウムのうち比較的溶けやすい結晶形態であるアラゴナイト（あられ石）で形成されています。アラゴナイト飽和度（ Ω_{arag} ）は以下の式で表されます。

Ω_{arag} 値が高いほどアラゴナイトを形成（石灰化）しやすくなります。CO₂が海に溶け込むと Ω_{arag} が下がり、 Ω_{arag} 値が小さいほどアラゴナイトの形成が阻害されます。 Ω_{arag} 値が1以

下になると、化学理論上アラゴナイトは溶解します。しかし、 Ω_{arag} 値が1を上回っていても生物の種類や成長段階によっては深刻な海洋酸性化影響を受けることが近年の研究から示唆されています。一般に同じ生物種でも幼生期は海洋酸性化に対して特に脆弱です。

$$\Omega_{arag} = [Ca^{2+}] [CO_3^{2-}] / K_{sp}$$

[Ca²⁺]：カルシウムイオン濃度、[CO₃²⁻]：炭酸イオン濃度、K_{sp}：溶解度積

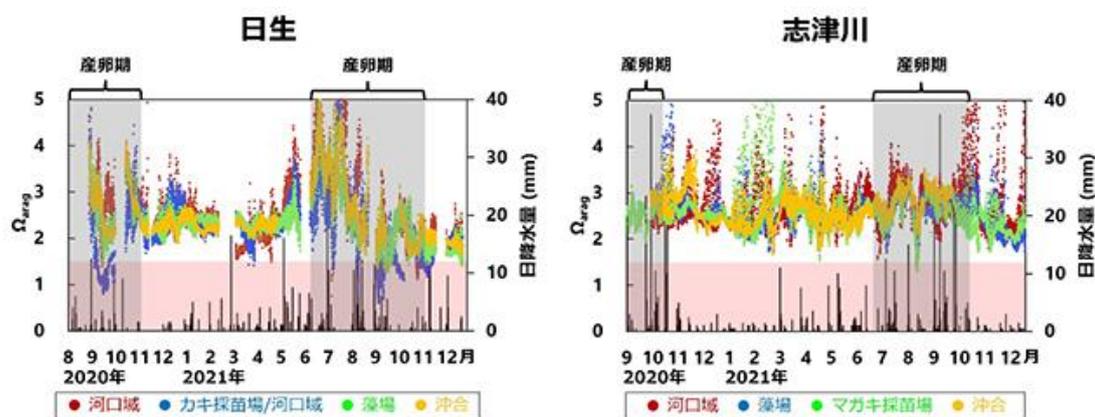


図1：海洋酸性化の指標であるアラゴナイト飽和度(Ω_{arag})の連続観測の結果

各観測点での Ω_{arag} を異なる色で、海洋酸性化がマガキに影響を及ぼす可能性のある水準 ($\Omega_{arag} < 1.5$) を赤色領域で、日降水量を黒棒グラフで示す。

しかしながら人為起源CO₂の大量排出は当面続くと考えられ、そのため、海洋酸性化や地球温暖化は今後も進行すると懸念されます。そこで、本研究チームでは、これらの現象が将来のマガキ養殖に及ぼす影響を予測するために、本研究チームが自ら開発した数値モデルを用いたシミュレーションを行いました(図2)。その結果、2090年代には、① Ω_{arag} が年間を通じて現在よりも大幅に低下する、②地球温暖化に伴う水温上昇はマガキ産卵期の早期化・長期化をもたらし、その結果、海洋酸性化に対して比較的脆弱なマガキ幼生期も早期化・長期化する、③マガキ産卵期の長期化により親ガキの品質が低下し、出荷時期の変更を余儀なくされる、といった事柄が予測されました。一方、人為起源CO₂排出の大幅削減をパリ協定基準で実現できれば、マガキに対する深刻な海洋酸性化・地球温暖化複合影響を回避できることも示されました。

海外では近年、陸域から沿岸への淡水や物質の流入がもたらすpHや Ω_{arag} の低下現象を「沿岸酸性化」と呼び、世界的な人為起源CO₂の大量排出がpHや Ω_{arag} の低下を引き起こす「海洋酸性化」と区別しています。本研究の観測結果では、同じマガキ養殖域の中でも、河口に近い観測点でpHや Ω_{arag} の低下がより顕著だったことから、沿岸酸性化の影響が示されました。このことは、世界中で取り組むべき人為起源CO₂の大幅削減に加え、河口に近いマガキ養殖場ではマガキ幼生期に河川からの淡水や有機物の流入を調整するといった、地域でできる対策も有効であることを示唆しています。

今後、地球温暖化の進行に伴い、大雨などの極端現象に伴う河川洪水の頻度や強度の増大が懸念

される中、地域の実情に即した対策が益々重要になっていくと考えられます。実際のマガキ養殖海域に対してマガキ養殖の温暖化・酸性化影響を詳細に評価し予測した本研究の成果は、これらの現象に対する地域適応策を立案していく上で必要な、科学的指針を具体的に提示するものと期待されます。

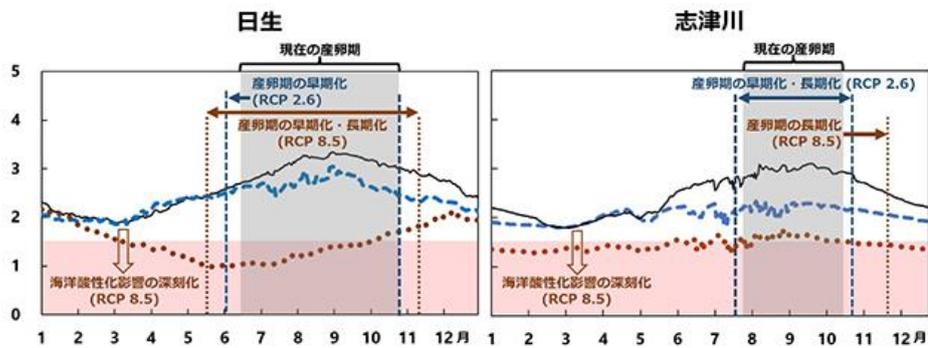


図2：現在（黒実線）と2090年代（RCP（注4）2.6シナリオ：青破線、RCP 8.5シナリオ：茶点線）の Ω_{arag} の数値シミュレーションの結果（左が日生、右が志津川）

海洋酸性化がマガキに影響を及ぼす可能性のある水準（ $\Omega_{arag} < 1.5$ ）を赤色領域、現在の産卵期を灰色領域、2090年代の産卵終了時期及び開始時期を縦線（RCP 2.6シナリオ：青破線、RCP 8.5シナリオ：茶点線）で示す。志津川ではRCP 8.5シナリオによる2090年代の産卵開始時期を予測できなかった。これは水温が年間を通じて 10°C を下回らないと予測され、本研究で採用した産卵開始時期の見積もり指標を適用できなかったためである。

編集後記

10月30日から11月3日にかけて、スイス連邦のジュネーブにおいて「水銀に関する水俣条約第5回締約国会議」が開催されました。この会議で、水銀蛍光ランプの製造が2026年末又は2027年末までに禁止することが合意されました。現在使用している水銀蛍光ランプを使用した蛍光灯は、数年後には使えなくなるようです。会社の蛍光灯は一部を除きLEDになっていますが、自宅の蛍光灯はほとんどが水銀蛍光ランプです。少しずつでも暮れの大掃除の時にLEDに変えて行こうと思っています。

(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

