

令和5年度厚生労働行政推進調査事業費補助金
(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業)
令和3年度～令和5年度 総合研究報告書

たばこ製品から発生する有害成分と室内の汚染に関する研究

研究分担者 戸次 加奈江 国立保健医療科学院

研究要旨

近年、国内で幅広く使用される加熱式たばこは、フレーバーなどの添加物を使用した多種多様な銘柄が販売され、主流煙中の成分においても従来の紙巻たばことは異なる特徴が報告されている。これらは、加熱式たばこの副流煙や喫煙者の呼気を介して環境中へ放散され、室内汚染を引き起こす可能性も懸念されている。そこで本研究では、はじめに、これまで主流煙中からの検出が報告され有害性が指摘されているフラン類とピリジン類¹⁾を対象に副流煙中の濃度を調べることにした。また、たばこ煙中での有害性が懸念される他の成分として、燃焼を主な発生源とするイソシアン酸やメチルイソシアンネートなどのイソシアンネート化合物は、刺激性や感作性が強く、アレルギー性疾患や神経系への影響を及ぼすことが報告されている。そこで本研究では、国内で販売される新型たばこを対象に、副流煙中の有害成分の含有量を明らかにすると共に、主流煙からのイソシアンネートの発生量及び室内の環境調査を行うことで、たばこ製品から発生する有害成分と室内汚染の影響を調べることにした。本研究結果より、新型たばこから発生するイソシアンネートは、加熱温度により発生量が変動するものの、銘柄間での組成の違いは殆ど無いことが確認された。一方で、加熱及び燃焼温度の上昇に伴い分子量の大きなイソシアンネートの発生量が増加する傾向にあり、検出されたイソシアンネートのうち、特に、紙巻たばこを使用する住宅では、ICA の他、MIC が比較的多く検出される傾向にあった。このような特徴は、イソシアンネートの室内濃度にも影響していることが、室内環境調査の結果から明らかとされ、紙巻たばこを使用する住宅では、ICA と MIC いずれも I/O 比が高値を示す傾向にあった。そのため、イソシアンネートが受動喫煙の健康リスク因子の一つとなる可能性も示唆された。

A 目的

近年、国内で幅広く使用される加熱式たばこは、フレーバーなどの添加物を使用した多種多様な銘柄が販売され、主流煙中の成分においても従来の紙巻たばことは異なる特徴が報告されている。これらは、加熱式たばこの副流煙や喫煙者の呼気を介して環境中へ放散され、室内汚染を引き起こす可能性も懸念されている。そこで本研究では、はじめに、これまで主流煙中からの検出が報告され有害性が指摘されているフラン類とピリジン類¹⁾を対象に副流煙中の濃度を調べることにした。また、たばこ煙中での有害性が懸念される

他の成分として、窒素元素を含むイソシアン酸やメチルイソシアンネートなどのイソシアンネートは、刺激性や感作性が強く、アレルギー性疾患や神経系への影響を及ぼすことが報告されており、主な発生源としては、自動車などの燃料燃焼や廃棄物燃焼²⁾、喫煙などが主な発生源として知られている。そこで本研究では、国内で販売される新型たばこを対象に、副流煙中の有害成分の含有量を明らかにすると共に、主流煙からのイソシアンネートの発生量及び室内の環境調査を行うことで、たばこ製品から発生する有害成分と室内汚染の影響を調べることにした。

B 方法

B.1 副流煙中の有害成分の分析

B.1.1 個体捕集カートリッジの作製

Tenax GR (GL サイエンス社製) 20 mg をポリエチレン製カートリッジ (Rezorian tube, 1 mL) に充填し、予め酢酸エチル、メタノール各 10 ml を通液し洗浄した後、窒素ガス 2L を通気し乾燥させ、捕集まで冷暗所にて保管した。

B.1.2 副流煙の捕集及び分析

副流煙の捕集は、稲葉らによる令和 2 年度厚労科研報告書³⁾における手法を用いて行った。具体的には、自動喫煙装置 (Borgwaldt Technik GmbH 製, LM4E) で加熱式たばこを吸引し、その際、デバイスやスティックの先端部分から発生する煙を専用の捕集管を用い、流速 1 L/min で吸引しながら捕集した。捕集には、フィッシュテール、CFP、Tenax GR カートリッジ、インピンジャーを設置し、フィッシュテールと CFP からは主に粒子状成分を、Tenax GR カートリッジとインピンジャーでガス成分を捕集した。捕集後は、Tenax GR カートリッジ及び CFP を有機溶媒で抽出し、フィッシュテール及びインピンジャーで採取した試料はそのまま分析に供した。捕集管等の接続に使用した捕集チューブも有機溶媒で洗い流し分析に使用した。また本研究では、多くの夾雑成分を含むたばこ主流煙を対象に微量成分も含めた 21 成分の分析を行うため、高感度高選択性の高い GC-MS/MS の MRM モードにより分析した⁴⁾。

B.2 加熱式たばこの主流煙に含まれるイソシアネートの分析

B.2.1 分析対象物質

本研究では、たばこ煙や環境中での検出頻度が高いイソシアネート 5 種を分析の対象とした。イソシアン酸 (ICA)、メチルイソシアネート (MIC)、

エチルイソシアネート (EIC)、プロピルイソシアネート (PIC)、フェニルイソシアネート (PHI)。

B.2.2 分析に使用したたばこ製品

本実験で使用した加熱式たばこは、glo Hyper+ (British American Tobacco), ploom X (日本たばこ産業株式会社), IQOS3 duo (Philip Morris), IQOS3 ILUMA (Philip Morris), NOS (IQOS3 duo 互換機), HITASTE (IQOS3 ILUMA 互換機) 及び標準の紙巻たばこ (3R4F) である。

B.2.3 たばこ主流煙の捕集及び分析

誘導体化剤ジブチルアミン (DBA) を保持させた陽イオン交換樹脂 (SCX) (Bond Elut, Agilent) に DBA-HCl を含浸させた石英繊維フィルター (CFP) を組み合わせたものを個体捕集材とし、自動喫煙装置に接続して、タバコ主流煙の捕集を行った。捕集する際、各種専用のたばこは、フィルターの通気孔を塞ぎ、Health Canada Intensive (HCI) 法⁵⁾に準拠して行った。また、デバイスごとの捕集条件を Table 1 に示す。

主流煙を固体捕集材に捕集した後、アセトニトリルで抽出し、イソシアネート DBA 誘導体を LC-MS/MS で分析した。得られた試料中のイソシアネート DBA 誘導体は、Bekki ら³⁾が報告する LC-MS/MS の分析条件に従い、選択反応モニタリングモード (SRM) により分析した。

Table 1 たばこ製品の捕集条件

	製品	吸煙時間	吸煙間隔	吸煙量	吸煙回数
		(s)	(s)	(mL)	(n)
(A)	glo Hyper+	2	16	55	12
(B)	ploom X	2	27	55	12
(C)	IQOS3 duo	2	30	55	12
(D)	IQOS3 ILUMA	2	16	55	12
(E)	NOS	2	16	55	12
(F)	HITASTE	2	16	55	12
(G)	3R4F (cigarette)	2	28	55	8

B.3 室内空気の捕集及び分析

ガラス繊維フィルターに誘導体化試薬 (ジブチル

アミン) を含浸した拡散サンプラー⁶⁾を屋内・屋外に7日間設置しサンプリングをした後、メタノール：硫酸：トルエン (=3 : 3 : 4) で液液抽出し濃縮したものを試料とし、イソシアネート誘導体をLC-MS/MSで分析した。

C 結果及び考察

C.1 副流煙中の有害成分の分析

フィッシュテール、CFP、Tenax GRカートリッジ、インピンジャーによりglo hyperの各銘柄の専用スティックから発生する副流煙を捕集し、GC-MS/MSで各成分を分析した結果をTable 1に示す。対象としたフラン類及びピリジン類、メンソールなどの殆どがカートリッジで比較的多く捕集され、ガス状のものが多く含まれていることが確認された。一方で、ニコチンは、フィルターで検出された他、フィッシュテールからも吸着したものが検出され、稲葉らの報告³⁾と同様に主に粒子状で存在することが確認された。また、検出された成分は、銘柄によって傾向がことなっていたことから、フレーバーに由来しているものと予想された。検出された成分の中でも、フラン類に該当するフルフラールについては、吸入により接取することで、頭痛、めまい、吐き気などの中毒症状を示す可能性が指摘されており、ACGIH (アメリカ合衆国産業衛生専門官会議) では“動物実験で発がん性が認められた物質”としてA3に分類されている⁷⁾。2-フランメタノール及びピリジンについては、IARCにより“発がん性を示す可能性のあるもの”としてGroup 2Bに分類されている。さらに、3/4-EPは、ニコチン由来のガス状成分として、従来より、受動喫煙や三次喫煙に関する空気中のマーカー成分としても着目されている。こうした成分により、呼出煙や副流煙などによる室内汚染の影響や、受動喫煙による非喫煙者への曝露を引き起こす可能性が考えられた。

C.2 加熱式たばこ主流煙中のイソシアネート

対象としたイソシアネート5種のうち、加熱式たばこの主流煙からは、全ての成分が検出され、特にICA (50~1800 ng/stick) 及びMIC (3.5~720 ng/stick) の発生量が多い傾向にあった (Fig. 1)。製品ごとの発生量の違いは、使用した製品の加熱温度の違いが主に影響しているものと考えられ、専用スティックの違い等による影響はさほど大きく見られなかった。また、各製品の主流煙から検出された成分の組成は、いずれもほぼ同様の傾向が見られたが、加熱及び燃焼温度が高いもののほど、分子量の大きいイソシアネートの発生量が増える傾向にあった。また、これら各成分の発生量は、紙巻たばこに比べて大きく低減されていたものの、NOS (IQOS 互換機) や HITASTE (IQOS ILUMA 互換機) では殆ど同程度の発生量であった。

以上の様に、各種たばこ製品から発生するイソシアネートの量は異なるものの、習慣的な喫煙によって継続的に曝露される可能性があることから、イソシアネートが健康リスクの要因の一つとなる可能性が考えられた。

C.3 一般住宅における空気中イソシアネート濃度

2022年12月~2023年12月の1年間、関東に位置する4件の住宅で、拡散サンプラー⁴⁾毎月1回イソシアネートを測定し、を算出し、比較したところ (Fig. 2)、いずれの住宅からもICAとMICの室内外の濃度比 (I/O比) が1を超えるサンプルが検出された。これらは、室内の何らかの発生源が寄与しているものと考えられ、特に住宅Cでは、ICAとMICのI/O比が極端に高値となった。この要因として、住宅Cでは、喫煙者が室内で紙巻たばこを吸う習慣があったことから、喫煙が主に影響しているものと考えられた。

D 結論

本研究結果より，加熱式たばこの副流煙からもガスまたは粒子の形態でフラン類及びピリジン類等に関する成分が検出され，呼出煙や副流煙などによる室内への影響や，受動喫煙による非喫煙者への曝露を引き起こす可能性が考えられた。

また，新型たばこから発生するイソシアネートに関する調査結果からは，加熱温度によりイソシアネートの発生量変動するものの，銘柄間での組成の違いは殆ど無いことが確認された。一方で，加熱及び燃焼温度の上昇に伴い分子量の大きなイソシアネートの発生量が増加する傾向にあり，このような特徴は，イソシアネートの室内濃度にも影響していることが，環境調査の結果から明らかとなった。そのため，環境中のイソシアネートが受動喫煙の健康リスク因子として寄与している可能性が示唆された。

E 引用文献

1. Bekki K. et al., Environ Health Prev Med 2021, 26: 89.
2. Leanderson, P. Indoor air 2019, 29. 291-298
3. 稲葉洋平，戸次加奈江，牛山明，内山茂久. 令和2年度厚生労働行政推進調査事業費補助金. 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業「加熱式たばこなど新たなたばこ製品の成分分析と受動喫煙による健康影響の評価手法の開発」加熱式たばこの副流煙の捕集・分析法に関する検討. 分担研究報告書
4. Bekki K. et al., Anal. Bioanal. Chemistry 412, 2020.
5. Health Canada, Official method T-115, 1999.
6. 戸次加奈江，空気中の含窒素有機化合物に関するモニタリング手法の開発. 日本分析化学

会第72年会，講演要旨

7. フルフルール：GHS分類結果.
<https://www.nite.go.jp/chem/ghs/06-imcg-0914.html>.

F 研究発表

(国内学会)

1. 戸次加奈江，稲葉洋平，内山茂久，牛山明. たばこ製品から発生するイソシアネートの発生量と組成比較. 日本薬学会第143年会；2023. 3.26-28；札幌. 同講演集.
2. 戸次加奈江，稲葉洋平，内山茂久，牛山明. 新型たばこから発生するイソシアネートの分析. 第60回全国衛生化学技術協議会年会；2023. 11.9-10；福島. 同講演集
3. 戸次加奈江，稲葉洋平，楠瀬翔一，内山茂久，牛山明. たばこ製品に起因するイソシアネートと室内の汚染に関する研究. 日本薬学会第144年会；2024. 3.28-31；横浜. 同講演集 (論文)
1. Bekki K, Uchiyama S, Inaba Y, Ushiyama A. Analysis of furans and pyridines from new generation heated tobacco product in Japan. Environ Health Prev Med 2021, 26: 89.

G 知的財産権の出願・登録状況

なし

Table 1 Concentrations of chemical compounds detected in the sidestream smoke of HTPs using Tenax GR cartridge, CFP, fishtale and impinger (µg/stick) (n=3). n.d. means not determined.

µg/stick	Fresco Menthol					True Tobacco				
	cartridge	filter	fishtale	impinger	total	cartridge	filter	fishtale	impinger	total
Furans										
Furfural	6.2 ± 1.1	0.015 ± 0.0064	0.015 ± 0.012	0.018 ± 0.015	6.3 ± 1.1	5.2 ± 0.28	n.d.	0.013 ± 0.0024	n.d.	5.3 ± 0.28
Furfuryl Alcohol	10 ± 2.0	n.d.	n.d.	0.013 ± 0.012	10 ± 2.0	8.4 ± 0.38	n.d.	0.019 ± 0.021	n.d.	8.5 ± 0.38
2(5H)-furanone	0.19 ± 0.036	n.d.	n.d.	n.d.	0.19 ± 0.036	0.13 ± 0.0088	n.d.	n.d.	n.d.	0.14 ± 0.0083
5-methylfurfural	2.1 ± 0.47	0.066 ± 0.021	n.d.	n.d.	2.2 ± 0.48	1.8 ± 0.11	0.067 ± 0.024	n.d.	n.d.	1.9 ± 0.086
Pyridines										
Pyridine	0.72 ± 0.21	n.d.	n.d.	n.d.	0.73 ± 0.21	0.44 ± 0.042	n.d.	n.d.	n.d.	0.45 ± 0.043
2,6-Dimethylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.010 ± 0.0053	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2,5-Dimethylpyrazine	0.063 ± 0.017	n.d.	n.d.	n.d.	0.077 ± 0.015	0.029 ± 0.011	n.d.	n.d.	n.d.	0.042 ± 0.014
2-Ethenylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.010 ± 0.0053	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3-Ethylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
4-Ethenylpyridine	0.44 ± 0.069	0.10 ± 0.043	0.037 ± 0.016	n.d.	0.59 ± 0.10	0.37 ± 0.026	0.080 ± 0.016	0.054 ± 0.012	n.d.	0.51 ± 0.030
3-Ethenylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.018 ± 0.0028	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.012 ± 0.0012
2,3,5-Trimethylpyrazine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.019 ± 0.0071	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.016 ± 0.0046
Additives										
Benzyl Alcohol	0.95 ± 0.22	0.33 ± 0.052	0.010 ± 0.0069	n.d.	1.3 ± 0.27	0.038 ± 0.028	0.035 ± 0.021	n.d.	0.025 ± 0.0072	0.10 ± 0.033
Linalol	0.010 ± 0.0087	n.d.	n.d.	n.d.	0.021 ± 0.010	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.012 ± 0.0053
Menthol	130 ± 19	13 ± 2.8	0.031 ± 0.014	0.65 ± 0.58	150 ± 21	3.3 ± 1.2	0.61 ± 0.034	0.014 ± 0.018	1.3 ± 0.29	5.3 ± 1.5
4-Ethyl guaiacol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eugenol	n.d.	n.d.	n.d.	0.017 ± 0.011	0.033 ± 0.021	n.d.	0.012 ± 0.0081	n.d.	0.013 ± 0.0031	0.041 ± 0.0064
Others										
Nicotine (mg/stick)	0.48 ± 0.079	56 ± 12	3.0 ± 0.065	n.d.	60 ± 12	0.19 ± 0.29	35 ± 3.2	2.9 ± 0.45	n.d.	39 ± 3.7
µg/stick	Freeze Menthol					Fluorescent Citrus				
	cartridge	filter	fishtale	impinger	total	cartridge	filter	fishtale	impinger	total
Furans										
Furfural	4.3 ± 0.67	n.d.	0.018 ± 0.011	n.d.	4.3 ± 0.67	6.1 ± 1.5	0.021 ± 0.0051	0.035 ± 0.0072	0.012 ± 0.00085	6.1 ± 1.5
Furfuryl Alcohol	8.0 ± 1.0	n.d.	n.d.	n.d.	8.0 ± 1.0	11 ± 3.0	0.035 ± 0.038	0.014 ± 0.0028	0.010 ± 0.0029	11 ± 3.0
2(5H)-furanone	0.15 ± 0.021	n.d.	n.d.	n.d.	0.15 ± 0.022	0.18 ± 0.053	n.d.	n.d.	n.d.	0.18 ± 0.053
5-methylfurfural	1.5 ± 0.22	0.045 ± 0.0067	n.d.	n.d.	1.6 ± 0.21	2.3 ± 0.66	0.053 ± 0.0089	n.d.	n.d.	2.4 ± 0.67
Pyridines										
Pyridine	0.42 ± 0.059	n.d.	n.d.	n.d.	0.42 ± 0.056	0.67 ± 0.20	n.d.	n.d.	n.d.	0.67 ± 0.20
2,6-Dimethylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.010 ± 0.0025	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.015 ± 0.0046
2,5-Dimethylpyrazine	0.049 ± 0.012	n.d.	n.d.	n.d.	0.071 ± 0.011	0.034 ± 0.021	n.d.	n.d.	n.d.	0.050 ± 0.024
2-Ethenylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3-Ethylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
4-Ethenylpyridine	0.39 ± 0.064	0.075 ± 0.0051	0.044 ± 0.020	n.d.	0.51 ± 0.049	0.40 ± 0.076	0.079 ± 0.0091	0.052 ± 0.016	n.d.	0.54 ± 0.079
3-Ethenylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.014 ± 0.0057	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.014 ± 0.0054
2,3,5-Trimethylpyrazine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.017 ± 0.0028	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.011 ± 0.0025
Additives										
Benzyl Alcohol	n.d.	0.019 ± 0.016	0.020 ± 0.015	n.d.	0.054 ± 0.030	0.014 ± 0.019	0.034 ± 0.0051	0.017 ± 0.018	0.023 ± 0.0054	0.090 ± 0.029
Linalol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.014 ± 0.0018	0.041 ± 0.045	n.d.	n.d.	n.d.	0.054 ± 0.054
Menthol	100 ± 20	9.7 ± 0.61	0.051 ± 0.016	0.42 ± 0.22	110 ± 20	100 ± 19	7.2 ± 0.42	0.071 ± 0.073	1.2 ± 0.13	110 ± 19
4-Ethyl guaiacol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eugenol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.026 ± 0.0049	0.013 ± 0.014	n.d.	n.d.	n.d.	0.034 ± 0.016
Others										
Nicotine (mg/stick)	0.25 ± 0.043	27 ± 2.9	2.5 ± 0.38	n.d.	30 ± 3.3	1.7 ± 0.33	40 ± 9.2	2.3 ± 0.32	n.d.	44 ± 9.8
µg/stick	Tropical Swirl					True Berry Boost				
	cartridge	filter	fishtale	impinger	total	cartridge	filter	fishtale	impinger	total
Furans										
Furfural	4.3 ± 0.62	0.014 ± 0.011	n.d.	0.010 ± 0.0028	4.4 ± 0.62	4.1 ± 0.70	n.d.	n.d.	n.d.	4.1 ± 0.70
Furfuryl Alcohol	9.2 ± 1.0	0.010 ± 0.0038	0.011 ± 0.015	n.d.	9.3 ± 1.0	8.0 ± 0.69	n.d.	n.d.	0.013 ± 0.0046	8.0 ± 0.69
2(5H)-furanone	0.14 ± 0.014	n.d.	n.d.	n.d.	0.14 ± 0.015	0.14 ± 0.017	n.d.	n.d.	n.d.	0.14 ± 0.017
5-methylfurfural	1.7 ± 0.18	0.054 ± 0.014	n.d.	n.d.	1.7 ± 0.18	1.2 ± 0.23	0.049 ± 0.020	n.d.	n.d.	1.3 ± 0.25
Pyridines										
Pyridine	0.44 ± 0.073	n.d.	n.d.	n.d.	0.44 ± 0.073	0.44 ± 0.044	n.d.	n.d.	n.d.	0.45 ± 0.040
2,6-Dimethylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.010 ± 0.0013
2,5-Dimethylpyrazine	0.023 ± 0.0071	n.d.	n.d.	n.d.	0.037 ± 0.011	0.053 ± 0.010	n.d.	n.d.	n.d.	0.059 ± 0.014
2-Ethenylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3-Ethylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
4-Ethenylpyridine	0.36 ± 0.040	0.096 ± 0.0040	0.062 ± 0.011	n.d.	0.52 ± 0.038	0.37 ± 0.026	0.10 ± 0.0079	0.052 ± 0.0074	n.d.	0.52 ± 0.027
3-Ethenylpyridine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.011 ± 0.0092	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.018 ± 0.0041
2,3,5-Trimethylpyrazine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.013 ± 0.0071	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.010 ± 0.0035
Additives										
Benzyl Alcohol	0.041 ± 0.011	0.071 ± 0.014	0.026 ± 0.012	n.d.	0.14 ± 0.034	0.18 ± 0.055	0.064 ± 0.0095	0.012 ± 0.0064	0.023 ± 0.016	0.28 ± 0.053
Linalol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.017 ± 0.0043	0.015 ± 0.0036	n.d.	n.d.	n.d.	0.028 ± 0.0042
Menthol	74 ± 3.1	6.9 ± 1.4	0.034 ± 0.0078	0.94 ± 0.47	81 ± 3.4	86 ± 7.7	8.9 ± 0.66	0.048 ± 0.044	1.1 ± 0.44	97 ± 7.6
4-Ethyl guaiacol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eugenol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.021 ± 0.016	n.d.	0.014 ± 0.022	n.d.	n.d.	0.031 ± 0.025
Others										
Nicotine (mg/stick)	1.2 ± 0.38	35 ± 4.5	2.1 ± 0.72	0.010 ± 0.0072	39 ± 4.9	n.d.	18 ± 5.5	1.7 ± 0.39	0.011 ± 0.0034	20 ± 5.9

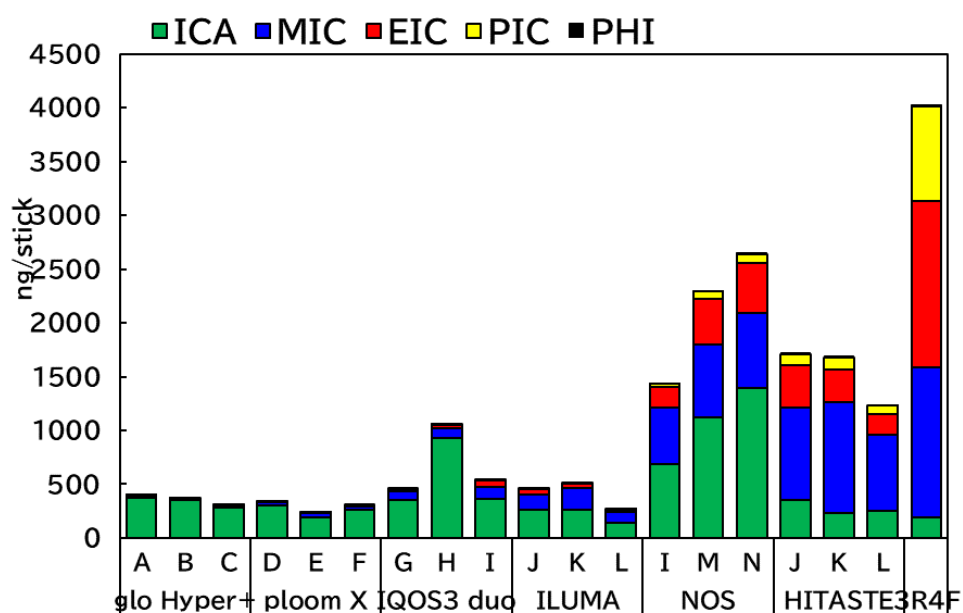


Fig. 1-A 加熱式タバコ主流煙中のイソシアネート濃度.

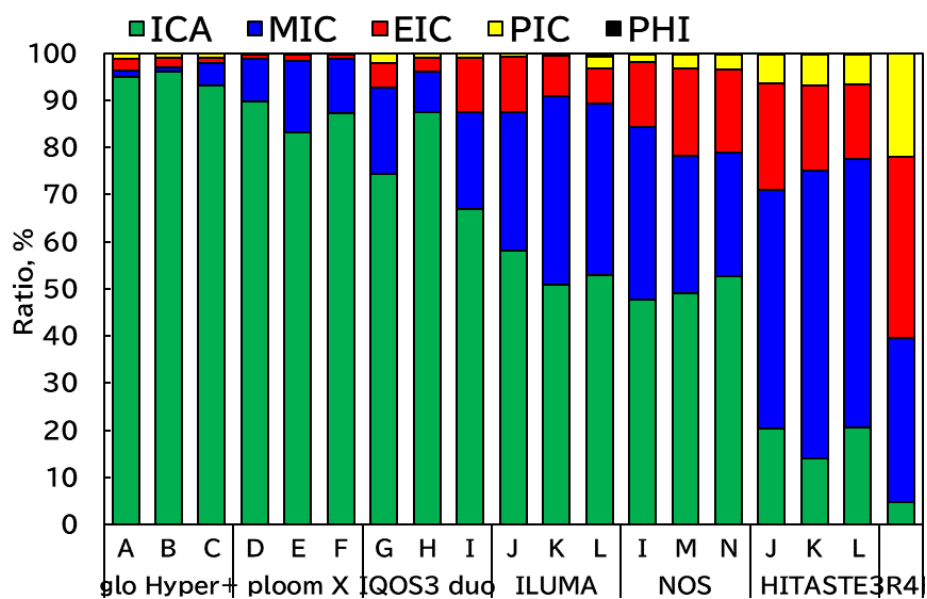


Fig. 1-B 加熱式タバコ主流煙中のイソシアネートの組成. (たばこ専用ステック銘柄 A: true menthol, B: true berry boost, C: brilliant berry, D: menthol purple, E: menthol yellow, F: menthol green, G: regular, H: menthol, I: purple menthol, J: regular (TEREA), K: menthol (TEREA), L: tropical (TEREA), M: yellow menthol, N: tropical menthol, 3R4F: 標準たばこ (紙巻たばこ))

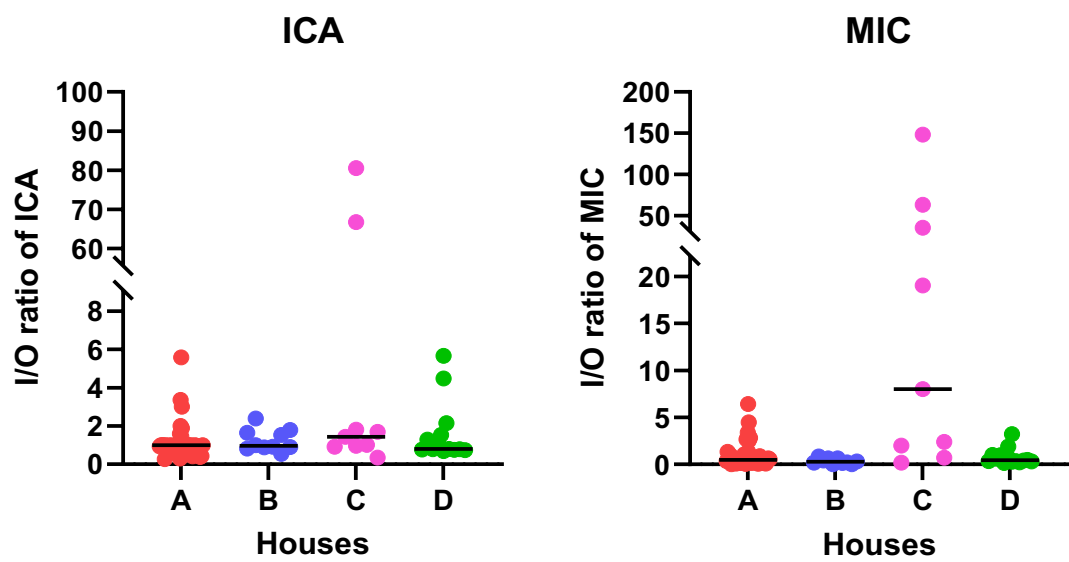


Fig. 2 一般住宅 ICA 及び MIC の I/O 比