

大気汚染対策で街路樹も元気に～京都での 18 年の調査が示す光合成改善～

1. 発表者：

半場祐子（京都工芸繊維大学応用生物学系 教授）
久米篤（九州大学大学院農学研究院 環境農学部門 教授）

2. 発表のポイント：

- ◆京都市での 18 年間のモニタリング調査から、大気汚染が大幅に改善し街路樹の光合成が高まったこと、一方、2020～2023 年のコロナ流行に伴う交通量減少は大気汚染改善にはほとんど影響せず、街路樹の光合成に変化はなかったことが分かった。
- ◆継続的な大気汚染対策によって街路樹の光合成が増加したことを示す初めての成果である。さらに、コロナ流行による交通量減少が街路樹の光合成にどのように影響したかを確認した初めての成果である。
- ◆本研究は、大気汚染対策の地道な取り組みが、都市の樹木の光合成を高め、二酸化炭素吸収能力を高め、都市環境の改善に貢献していることを示した点で大きな意義がある。

3. 発表概要：

京都工芸繊維大学応用生物学系 半場教授らは、2005 年から 2023 年までの京都市での調査により、大気汚染の大幅な改善が、街路樹の光合成を高めたことを明らかにした。2020-2023 年と 2005-2008 年とを比べると、この 15 年間で大気汚染物質である二酸化窒素濃度は 60%も低下し、街路樹であるツツジやサクラの光合成は 25%増加した。京都市でこの 15 年間に大気中の二酸化窒素濃度が低下したのは、自動車 NOx 法^{注1}の制定や改正によるトラックの環境性能改善による効果が大きい。地道な大気汚染対策の取り組みは、人の健康だけでなく、街路樹にも良い効果を与えることを示している。

一方、2020 年～2023 年のコロナの流行は経済活動の停滞から交通量の減少を引き起こしたが、その間の二酸化窒素濃度の低下は 5%程度に過ぎず、街路樹の光合成を改善することはなかった。コロナ流行によって世界各地の都市の大気汚染が改善されたことが報告されているが、日本においてはすでに大気汚染が改善されていたこともあり、街路樹の光合成を改善するほどの影響はなかったと考えられる。

4. 発表内容：

研究の背景

道路沿いに植栽された街路樹には、光合成によって二酸化炭素を吸収しバイオマスとして蓄積する、日陰効果でヒートアイランド現象を緩和するなど、都市環境を改善する多くの利点がある。光合成は都市樹木の成長と生存を支える最も基本的かつ重要なはたらきであるため、街路樹がその機能を発揮するには、都市環境に樹木の光合成がどのように反応するかを調査することが不可欠である。

都市部における樹木の光合成に影響を与える代表的なストレスとして大気汚染があり、特に自動車排気ガスに含まれる二酸化窒素は、慢性的な悪影響を引き起しうる。日本の主要都市の二酸化窒素濃度は 1990 年代半ば以降、着実に低下している。これは、1992 年に公布され、2001 年と 2007 年に改正され

た自動車 NOx 法などの大気汚染対策によるところが大きい。しかし、こうした日本の大気汚染の歴史的な改善が街路樹の光合成機能にどのような変化をもたらしたかについては、ほとんど研究報告がない。大気汚染の改善が都市樹木の光合成機能の向上につながったことが実証されれば、大気汚染対策が都市樹木による二酸化炭素吸収量の増加をもたらしたことを示すことになり、大きな意義がある。

一方、二酸化窒素の主な排出源である大型車両（トラック）の交通量は、経済・産業活動と密接な関係があり、景気後退時には減少する。2020年に始まった新型コロナウイルス感染症のパンデミックは世界的な景気後退を引き起こし、世界中の多くの都市で、大気中の二酸化窒素濃度が低下したことが報告されている。これはある種の皮肉ではあるが、新型コロナウイルス流行の影響による想定外の二酸化窒素濃度の低下が、街路樹の光合成機能の改善につながっていた可能性がある。

研究内容

大気汚染に対する街路樹の光合成応答を評価するために、光合成速度に加えて、光合成の水利用効率^{注2)}という2つの性質に注目した。水利用効率は、植物へのストレス指標となる値である。京都市、南丹市、大津市を調査地とし、日本の代表的な街路樹であるイチョウ、サクラ、ツツジを対象として、大気汚染に対する光合成応答を2005年から2023年までの18年間にわたって調査した。

(1) 歴史的・長期的な二酸化窒素濃度の低下の影響

2020-2023年と2005-2008年とを比べると、この15年間で大気汚染物質である二酸化窒素濃度は60%も低下し、街路樹であるツツジやサクラの光合成は25%増加し、水利用効率は減少していた。京都市でこの15年間に大気中の二酸化窒素濃度が低下したのは、自動車 NOx 法の制定や改正によるトラックの環境性能改善による効果大きい。地道な大気汚染対策の取り組みは、人の健康だけでなく、街路樹にも良い効果を与え、結果として街路樹による二酸化炭素吸収量が増加したことを示している。一方、イチョウについては、この15年間で光合成の変化はみられなかった。

(2) 新型コロナウイルス感染症の流行による一時的な二酸化窒素濃度の低下の影響

2020年～2023年のコロナの流行は経済活動の停滞から交通量の減少を引き起こしたが、二酸化窒素濃度の低下は5%程度に過ぎず、街路樹の光合成を改善することはなく、水利用効率にも変化はなかった。コロナ流行によって大気汚染が改善されたことは世界各地で報告されているが、日本においてはすでに大気汚染が改善されていたこともあり、街路樹の光合成を高めるほどの変化はなかったといえる。

今後の展開

人に対する健康対策として導入された自動車 NOx 法などの大気汚染対策は、結果として都市の樹木である街路樹の健康度を高め、光合成による二酸化炭素吸収能力を高めていることが分かった。植物の光合成による二酸化炭素吸収は、温暖化対策の鍵として位置づけられていることから、大気汚染対策が樹木の光合成能力を高めたことを示した本研究の意義は大きい。現在求められている低炭素社会の実現のため、街路樹がどのような役割を果たしているのか、その基盤となる知見を提供するものである。自動車の排気ガスによる大気汚染の影響は2025年時点でも依然として大きく、交通量が多い京都市の中心部では、街路樹の光合成を低下させている。今後電気自動車（EV車）の導入によって自動車から排出される大気汚染物質の量が大幅に減少すれば、特に交通量が多い都心部で、街路樹の光合成能力が大



京都工芸繊維大学
KYOTO INSTITUTE OF TECHNOLOGY



九州大学
KYUSHU UNIVERSITY

きく改善される見込みがある。今後の環境対策の効果をエビデンスとして得るためには、継続的な大気環境のモニタリングと、光合成機能の調査が必要である。

5. 発表雑誌：

雑誌名：Scientific Reports

論文タイトル：The impact of air pollution control measures and the COVID-19 pandemic on photosynthesis in urban trees

著者：Takumi Matsuura, Yousuke Okamoto, Mayu Matsumoto, Takashi Kiyomizu, Luisa Kumpitsch, Atsushi Kume, and Yuko T. Hanba

DOI 番号：10.1038/s41598-024-85080-x

アブストラクト URL：

[https://www.nature.com/articles/s41598-024-85080-](https://www.nature.com/articles/s41598-024-85080-x)

[x?utm_source=rct_congratemail&utm_medium=email&utm_campaign=oa_20250109&utm_content=10.1038/s41598-024-85080-x](https://www.nature.com/articles/s41598-024-85080-x?utm_source=rct_congratemail&utm_medium=email&utm_campaign=oa_20250109&utm_content=10.1038/s41598-024-85080-x)

6. 注意事項：

オープンアクセス誌であり、すでに公表されています。

7. 用語解説：

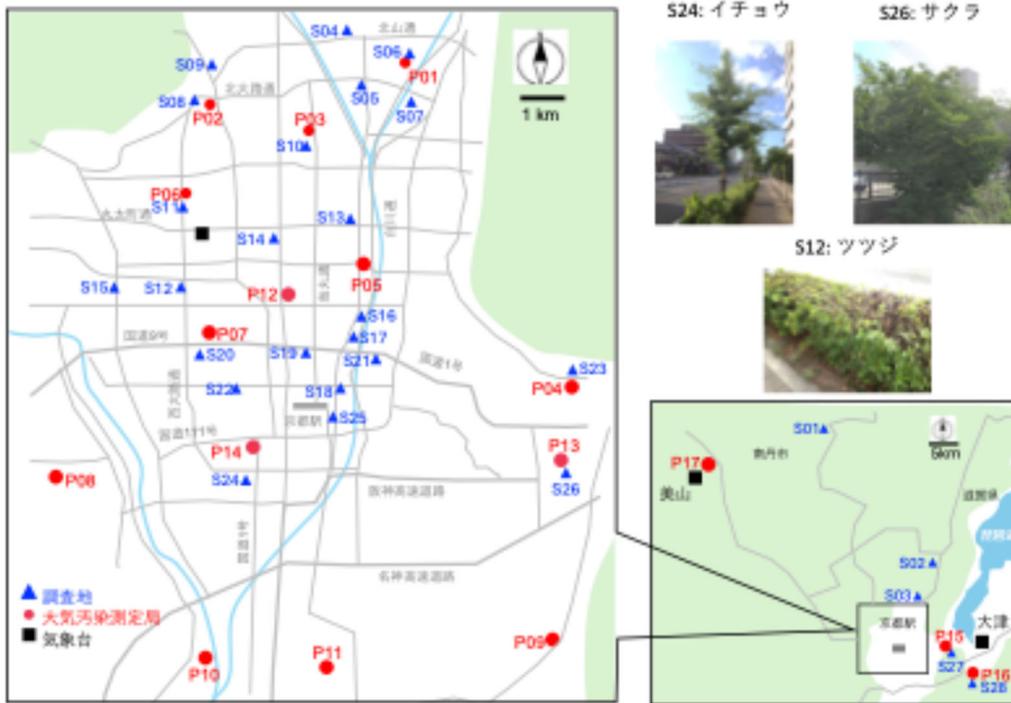
注1) 自動車 NO_x 法

正確には、自動車 NO_x・PM 法。自動車から排出される窒素酸化物及び粒子状物質の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法。

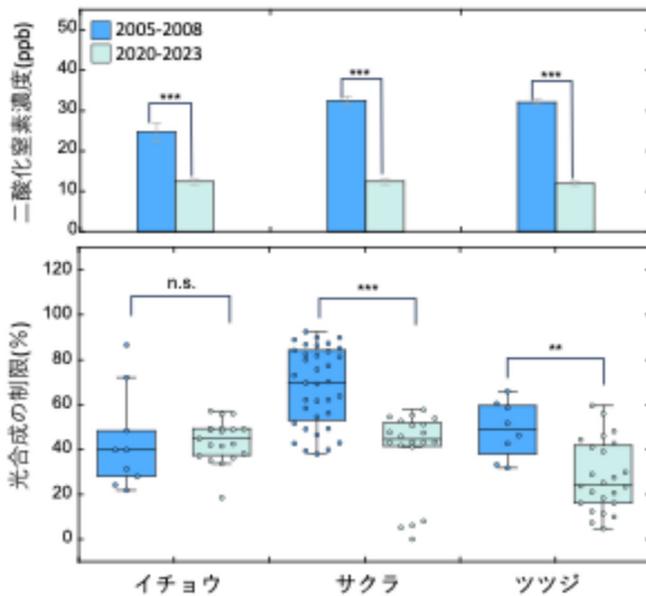
注2) 水利用率

植物が光合成の時にどれくらい水を効率よく利用できたかを表す値。この値が大きいほど、植物が光合成をするときのストレスが大きいといえる。

8. 添付資料：



サンプリング地点の地図と、街路樹のようす。



2005～2008 年と 2020～2023 年の二酸化窒素濃度と光合成の制限 (%)。サクラとツツジでは、2020-2023 年の方が、光合成の制限が緩和されている。