

Ⅱ．分担研究報告

課題 2．食品以外の暴露要因である環境中の 農薬濃度の評価に関する研究

研究分担者 鈴木 美成
大河内 博

令和3年度厚生労働行政推進調査事業費補助金 食品の安全確保推進研究事業

食品や環境からの農薬等の摂取量の推計と国際標準を導入するための研究

研究分担報告書

食品以外の暴露要因である環境中の農薬濃度の評価に関する研究

研究分担者

国立医薬品食品衛生研究所食品部 鈴木美成

研究要旨

経気経由の暴露評価を行うべき農薬等として、推定暴露量が ADI の 70%以上の農薬 14 種を対象とし、空気中の農薬等の分析法を開発し、2020 年 10 月～2022 年 2 月の期間に愛媛大学の食堂、農場近傍、建物近傍の 3 か所にて空気中農薬の分析を行った。その結果、春から夏にかけて果樹等に使用される殺虫剤のプロプロフェジンが 4 月、6 月、7 月に約 2.1～6.0 ng/m³の濃度で検出された。7 月の 24 時間サンプリングにおいてもプロプロフェジンのみが観測され、その検出濃度は 6 時間サンプリングよりも低い濃度であり、夜間の農薬の飛散は少ないものと推定された。プロプロフェジンは本対象農薬中では愛媛県で最も多く使用される農薬であり、測定地点の周囲にある果樹園等で使用されたものが飛散し検出されたものと考えられる。検出濃度はいずれも低濃度であり、1 日に 6 ng/m³、24 時間暴露と仮定しても暴露量は 103.8 ng/person/day となり、許容量の数 1000 分の 1 であるため健康影響はほぼないと考えられた。

研究協力者

愛媛大学 川嶋文人

A. 目的

厚生労働省では食品を介した残留農薬等の暴露量を推定し、ADI の 80%を超えないことを確認している。しかし、国際的には ADI の 100%を基に食品中の残留農薬基準値が設定されているのが現状である。

日本において ADI の 80%としているのは、農薬摂取は 80%が食品から、残りの 20%は環境由来の経気暴露あるいは経皮暴露によるものとの仮定の元に成り立つ。食品以外の暴露経路として、室内で家庭

用殺虫剤を使用する、あるいは家庭菜園等に散布した農薬の経気暴露の可能性がある。

しかしながら、全農薬摂取量の 20%と設定するに足る科学的な根拠は充分ではない。したがって、食品を介した農薬等の暴露推定のみを根拠とした食品中残留農薬の基準値設定は、食品以外の暴露量に不確定な要素があるため、精密なリスク管理には食品以外の経路も含めた総合的評価が必要である。

本研究班においては、ADI が低く設定さ

れている成分かつ、一日推定摂取量試算での ADI 占有率が 70%を超える農薬等を主な調査対象物質とし、本年度は、昨年度に構築した大気中農薬の測定系を用いて実地での回収試験を行い、測定系の性能評価と改良を行った。また、改良した本分析法を用いて、地方（愛媛県）において食堂、農場近傍、建物近傍の 3 か所にて大気中農薬の分析を行った。

B. 試料と方法

1 試薬

フルアジホップ、フルアジホップブチル、アセフェート、クロルピリホス、ヘキサジノン、ボスカリド、ブプロフェジン、ノバルロン、ピリダベン、フルベンジアミド、ビフェントリンの 11 種類の標準物質については富士フィルム和光純薬製を使用した。ヘプタクロル、ヘプタクロルエポキシド A、ヘプタクロルエポキシド B については AccuStandard 製を使用した。メタミドホス、フェントロチオン、インドキサカルブは、Dr.Ehrenstorfer GmbH 製を使用した。内部標準物質は、チアメトキサム-d4、クロルピリホス-d10 は関東化学製、フェントロチオン-d6 は林純薬工業製、¹³C₁₀-ヘプタクロル、¹³C₁₀-ヘプタクロルエポキシド B は Cambridge Isotope Laboratories 製を使用した。アセトン、メタノール、アセトニトリル、ヘキサンは富士フィルム和光純薬製の残留農薬・PCB 試験用（300 倍）を使用した。LC/MS/MS の移動層に用いるメタノール及び蒸留水は関東化学製の LC/MS 用、酢酸アンモニウムはシグマアルドリッチ製の LC/MS 用を使用した。

2 捕集方法

捕集フィルターには、石英フィルター（東京ダイレック製 Model 2500 QAT-UP, 47 mm）及びエムポアディスク C18 FF オクタデシル（3M 製, 47 mm）を用いた。捕集フィルターは事前に測定対象化合物が無いことを確認し、そのまま使用した。捕集時に使用するフィルターホルダーは、使用前にアセトン及びヘキサンで溶媒洗浄を行い乾燥させた後、サンプリングに用いた。前段に石英フィルター、後段にエムポアディスクを配置し、吸引速度 1L/min（柴田科学製ミニポンプ MP-Σ300NII）で 6 または 24 時間捕集した。

3 測定用試料の調製方法

捕集後の石英フィルター及びエムポアディスクはそれぞれねじ口試験管に入れ、内部標準（クロルピリホス-d10、チアメトキサム-d4、¹³C₁₀-ヘプタクロル、¹³C₁₀-ヘプタクロルエポキシド B、フェントロチオン-d6、各 100 ng）添加アセトン 10 mL を正確に加え、蓋の間にナフロン PTFE シートをはさみこみ、蓋をしめた。その後、軽く手で振り混ぜてから vortex ミキサーで攪拌し、フィルター全体がアセトンに浸かるようにした。さらに、10 分間超音波処理を行った。遠心分離機にて 1000×g で 10 分間遠心処理を行い、上澄み液を各捕集フィルターからの抽出液として各分析に使用した。

3-1 LC-MS/MS 測定用の試料調製方法

上記の方法にて抽出したアセトン溶液 1 mL を分取し、窒素にて緩やかに濃縮乾固

させた。その後、メタノールを 1 mL 添加し、内容物を再溶解させた。バイアルフィルター（GE ヘルスケアライフサイエンス製 ミニユニ G2 (PVDF 0.2 μm)）でろ過し、LC-MS/MS 測定用試料とした。

3-2 LC-MS/MS 分析条件

測定用試料 2 μL を LC-MS/MS に注入し、MRM 法で定量を行った。内部標準法により作成した検量線から試料中の各成分の濃度を算出した。モニターイオン及び定量に用いた内部標準物質を表 1 に示した。検量線濃度は 0.5、1、2、5、10、20 μg/L（メタノール溶液）を測定し検量線を作成した。

装置：Thermo Fisher Scientific Vanquish、TSQ Quantis

カラム：Imtakt Cadenza CD-C18(2 mmID×150 mm、粒径 3μm)

溶離液：A:5mM 酢酸アンモニウム水溶液
B:メタノール

A (98%) → (5 min)→A (50%) → (15 min)
→A (2%) 8分保持

カラム流量：0.25 mL/分

コリジョンガス：アルゴン

脱溶媒ガス：窒素（350°C）

3-3 GC-MS 測定用の試料調製方法

上記の方法にて抽出したアセトン溶液を精確に 1000 μL 分取しバイアルインサートに入れた。窒素にて緩やかに約 100 μL に濃縮し、ボルテックスミキサーで攪拌、均一化したものを GC-MS 測定用サンプルとした。

3-4 GC-MS 分析条件

測定用試料 2 μL をスプリットレス方式で GC-MS に注入し、SIM 測定を行い定量した。内部標準法により作成した検量線から試料中の各成分の濃度を算出した。モニターイオン及び定量に用いた内部標準物質を表 2 に示す。検量線は各化合物の 5、10、20、50、100 μg/L（アセトン溶液）を測定し作成した。

装置：Agilent Technologies 7890A, 5975C
カラム：DB-5MS (30m×0.25mmID、膜厚 0.25μm)

注入方式：スプリットレス、2 μL

注入口温度：250°C

イオン源温度：230°C

カラム温度：50°C（1 min 保持）→（25°C /min）→125°C→（10°C/min）→300°C（10 min 保持）

キャリアガス：ヘリウム（Constant Flow 1.0 mL/min）

C.D. 結果と考察

本分析法を用いて愛媛大学（愛媛県松山市）の農場近傍、建物近傍、食堂の 3 か所にて n=2 で空气中農薬の測定を行った。サンプリングは 2020 年 10 月～2022 年 2 月の期間に月 1 回、晴天または曇りの日の 10 時～17 時の間に行った。測定結果を表 3 に示す。4 月、6 月、7 月の農場近傍と建物近傍の 2 か所において対象農薬のうちプロフェジンのみが検出され、6 月、7 月の検出濃度は定量下限値（0.73 ng/m³, 1.14 ng/m³）以上の 5.2～6.2 ng/m³であった。食堂では全期間において対象農薬は検出されなかった。また、7 月のサ

ンプリング時に建物近傍にて24時間サンプリングも行い、ブプロフェジン 1.8 ng/m³を検出した。日中の6時間サンプリングの濃度が24時間サンプリングの検出濃度がよりも高いことから、ブプロフェジンの夜間の揮散は少ないものと推測された。

ブプロフェジンは蒸気圧 4.2×10^{-5} Pa (20 °C) の比較的揮発しやすい農薬である。また、分解性については pH7 での加水分解半減期 378 日 (25 °C)、水中光分解における自然水中での半減期 14 日 (25 °C) と報告されている。これらの物性から散布形態等によっては飛散が予想され、本サンプリング方法における検出は十分に可能と考えられる。

また、ブプロフェジンは本暴露評価の測定対象農薬 14 種の内、愛媛県で最も使用される農薬である。2019 年度における愛媛県の農薬に係る適用対象別・対象化学物質別の排出量推計結果によると、年間推定使用量 1803 kg であり、農薬 155 種における使用順位 18 位となっている。県内での使用内分けとしては果樹が 74% と最も多く、次に家庭 10%、田 9% となっている。使用時期としては、平成 23 年度の愛媛県の農作物病害虫等防除指針によると 4 月～10 月であり、特に 5 月～8 月にかけての使用作物種 (柑橘類、水稻、桃、栗、キウイフルーツ、イチジク等) での使用が多い。サンプリング地点である農場近傍、建物近傍は果樹 (柑橘類) や田が多い。また、これらの防除指針における散布時期は柑橘 5 月～10 月、田 4 月中旬～8 月までである。以上のことから、今回の調査においてブプロフェジンが検出された

ことは、物性・散布時期の観点からも妥当であると考えられた。

次に、健康影響について検討した。ブプロフェジンの ADI は 0.009 mg/kg 体重/日である。体重約 52.7 kg の成人が 1 日に取り込む空気量を約 17.3 m³、今回の検出量の最大値である約 6 ng/m³を暴露濃度とすると、24 時間の暴露量は約 103.8 ng/day となる。これは体重 52.7kg の人の ADI 474300 ng/day の 4570 分の 1 である。以上の結果から、今回検出されたブプロフェジンによる健康影響はないと考えられた。

E. 結論

経気経由の暴露評価を行うべき農薬等として、推定暴露量が ADI の 70%以上の農薬 14 種を対象とし、空気中の農薬等の分析法を開発し、2020 年 10 月～2022 年 2 月の期間に愛媛大学の食堂、農場近傍、建物近傍の 3 か所にて空気中農薬の分析を行った。その結果、春から夏にかけて果樹等に使用される殺虫剤のブプロフェジンが 4 月、6 月、7 月に約 2.1～6.0 ng/m³ の濃度で検出された。7 月の 24 時間サンプリングにおいてもブプロフェジンのみが観測され、その検出濃度は日中 6 時間のサンプリングよりも低い濃度であり、夜間の農薬の飛散は少ないものと推定された。ブプロフェジンは本対象農薬中では愛媛県で最も多く使用される農薬であり、測定地点の周囲にある果樹園等で使用されたものが飛散したのと考えられる。検出濃度はいずれも低濃度であり、1 日に検出された最大濃度である 6 ng/m³、24 時間暴露と仮定しても、暴露量は 103.8

ng/day であり、許容量の数 4570 分の 1
であるため、健康影響はほぼないと考え
られた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の 出願, 登録状況

なし

I. 健康危機情報

なし

表 1 LC/MS/MS 対象化合物の測定条件

	保持時間(分)	定量イオン	確認イオン	極性	内部標準
フルアジホップチル	20.22	384.100 → 282.100	384.100 → 328.100	Positive	チアマトキサム-d4
フルアジホップ	11.75	328.080 → 282.000	328.080 → 238.000	Positive	チアマトキサム-d4
アセフェート	6.10	184.020 → 143.000	184.020 → 95.000	Positive	チアマトキサム-d4
クロルピリホス	21.40	349.930 → 198.000	349.930 → 97.000	Positive	クロルピリホス-d10
メタミドホス	5.20	142.010 → 94.000	142.010 → 125.000	Positive	チアマトキサム-d4
ヘキサジノン	11.65	253.124 → 171.071	253.124 → 71.071	Positive	チアマトキサム-d4
インドキサカルブ	19.26	528.080 → 203.000	528.080 → 150.000	Positive	チアマトキサム-d4
ボスカリド	15.43	343.040 → 307.000	343.040 → 140.000	Positive	チアマトキサム-d4
ブプロフェジン	20.63	306.160 → 201.100	306.160 → 116.000	Positive	チアマトキサム-d4
ノバルロン	19.66	491.000 → 471.000	491.000 → 305.000	negative	チアマトキサム-d4
ピリダベン	22.51	365.100 → 309.000	365.100 → 147.000	Positive	チアマトキサム-d4
フルベンジアミド	17.49	681.000 → 254.000	681.000 → 274.000	negative	チアマトキサム-d4
ビフェントリン	23.49	440.160 → 181.000	440.160 → 166.000	Positive	チアマトキサム-d4
チアマトキサム-d4	7.83	296.000 → 215.000	296.000 → 183.000	Positive	-
クロルピリホス-d10	21.32	360.000 → 199.000	360.000 → 99.000	Positive	-

表 2 GC/MS/MS 対象化合物の測定条件

	保持時間(分)	定量イオン	確認イオン	内部標準
フェニトロチオン	13.93	277	260	フェニトロチオン-d6
ヘプタクロル	13.63	337	339	¹³ C ₁₀ -ヘプタクロル
ヘプタクロルエポキシドA	15.17	353	351	¹³ C ₁₀ -ヘプタクロルエポキシドB
ヘプタクロルエポキシドB	15.10	353	351	¹³ C ₁₀ -ヘプタクロルエポキシドB
フェニトロチオン-d6	13.88	283	266	-
¹³ C ₁₀ -ヘプタクロル	13.63	347	349	-
¹³ C ₁₀ -ヘプタクロルエポキシドB	15.10	400	402	-

表 3 農場近傍、建物近傍、食堂におけるブプロフェジン検出濃度 (ng/m³)

観測月	農場近傍		建物近傍		食堂	
2021年 4月	2.25	2.11	2.28	2.14	ND	ND
2021年 6月	5.64	5.19	6.19	6.08	ND	ND
2021年 7月	5.58	5.58	5.97	5.86	ND	ND
2021年 7月(24時間)			1.83	1.82		

ND: 未検出

令和3年度厚生労働行政推進調査事業費補助金 食品の安全確保推進研究事業

食品や環境からの農薬等の摂取量の推計と国際標準を導入するための研究

研究分担報告書

食品以外の暴露要因である環境中の農薬濃度の評価に関する研究

研究分担者

早稲田大学 大河内 博

研究要旨

早稲田大学西早稲田キャンパス（東京都新宿区）のある研究棟屋上（高さ 65 m）においてエムポアフィルター、石英繊維フィルターを用いて大気中農薬の捕集を行い、大気中農薬濃度を測定し季節変動を評価した。

フェニトロチオンは春季、アセフェート、フルアジホップブチル、ノバルロンは夏季、クロルピリホスとブプロフェジンは夏季と冬季、ボスカリド（秋季: ng/m^3 、冬季: ng/m^3 ）は秋季と冬季に高いことが分かった。また、室内からはクロルピリホスの明瞭なピークが検出されたものの検出下限であった。

検出された農薬濃度の最大値と、日本人の平均呼吸率（ $17.3 \text{ m}^3/\text{day}$ ）を用いて、東京における吸入暴露量を評価したところ次のように推定された；フェニトロチオン: $0.630 \text{ }\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$, アセフェート: $0.036 \text{ }\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$, フルアジホップブチル: $0.025 \text{ }\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$, ノバルロン: $0.049 \text{ }\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$, クロルピリホス: $0.008 \text{ }\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$, ブプロフェジン: $0.002 \text{ }\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$, ボスカリド: $0.005 \text{ }\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$, インドキサカルブ: $0.003 \text{ }\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$, ヘキサジノン: $0.003 \text{ }\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$ 。

検出された大気中農薬濃度はいずれも低値であり、1日に最大濃度の大気中農薬を24時間暴露したと仮定しても、対ADI比は最大でフェニトロチオンの0.23%であった。以上の結果より、都市部において一般的な生活をしている限り、農薬の吸入暴露による健康影響はほぼないと考えられた。

A. 目的

厚生労働省では食品を介した残留農薬等の暴露量を推定し、ADIの80%を超えないことを確認している。しかし、食品以外の暴露経路も懸念され、例えば、家庭用殺虫剤を使用することで経気暴露の可能性がある。食品を介した農薬等の暴露推定のみを根拠とした食品中残留農薬の基準値設定は、食品以外の暴露量に不確定な要素があるため、精密なリスク管理には食品以外の経路も含めた総合的評価が必要である。

本研究班においては、食品以外の残留農薬摂取量の把握を目的として、大気中農薬の実態解明を行った。そのために、簡易採取および迅速分析法の確立を行うとともに、経皮および経気道暴露評価のためにウェアブルサンプラーの検討を行った。

B. 試料と方法

1 捕集地点

採取地点は、早稲田大学西早稲田キャンパス（東京都新宿区）のある研究棟屋上（高さ65m）で行った（図1）。

2 捕集方法

2019年度の研究成果に基づき、エアロゾル態捕集用に石英繊維フィルター、ガス態捕集用エムポアディスクを重ねて大気捕集を行った。

さらに、ウェアブルサンプラーに用いる捕集材として、ポリジメチルシロキサン（PDMS）をコーティングさせたTwister（グステル社製）を用いて屋内、屋外での採取を行った。

3 抽出方法

採取した試料は、25 mL 試験管にフィ

ルターを導入し、アセトンを約7 mL加え、超音波抽出を行った。Twisterについては、アセトンを約5 mL加え、超音波抽出を行った。その後、25 mL 試験管内の溶液を褐色遠沈管に移し替えた。このとき、ガラスシリンジに0.45 μm メンブランフィルターを取り付け、溶液を汙過しながら移し替えた。フィルターの入っていた25 mL 試験管を3回ほど洗浄した溶液も汉過して遠沈管に移した。その後、窒素（純度99.9999%）を吹き付けて、遠沈管内の溶液が0.2 mL以下となるまで濃縮した。そして、LC-MS用メタノールを使用し、1 mLに定容し、GC-MS、LC-MSに導入した。

4 機器分析

GC-MSの測定条件を表1、LC-MSの測定条件を表2に示す。

C.D. 結果と考察

1 都市大気中農薬の実態解明

2020年度は石英繊維フィルター、エムポアフィルターの個別抽出を行ったが、簡便性かつ迅速性を高めるために2021年度からはフィルターを分けずに2枚重ねて抽出を行った。また、LCMSを用いた農薬分析条件の検討も行い、12種類の分析が可能となった。

季節変化を明らかにすることを目的として、春季として2021年3月29日 - 4月2日、夏季として7月19 - 24日、8月23 - 28日、秋季として10月18 - 21日、冬季として2022年1月5 - 8日にかけて昼夜12時間採取（6:00 - 18:00、18:00-6:00）を行った。その結果、最大濃度に着目すると、フェニトロチオン36.44 (ng/m³) は春季、アセフェート

2.10 (ng/m³)、フルアジホップブチル 1.43 (ng/m³)、ノバルロン 2.81 (ng/m³) は夏季、クロルピリホス (夏季:0.47 ng/m³、冬季:0.38 ng/m³) とブプロフェジン (夏季:0.12 ng/m³、冬季:0.13 ng/m³) は夏季と冬季、ボスカリド (秋季:0.26 ng/m³、冬季:0.29 ng/m³) は秋季と冬季に高いことが分かった。なお、インドキサカルブ、ヘキサジノン は秋季にのみ検出され、それぞれ 0.16 ± 0.031 ng/m³、 0.15 ± 0.100 ng/m³ であった。ボスカリドは気温が低下する秋季と冬季に高いことから、粒子態として大気中に存在している可能性が考えられる。アセフェートはすべての季節を通じて夜間にのみ検出されることが明らかになった。

室内環境中農薬を調べるため、2021年4月22日から23日、12月15日から19日にかけて、横浜市中川スクウエア(住宅展示場)で築17年の住宅内のウォークインクローゼット内で24時間毎の採取を行った。クロルピリホスの明瞭なピークが検出されたものの検出下限であった。

2 ウェラブルサンプラーによる大気中農薬濃度の暴露量評価

Twister (液相:PDMS) を用いた暴露実験でも一週間程度で農薬は捕集されていない。これはアクティブ捕集でも検出限界が多いことを考えれば妥当であった。2021年度には室内実験により Twister による農薬吸着特性を調べた。30℃に設定した密閉恒温槽内で農薬の揮発を行って Twister で捕集し、アセトンで超音波抽出を行って LCMS および GCMS で各種農薬

を定量した。GCMS で定量したクロルピリホス、フェニトロチオン、ヘプタクロルは蒸気圧に応じた回収量が得られた(図3、相関係数 $r=0.979$)。一方、LCMS で定量したフルアジホップ、ピリダベン、アセフェート、ブプロフェジン、メタミドホス、クロルピリホスは、蒸気圧が低いことからバラツキが大きいものの、蒸気圧とともに回率が増加する傾向が見られた(図3)。

次に、最適暴露日数の検討を行ったところ、蒸気圧の高いクロルピリホス、フェニトロチオン、ヘプタクロルは14日までは日数とともに直線的に回収率が增大したが、これ以降は減少することが分かった(図4)。したがって、蒸気圧の高いクロルピリホス、フェニトロチオン、ヘプタクロルは二週間程度の屋外暴露によりパッシブサンプラーにより大気中濃度を計測できるものと考えられた。今後、屋外暴露試験により大気中農薬の広域濃度分布を調べ、都内における発生源解明を行って行く予定である。

3 吸入暴露による農薬摂取量の推定とリスク評価

検出できた濃度の最大値と、日本人の平均呼吸率 (17.3 m³/day) を用いて、吸入暴露量を評価したところ次のように推定された; フェニトロチオン: 0.630 μg/person/day, アセフェート: 0.036 μg/person/day, フルアジホップブチル: 0.025 μg/person/day, ノバルロン: 0.049 μg/person/day, クロルピリホス: 0.008 μg/person/day, ブプロフェジン: 0.002 μg/person/day, ボスカリド: 0.005 μg/person/day, インドキサカルブ: 0.003

µg/person/day, ヘキサジノン: 0.003 µg/person/day。

体重 55 kg とすると、対 ADI 比は次のように推定された; フェニトロチオン: 0.23%, アセフェート: 0.03%, フルアジホップブチル: 0.01%, ノバルロン: 0.01%, クロルピリホス: 0.01%, ププロフェジン: $4.5 \times 10^{-4}\%$, ボスカリド: $2.1 \times 10^{-4}\%$, インドキサカルブ: $9.7 \times 10^{-4}\%$, ヘキサジノン: $9.6 \times 10^{-5}\%$ 。

季節変動及び日内変動が観察された点および室内では検出されなかった点を踏まえると、上記の推定は平均的な吸入暴露量としては過剰推定となっている点には注意が必要であろう。しかしながら、調査対象とした全ての農薬について、対 ADI 比は 1%未満であったことから、都市部において一般的な生活をしている限り、農薬の吸入暴露による健康影響はほぼないと考えられた。

E. 結論

経気経由の暴露評価を行うべき農薬等として、推定暴露量が ADI の 70%以上の農薬 14 種を対象とし、空気中の農薬等の分析法を開発し、2020 年 9 月~2022 年 1 月の期間に東京都の早稲田大学の屋上にて空気中農薬の分析を行った。その結果、複数の農薬が検出されたものの、検出された濃度は低く、検出された最大値を用いて推定した吸入暴露量はすべての農薬で ADI の 1%未満であった。以上の結果から、都市部において一般的な生活をしている限り、農薬の吸入暴露による健康影響はほぼないと考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし

2. 学会発表

- 1) 駒場啓祐, 大河内博, 鈴木美成, 川嶋文人; 都市大気中農薬の実態解明と個人曝露評価のためのウェアラブルサンプラーの開発 (1), 第 29 回環境化学討論会, 2021 年 6 月.
- 2) 駒場啓祐, 大河内博, 鈴木美成, 川嶋文人; 都市大気中農薬の実態解明と個人曝露評価のためのウェアラブルサンプラーの開発 (3), 第 62 回大気環境学会年会, 2021 年 9 月.
- 3) Keisuke KOMABA, Hiroshi OKOCHI, Yoshinari SUZUKI, Ayato KAWASHIMA; Pesticides in the urban atmosphere and the development of wearable samplers to assess personal exposure (2), The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem), 2021 年 12 月.

H. 知的財産権の 出願, 登録状況
なし

I. 健康危機情報
なし

表1 GC-MS 測定条件

項目	条件
カラム	Agilent 19091S-433UI (HP-5ms Ultra Inert 30 m×250 μm×0.25 μm) 流量：1 mL/min, 圧力：8.81 psi, 平均線速度：36.80 cm/sec
オープン温度	70 °C (ホールド時間：2 min, ランタイム：2 min) - 20 °C/min - 130 °C (ホールド時間：0 min, ランタイム：5 min) - 10 °C/min - 300 °C (ホールド時間：8 min, ランタイム：30 min)
注入口	注入量：2 μL, ヒーター：320 °C, 圧力：8.8085 psi, トータルフロー：14 mL/min, セプタムパージ流量：3 mL/min,
注入口モード	セプタムパージ流量モード：スタンダード パルスドスプリット, 注入圧：30 psi (1 min), スプリット比：10：1, スプリット流量：10 mL/min
イオン化源温度	300 °C
インターフェイス温度	300 °C
イオン化法	EI 法
イオン化電圧	70 eV

表2 LC-MS 測定条件

カラム	AQUITY UPLC HSS T3 1.8um 2.1x100mm 温度：40 °C
溶離液	メタノール, 2mM 酢酸アンモニウム水溶液
流量	0.2 mL/min
イオン化法	ESI 法 Positive ion mode
Desolvation temperature (脱溶媒温度)	450°C

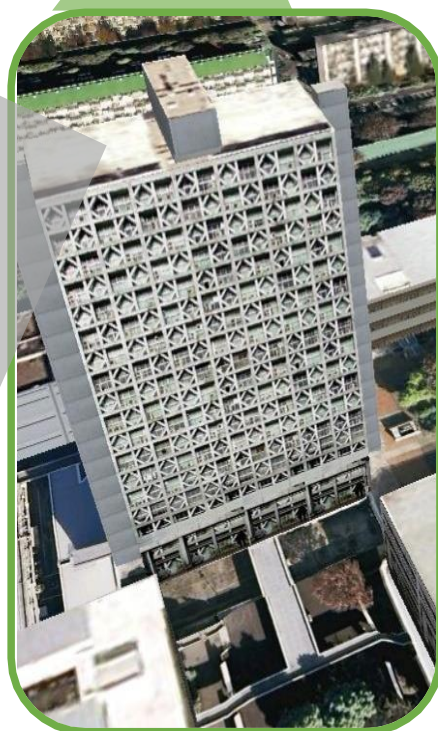


図 1 都市大気の採取地点と採取状況
(左上:アクティブ, 左下:パッシブ)

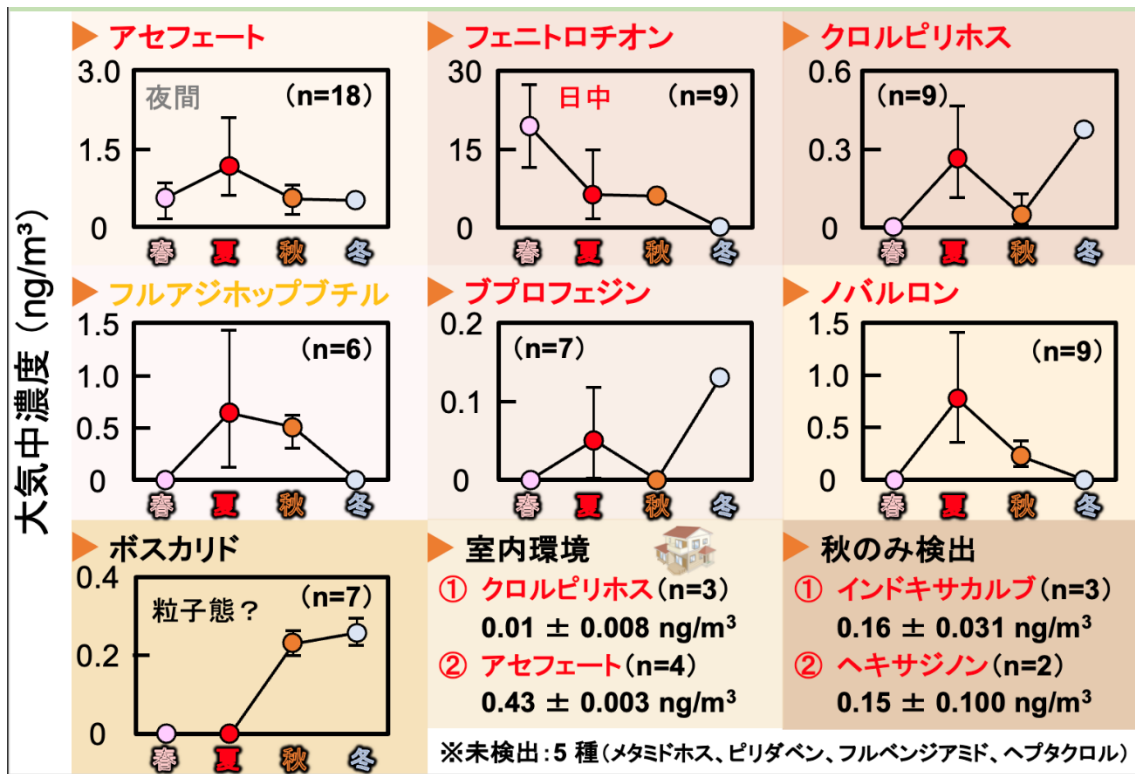


図2 新宿における大気中農薬の季節変化

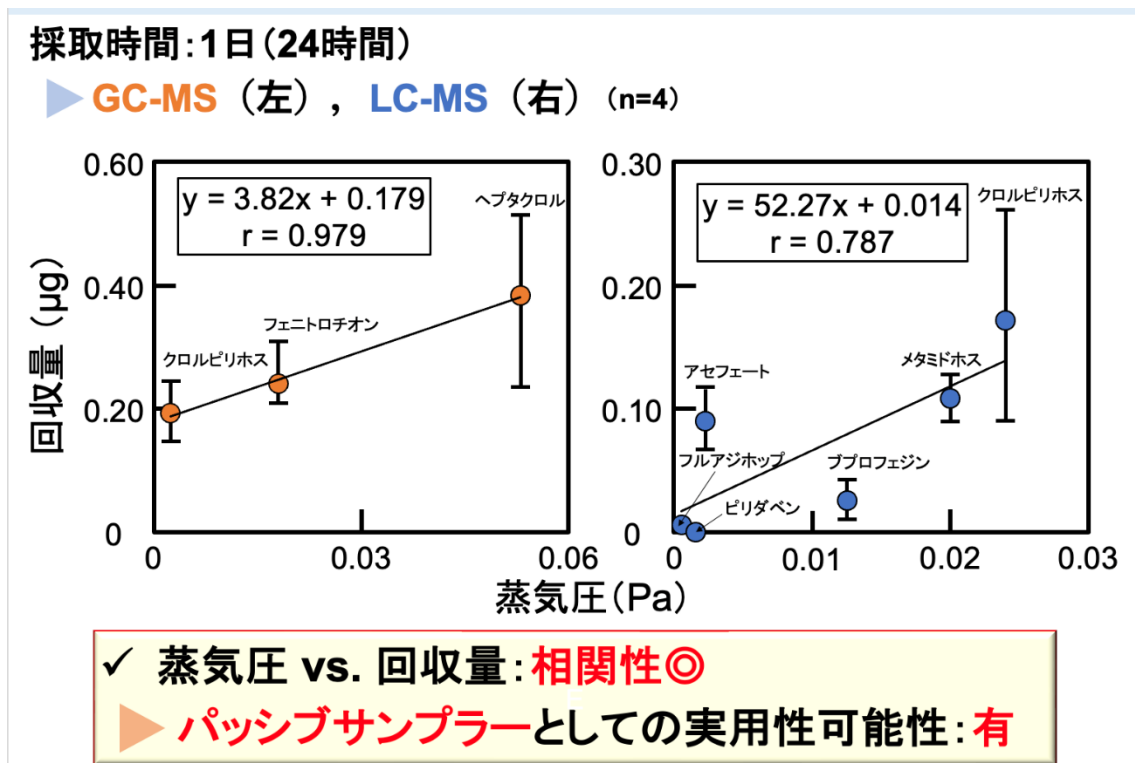
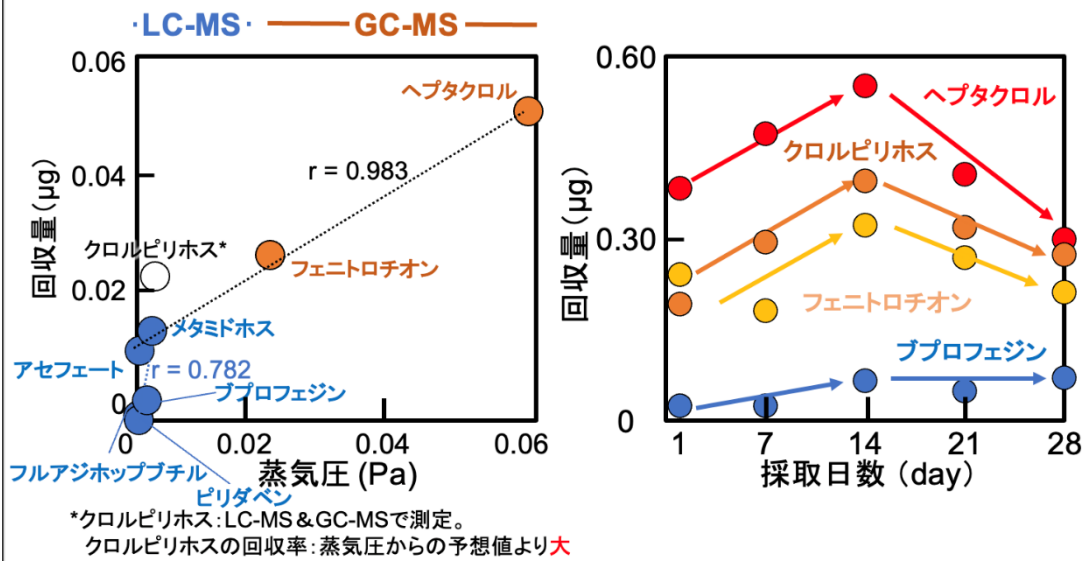


図3 Twisterによる農薬保持特性 (密閉恒温槽内, 30°C)

▶ 室内実験の結果



蒸気圧 vs. 回収量: **相関有** ▶ **ウェアラブルサンプラー**としての有用性
 採取日数と共に**増加**

図4 Twisterによる大気中濃度の保持特性と採取日数との関係