

## 車道由来の浮遊粒子状物質が都市緑地と樹木幹への重金属蓄積に及ぼす影響

加藤優空<sup>1</sup>・戸田浩人<sup>2</sup>・崔東寿<sup>2</sup>

1 東京農工大学大学院農学府

2 東京農工大学大学院農学研究院

**要旨**：道路周辺の緑地においては重金属を含む浮遊粒子状物質 (SPM) が飛来し、緑地生態系の重金属蓄積や生育への影響が懸念される。本研究では、東京港野鳥公園に生息するウバメガシとハリエンジュを対象として、周辺土壌および樹木木部の重金属・Ca 濃度、樹木の年輪幅の測定を行った。その結果、重金属・Ca 濃度は土壌において道路からの距離で差がみられないこと、年輪の年代区分間において濃度の有意な変化はみられないことが分かった。また、大気中の SPM 濃度の大幅な減少によると考えられる年輪幅の停滞や増大がみられた。

**キーワード**：都市緑地、浮遊粒子状物質、樹木年輪、重金属汚染

### Effects of roadway-derived Suspended Particulate Matter on heavy metal accumulation in urban green spaces and tree trunks

Masataka KATO<sup>1</sup>, Hiroto TODA<sup>2</sup>, Dongsu CHOI<sup>2</sup>

1 Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

2 Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

#### I はじめに

都市緑地は周囲から様々な人為的影響を受けており、そのうちのひとつとして自動車走行に伴う浮遊粒子状物質 (SPM=Suspended Particulate Matter) による大気汚染が挙げられる。日本における大気中の SPM は 1994 年の排出ガス規制以降減少傾向にあるが (2), SPM に含まれる重金属は道路周辺環境において蓄積されることが知られており、それらによる生態系への影響が懸念される (3)。特に、都市緑地の樹木は土壌等から過剰に重金属を取り込むと生理障害を起こす一方で (7), 取り込んだ重金属を木部中に蓄積する性質を持ち、年輪区分ごとにその濃度を測定することによって年ごとにどの程度吸収しているかを推定できる (5)。本研究では、その性質を用いて、車道由来の重金属が都市緑地と樹木へ及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

#### II 材料と方法

**1. 調査地** 本研究は東京都大田区にある東京港野鳥公園を調査対象地とした。周囲には交通量の多い車道が通っており、南側には総合市場がある。また、2020 年 3 月に樹林地適正化のために、1989 年に開園して以来初めてとなる、大規模な樹木の伐採が行われた。そのため園内には切り株が散在していた。

**2. 調査項目** 本研究は伐採された個体の中から、都市緑地で広くみられる樹種であり、形状の偏倚や伐採等による欠損、腐朽が少なく十分な個体数があるウバメガシ (*Quercus phillyraeoides*) とハリエンジュ (*Robinia pseudoacacia*) の切り株を対象とした。また、車道からの距離における樹木への影響を調べるため、車道に面した範囲 (道路側) と面していない範囲 (市場側) に分け、ウバメガシを 3 本ずつ (伐採面直径 13~23 cm)、ハリエンジュを 3 本ずつ (伐採面直径 17~43 cm)、計 12 本を対象とした。なお、車道から道路側は 4~7 m、市場側は 100~180 m 離れている。

対象個体からは化学分析のために、木部試料を国立環境研究所による大田区の大気中の SPM 濃度の測定データを基に 2004~2006 年 (急減期)、2017~2019 年 (現在) の 2 区分、ハリエンジュに関しては 1990~1992 年 (減少前) の区分を加えて切り株表面から採取した。また、土壌試料を道路側と市場側から鉍質土層の 0~10 cm を 6ヶ所ずつ採取した。

採取した木部及び土壌試料は、湿式灰化後、重金属である亜鉛 (Zn)、鉛 (Pb)、銅 (Cu)、カドミウム (Cd) の濃度のほか、カルシウム (Ca) の濃度を原子吸光法で測定した (4, 6)。なお、土壌試料は pH(H<sub>2</sub>O) もガラス電極法により測定した (1)。

また、対象個体に対して、0.01 mm の精度で東西南北 4 方位の年輪幅を測定し平均値を肥大成長量とした。

### III 結果と考察

土壌中及び木部中の重金属・Ca 濃度、土壌 pH(H<sub>2</sub>O)の測定結果を表-1 に示す。なお、土壌は、いずれの元素においても道路側と市場側の間に有意差はみられなかった。一方、土壌 pH(H<sub>2</sub>O)は市場側と比べて道路側で有意に高く、これは車道由来の Ca など塩基の供給によるものと考えられる。これらの結果から、SPM の拡散は少なくとも車道から市場側が位置する 180 m まで広がっていることが示唆され、本調査地では土壌 pH(H<sub>2</sub>O)が中性付近であることから土壌の重金属の可給性は低く、園内で大きな差はないといえる。また、土壌中重金属濃度の値は、都内沿道周辺土壌における白山ら(4)の調査結果と比較して Pb は低い、Zn, Cu は同程度、Cd は高く、本研究の対象地も重金属を多く蓄積していることが分かった。

木部中においては、Zn, Cd, Ca のみが検出された。道路側と市場側の比較では、ウバメガシの Ca に関して市場側の方が有意に高かった。また、ハリエンジュの Zn に関して道路側の方が平均して高かったその他に関しては明確な差異は見られなかった。年代区分間の比較では、重金属・Ca 濃度の明確な減少傾向はみられず、1994 年の排出ガス規制以降の大気中の SPM 濃度の減少を反映していなかった。

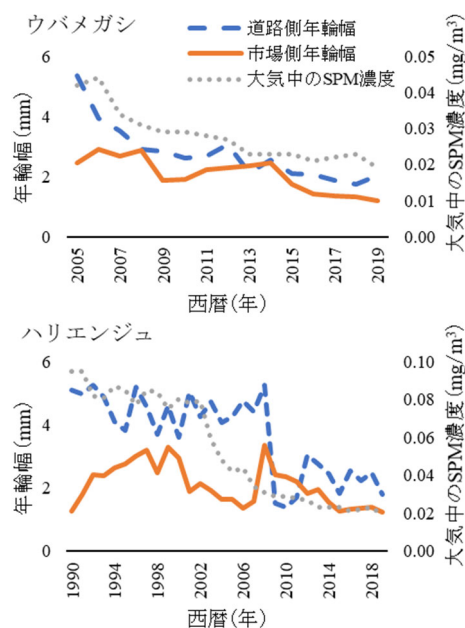
表-1. 採取試料の重金属・Ca 濃度, pH(H<sub>2</sub>O)

道路側	pH(H <sub>2</sub> O) 年代区分	Zn	Pb	Cu	Cd	Ca
		μg g <sup>-1</sup>				
土壌	6.7±0.38*	381±158	1.1±2.7	130±16	4.7±1.3	5.9±1.7
ウバメガシ	急減期	N.D.	N.D.	N.D.	13±2.2	2.5±1.4
	現在	5.1±6.9	N.D.	N.D.	12±2.7	3.7±2.0
	減少前	21±6.5*	N.D.	N.D.	8.3±2.7	1.8±0.61
ハリエンジュ	急減期	33±13	N.D.	N.D.	6.8±2.7	2.5±0.17*
	現在	21±21	N.D.	N.D.	7.8±2.0	1.1±0.42
市場側						
土壌	6.0±0.53	261±21	1.6±4.0	138±25	3.9±1.5	5.4±1.5
ウバメガシ	急減期	1.9±3.2	N.D.	N.D.	14±1.1	6.2±1.4*
	現在	N.D.	N.D.	N.D.	11±4.4	10±1.5*
ハリエンジュ	減少前	5.3±5.2	N.D.	N.D.	8.4±3.3	1.8±0.35
	急減期	10±12	N.D.	N.D.	8.4±0.79	1.8±0.19
現在	12±11	N.D.	N.D.	11±2.0	1.7±1.1	

N.D.: 検出下限 (Zn・Cu: 10 ppb, Pb: 100 ppb) 以下。\*: 道路側と市場側の比較において t 検定 (p<0.05) により有意に高いことを示す。

年輪幅の測定結果の推移を図-1 に示す。全体的にウバメガシでは減少傾向がみられた一方で、ハリエンジュは上下動が大きい結果となった。また、両種に共通する特徴として、年代はやや異なるものの、ウバメガシの道路側の 2008~2012 年、市場側の 2009~2014 年、ハリエンジュの道路側の 2004~2008 年、市場側の 2006~2008 年に

おいて年輪幅の回復傾向がみられた。いずれも直前に大気中の SPM 濃度が大幅に減少しており、樹木の成長に SPM が影響を及ぼしていた可能性が考えられる。



大気中の SPM 濃度は国立環境研究所による測定データを使用。

図-1. 年輪幅の推移

### IV おわりに

今後の課題としては、葉や樹皮など他の SPM 侵入経路及び樹木生理への着目、土壌中重金属の挙動に影響を及ぼす土壌 pH(H<sub>2</sub>O)のモニタリングなどが挙げられる。

### 引用文献

- (1) Elzhabi M, Yong RN (2001) pH influence on sorption characteristics of heavy metal in the vadose zone. *Engineering Geology*, 60: 61-68
- (2) 石井素 (2012) 自動車の排出ガス規制等の動向. *日本マリンエンジニアリング学会誌* 47(6): 52-57
- (3) 坂上寛一・宮田千春・梶田初美・菅原十一・浜田竜之介(1981) 降下ばいじんによる重金属の土壌への付与. *土肥誌* 52: 181-186
- (4) 白石さやか・渡邊泉・久野勝治 (2002) 東京都内の主要道路における道路粉塵、街路土壌および街路樹葉の重金属蓄積. *環境科学* 12(4): 829-837
- (5) 鈴木哲 (1975) 安中市 Cd 汚染地のスギの年輪幅と年輪中の Cd, Zn, Pb 含有率. *日林誌* 57(2): 45-52
- (6) 渡辺基生・戸田浩人・崔東寿 (2018) 都市樹木の葉における粉塵捕集特性への樹種および着葉位置の影響. *日緑工誌* 44(1): 135-138
- (7) W. Larcher (1999) *植物生態生理学*. シュプリンガー・フェアラーク東京, 東京, 314pp