

201313067B

厚生労働科学研究費補助金

第3次対がん総合戦略研究事業

たばこ規制枠組条約に基づいた
有害化学物質の規制によるたばこ対策研究

(H24-3次がん-若手-007)

平成24年度～25年度 総合研究報告書

研究代表者 稲葉 洋平

平成26(2014)年3月

目 次

I.	総合研究報告	
	たばこ規制枠組条約に基づいた有害化学物質の規制によるたばこ対策研究	1
	稲葉洋平	
II.	研究成果の刊行に関する一覧表	25

I. 総合研究報告

厚生労働科学研究費補助金（第3次対がん総合戦略研究事業）
総合研究報告書

たばこ規制枠組条約に基づいた有害化学物質の規制によるたばこ対策研究

研究代表者 稲葉 洋平 国立保健医療科学院

研究要旨

2011年のLancet「日本特集号」の中で、日本の予防可能な最大の危険因子は、「喫煙」であると示された。現在、我が国は、国際条約である「たばこ規制枠組条約（FCTC）」を批准し、国内法として健康日本21、健康増進法、がん対策基本法に基づいてたばこ対策を進めている。しかし、我が国のたばこ製品への規制は、対策が進んでいる諸外国と比較すると遅れており、海外では有害性が警告されている「メンソールカプセルたばこ」などが販売される状況にある。2013年8月には無煙たばこのSNUS、同12月には、たばこ葉を加熱し蒸気成分を吸い込む「Ploom」が販売されるなど、新製品の発売時に有害化学物質の規制に関する法整備はされていない。さらに、たばこ製品のたばこ葉と煙中には、喫煙者と受動喫煙者にとって有害な成分が含有されているが、これらの有害化学物質の規制の検討についても一切行われていない。以上の課題を解決する方法として、FCTCの第9条「たばこ製品の含有物に関する規制」と第10条「たばこ製品についての情報開示に関する規制」に基づいて、研究・対策を実行することが有効とされている。これにより、たばこ製品の有害化学物質の規制・含有量を含めた情報開示が行われ、たばこ製品の有害性の評価、喫煙者・受動喫煙者の健康影響の低減が可能になり、新規たばこ製品の抑制になることも期待される。FCTC締約国会議（COP）は、FCTCの9、10条を推進するためには、まず、たばこ製品中の有害化学物質を分析する手法（標準作業手順書：SOP）を確立することが急務であるとした。そこで世界保健機関（WHO）は、世界各国の公衆衛生機関の参加によって、たばこ研究室ネットワーク（WHO TobLabNet）を組織し、SOP作成を行っている。

これまでに本研究班は、国内で唯一WHOたばこ研究室（TobLabNet）に参加し、SOP作成を行ってきた。本研究期間では、たばこ主流煙中ベンゾ[a]ピレンとたばこ葉中グリセロール類のラウンドロビン研究を行った。また、たばこ主流煙中のカルボニル類と揮発性有機化合物（VOC）の同時分析法を開発し、これらの成果を2013年7月にジュネーブで行われた技術部会で報告し、続いて2014年3月には、オランダRIVMで「主流煙中のカルボニル類及びVOC分析法の技術研修会」が本研究班とTobLabNetの合同開催で行われた。現在、TobLabNetとともに本法のSOP草案を作成している。並行して国産たばこ銘柄中のたばこ葉中グリセロール類と主流煙中多環芳香族炭化水素類（PAH）とカルボニル類とVOC類の分析を行った。主流煙カルボニル類及びVOC類はHCI法で捕集した量がISO法で捕集した値よりも高かった。また、たばこ製品中の自然放射性核種のポロニウム-210（Po-210）の分析を行った。海外の先行研究と比較すると我が国たばこ銘柄1本あたりのPo-210量が高いことが分かった。最後に、主流煙及び副流煙中のPo-210分析法の確立を行った。副流煙については、更なる改良が必要であった。

国内で最大の健康阻害要因であるたばこに関して、その有害性成分の調査研究を継続して積み重ねていくことは、たばこ製品の規制に直結する。さらに、このことが我が国の喫煙率の低下に寄与し、がん予防対策になる。

研究分担者	所属施設名
稲葉洋平	国立保健医療科学院
内山茂久	国立保健医療科学院
緒方裕光	国立保健医療科学院
樺田尚樹	国立保健医療科学院
鈴木 元	国際医療福祉大学
井埜利博	群馬パース大学

研究協力者	所属施設名
大久保忠利	国立保健医療科学院
伊豆里奈	千葉大学 工学部
小林明莉	東京薬科大学 生命科学部

A. 研究目的

これまでのたばこ対策

たばこ対策は、古くは1900年に施行された「未成年喫煙防止法」から始まっている。この法律は、満20歳未満の喫煙を禁止しており、改正を重ねて現在も運用されている。その後、1900年代に入ってから、紙巻たばこが世界的に流行した。1962年に英国王立内科学会と1964年に米国公衆衛生総監がそれぞれ、「喫煙と健康」に関する報告書を公表した。それ以後、我が国においてもたばこ対策が推進され、2000年には、21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）において、「喫煙が及ぼす健康影響についての知識の普及」、「未成年の喫煙をなくす」「公共の場や職場での分煙の徹底、及び、効果の高い分煙についての知識の普及」「禁煙希望者に対する禁煙支援についての設定」について目標設定を行った。2003年には、健康日本21をさらに推進するため、健康増進法が施行され、「多数の者が利用する施設を管理する者は、これらを利用する者について、受動喫煙を防止するために必要な措置を講ずるように努めなければならない」と記された。2005年に、我が国は、「たばこの規制に関する世界保健機関枠組条約」（WHO Framework Convention on Tobacco Control：FCTC）を批准し、締約国となった。この条約は、たばこによる健康影響を減じるための様々な対策が提案されており、締約国はこの枠組みとガイドラインに基づいてたばこ対策を協力に推進している。このFCTC批准後、厚生労働省は、2010、2012年の2度にわたり受動喫煙について健

康局長通知を出した。さらに2013年から開始された健康日本21（第2次）において、数値目標が設けられた。その数値目標は、成人の喫煙率が12%（2022年）、未成年の喫煙率が0%（2022年）、妊娠中の喫煙率が0%（2014年）、そして受動喫煙の防止では、行政機関と医療機関が0%（2022年）、家庭が3%（2022年）、飲食店が15%（2022年）、職場が受動喫煙の無い職場の実現となっている。また、FCTCは、たばこの消費、および受動喫煙が健康、社会、環境、および経済に及ぼす破壊的な影響から、現在、および将来の世代を保護することを目的とし、包括的なたばこ対策の条文が記述されており、それに対応したガイドラインも作成している。我が国においても、たばこによる健康影響を減じるために、これに対応した施策を行ってきた。また、各自治体独自のたばこ対策も行われており、2010年には神奈川県が「受動喫煙防止条例」を施行している。さらに、公共交通機関、タクシーにおいても喫煙が禁止となってきており、「分煙」から「禁煙」への移行が進みつつある。現在、上記たばこ対策の成果もあって我が国の喫煙率は、ここ数十年でみると低下が進んでおり、平成24年度国民健康・栄養調査では20.7%となった。さらに国民皆保険達成50年を記念した2011年のLancet「日本特集号」の中で、日本の予防可能な最大の危険因子は、「喫煙」であると示された。特に喫煙の健康への悪影響が高齢層で蓄積しつつあり、喫煙関連の死亡率が最近数十年で増加傾向にある可能性も指摘された[1]。

たばこ製品規制に基づいたたばこ対策

これまでに実施されたたばこ対策と異なり対応が進んでいないものもある、第9、10条「たばこ製品の規制と情報開示」では、たばこの依存と有害性の原因である製品中の有害化学物質量の規制について対策が望まれている。第11条「たばこ製品の包装、およびラベル」では、よりたばこ製品の有害性が明確に理解できる対策が望まれている。我が国のたばこ製品に対する規制は、対策が進んでいる諸外国と比較すると遅れており、未だに「メンソールカプセルたばこ」などの新規製品が販売される状況にある。さらに、たばこ製品のたばこ葉と煙中には、喫煙者と受動喫煙者にとって有害

な化学物質が含有されているが、これらの有害化学物質の規制の検討についても一切行われていない。また新製品の発売は、特段審査が行われることもなく、販売に至っている。FCTC の第 9, 10 条に基づいて、研究・対策を実行することが有効とされている。これにより、たばこ製品の有害化学物質の規制・含有量を含めた情報開示が行われ、たばこ製品の有害性の評価、喫煙者・受動喫煙者の健康影響の低減が可能になり、新規たばこ製品の抑制になることも期待される。FCTC 締約国会議 (COP) は、FCTC の 9, 10 条を推進するためには、まず、たばこ製品中の有害化学物質を分析する手法 (標準作業手順書: SOP) を確立することが急務であるとした。そこで世界保健機関 (WHO) は、世界各国の公衆衛生機関の参加によるたばこ研究室ネットワーク (WHO TobLabNet) を組織し、SOP 作成を行っている。

TobLabNet は、市販されているたばこのタール・ニコチン表示量は、International Organization for Standardization (ISO) が定める ISO 法で測定された結果であり、実際の喫煙者及び受動喫煙者の曝露状況を示したものではないと考え、これを採用したカナダ保健省が提案する喫煙法 (HCI 法) が比較的ヒトの喫煙行動に近いと考え SOP を作成した[2]。さらに TobLabNet では、たばこ葉及び主流煙中の有害化学物質の分析法確立も同時に行っている[3]。本研究班は、この TobLabNet に参加し、FCTC 参加各国の技術向上を推進している。

実際に我が国では、国産たばこの煙、たばこ葉中の発がん物質をはじめとする有害化学物質量のデータが少なく、喫煙者、受動喫煙者の有害化学物質曝露量の実態報告も少数に留まる現状である。

そこで、本研究班は TobLabNet に参加し、

1. WHO が指定するたばこ製品由来の有害化学物質の分析法を確立することを目的として、ラウンドロビン研究を行った。本研究期間では、主流煙中のベンゾ[a]ピレンとたばこ葉中のグリセロールのラウンドロビン研究を行った。
2. WHO から分析法と SOP 作成が期待される主流煙中のカルボニル類、揮発性有機化合物の分析法の開発と技術研修会の開催を行った。
3. WHO との共同研究をもとに確立した有害化

学物質の分析法を利用し、国産たばこ銘柄、個人輸入たばこ銘柄のたばこ葉、主流煙の分析を行った。

B. 研究方法

1. WHO TobLabNet ラウンドロビン研究

－たばこ主流煙中ベンゾ[a]ピレンの分析－

たばこ試料 5 種類 (標準たばこ 3R4F, 同 1R5F, 同 CM6, Marlboro Red 及び GITANES) の主流煙中ベンゾ[a]ピレン (BaP) の分析を実施した。BaP は、たばこの燃焼によって発生する多環芳香族炭化水素 (PAH) の中でも発がん性が強く国際がん研究機関 (IARC) の発がん性リストのグループ 1 に分類されている。たばこ主流煙捕集は ISO 法 (国際標準化機構推奨の機械喫煙法) 及び HCI 法 (カナダ保健省提案の機械喫煙法) の両手法で行い、たばこ銘柄毎に 1 日あたりの捕集回数は、ISO 法が 4 回、HCI 法が 6 回とし、7 日間抽出・分析を行った。なお、BaP 分析はガスクロマトグラフ/質量分析計 (GC/MS) で実施した。

－たばこ葉中グリセロール類の分析－

たばこ試料 8 種 (標準たばこ 1R5F, 同 3R4F, 同 CM6, 市販たばこ Marlboro Full Flavor, 同 American Spirit, 同 Sample 1 (Low), 同 Sample 2 (High), 同 Sample Blank) のたばこ葉 (cigarette tobacco filler) 中のグリセロール類 3 種 (propylene glycol, glycerol, triethylene glycol) の抽出・分析を行った。なお、グリセロール類の分析は GC/MS で実施した。

2. たばこ主流煙に含まれる揮発性有機化合物およびカルボニル化合物の同時分析

たばこ主流煙に含まれる揮発性有機化合物 (VOCs) やカルボニル化合物には発がん性物質が含まれており人への影響が懸念される。人への健康影響を評価するためには、これらの物質の測定が重要であるが、同時に測定した報告はない。また、今までの分析法では、溶液捕集法によりたばこから発生する VOCs, カルボニル化合物を個別に分析していた。しかし、この方法は操作が煩雑であり、低濃度の物質を測定できない欠点もある。そこで、本研究ではカーボンモレキュラーシー

ブス Carboxen 572 (CX-572) を用いた固体捕集法により、国産市販たばこ 10 銘柄とたばこ類似品であるネオシーダーについて VOCs とカルボニル化合物の同時測定を行い、発生量を検討した。また、2012 年 7 月にジュネーブで行われた技術部会で報告し、続いて同 11 月には、国立保健医療科学院で「主流煙中のカルボニル類及び VOC 分析法の技術研修会」が本研究班と TobLabNet の合同開催で行われた (US-CDC, China-CDC, Netherlands-RIVM, Canada-Labstat など 9 研究機関から 14 名の参加)。さらに 2014 年 3 月にも Netherlands-RIVM で技術研修会を開催した。

3. 国産たばこ銘柄に含まれる有害化学物質の分析

－個人輸入たばこの PAH 類の分析－

2010 年に国内たばこ製品が大幅に値上げされたことで、日本よりも安価な海外産のたばこ製品を、個人でインターネットを利用して購入することが行われるようになった。これらたばこ製品は、必ずしも国内販売品と同一の原材料や製法での製品であるとは限らないため、使用した場合の喫煙者への健康影響も未知数となる。そこで、国内で販売されている製品と同一銘柄の海外産たばこ製品を上記と同様の手段で購入し、多環芳香族炭化水素類 (polycyclic aromatic hydrocarbons : PAH) の含有量測定法を確立した後に、各銘柄の PAH 測定を行った。

－メンソールたばこの PAH 類の分析－

現在、我が国の低タール・低ニコチン量のたばこの販売量は全体の 1/4 に、またメンソールたばこの販売量も全体の 20% を占めている。メンソールは通常のたばこの刺激を軽減するため、喫煙の開始時期にメンソールたばこを好んで使用する喫煙者が多い。米国では、「メンソールたばこの排除が米国の公衆衛生に有益である」と勧告された[4]。さらに最近ではメンソールカプセルをたばこ吸い口に封入した「メンソールカプセルたばこ」が販売され、たばこへの依存性が増大するなどの警告がされている[5]。この報告を受け、独国では、メンソールカプセルたばこの販売は許可されなかった。そこで、本研究ではメンソールたばこのヒト

への健康影響を評価するため、国内販売 11 銘柄の主流煙中多環芳香族炭化水素類 (polycyclic aromatic hydrocarbons : PAH) 含有量 (9 種) の測定を行った。

－国産たばこ 8 銘柄中のグリセロール類の分析－前掲の「WHO TobLabNet ラウンドロビン研究－たばこ葉中グリセロール類の分析－」の手法を一部改良して、国産たばこ葉中グリセロール類測定法の確立を行い、国産たばこ 8 銘柄 (MEVIUS 製品 5 銘柄, Seven Stars, echo 及びわかば) の測定を実施した。なお、グリセロール類の分析は GC/MS で実施した。

メンソールたばこ銘柄の葉中グリセロール類の分析

「国産たばこ銘柄の葉中グリセロール類の測定」で確立したグリセロール類測定法を用いて、メンソールたばこ 11 銘柄 (BEVEL 製品 2 銘柄, PIANISSIMO 製品 3 銘柄, VIRSINIA SLIM 製品 3 銘柄, Marlboro 製品 2 銘柄及び KOOL 製品 1 銘柄) の測定を実施した。

－国産たばこ 8 銘柄のたばこ葉中ポロニウム-210 の分析と主流煙及び副流煙中のポロニウム-210 分析法の確立－

たばこ葉中の有害因子として自然放射線核種由来のポロニウム (Po-210) が含まれると報告されている。これまでに我が国において、たばこ葉中のポロニウム分析例は少なく、 γ 線スペクトロメトリー法で Pb-210 を分析し Po-210 に換算したものが殆どであった。また、喫煙によって α 線を放出する Po-210 を体内に取り込むことで、内部ひばくによる健康影響が懸念されている。そこで本研究では、Po-210 の分析が可能な α 線スペクトロメトリー法を利用した国産たばこの Po-210 分析を行った。分析対象は標準たばこ 3 銘柄と国産たばこ 8 銘柄とした。たばこ葉中 Po-210 はマイクロウェーブ処理により有機物を分解し、Sr レジンラムにより単離した。得られた抽出液中の Po-210 はステンレスプレートに電着し、これを α 線スペクトロメトリーで分析した。さらに、平成 24 年度の厚生労働科学特別研究事業において確立したた

たばこ主流煙中 Po-210 分析法の問題点を改善し、たばこ煙捕集用フィルターの処理とガス成分の分析法の確立を目的とした。合わせて副流煙の分析法の確立も行った。

(倫理面への配慮)

本研究の研究対象は、たばこであり、喫煙者及び受動喫煙者の生体試料等は必要としない。

よって、倫理面への配慮を必要としない。

C. 結果及び考察

1. WHO TobLabNet ラウンドロビン研究

FCTC 第 9, 10 条に基づいて設立された専門部会は、たばこ製品に含まれる化学物質の分析法確立の優先順位を特定した。

たばこ葉：

- ニコチン
- アンモニア
- プロピレングリコール
- グリセロール
- トリエチレングリコール

たばこ主流煙

- 4-(メチルニトロソアミノ)-1-(3-ピリジル)-1-ブタノン (NNK)
- N'-ニトロソノルニコチン (NNN)
- アセトアルデヒド
- アクロレイン
- ベンゼン
- ベンゾ[a]ピレン
- 1,3-ブタジエン
- 一酸化炭素
- ホルムアルデヒド

上記化学物質の分析法を開発し、SOP を作成する WHO たばこ研究室ネットワーク (TobLabNet) は、これまでに、たばこ葉中ニコチン、たばこ主流煙中ニコチン、一酸化炭素、NNK、NNN のラウンドロビン研究を終了しており、本研究班も国内唯一の研究グループとして参加貢献してきた。

本研究期間において、たばこ葉中グリセロール類 (プロピレングリコール、グリセロール及びトリエチレングリコール) と主流煙中 BaP のラウンドロビン研究を終了した。各グリセロール類の濃度範囲 (mg/g, CTF) は、propylene glycol が 0.10-

6.76 (定量下限値以下が 1 試料), glycerol が 13.61-20.60 (定量下限値以下が 5 試料), triethylene glycol が 7.49 (1 試料のみ定量可能) であった。これら分析結果は、指定のデータシートに記載の上 TobLabNet 事務局に報告した。次に、BaP の濃度範囲 (ng/cig) は、ISO 法では 3R4F が 5.73-8.83, 1R5F が 1.26-1.79, CM6 が 11.5-12.7, Marlboro が 8.31-11.4 及び GITANES が 6.19-7.11 であった。HCI 法においては、3R4F が 13.2-16.6, 1R5F が 5.17-5.67, CM6 が 21.3-25.0, Marlboro が 15.0-18.3 及び GITANES が 15.5-16.9 であった。これら分析結果を、指定のデータシートに記載し WHO に報告した。今回の分析結果は TobLabNet 会議において、本ラウンドロビン研究の結果として発表され、今後は SOP の作成が行われる予定である。

2. たばこ主流煙に含まれる揮発性有機化合物およびカルボニル化合物の同時分析

これまでたばこ主流煙中の VOCs とカルボニル類分析は、インピンジャーを使用した液体捕集法が行われてきた。しかし、この手法は操作が煩雑であり、低濃度の物質を測定できない欠点もある。本研究班が開発した固体捕集法は、VOCs とカルボニル類の同時分析を可能にした (表 1,2)。VOCs では従来、ISO や CORESTA (たばこに関する国際的な情報交換機関) で測定されていた 1,3-ブタジエン、イソプレン、アクリロニトリル、ベンゼン、トルエンの 5 種類以外にもピークが検出され、それらの解析を行い、ピーク強度や有害性を考慮し、新たにフラン、2-メチルフラン、2,5-ジメチルフラン、ピリジン、エチルベンゼン、*o*-キシレン、*d*-リモネンの 7 種類を加えた成分を分析対象とした。さらに、CX-572 法は非常に感度が高く、操作が簡便であるので、1 本のたばこだけでなく、一服毎の測定も行った。国産市販たばこでは、今回新たに測定を行ったフラン、2-メチルフランなどのフラン類が従来測定を行っていたベンゼンとほぼ同じ割合を占めることが明らかになった。また、たばこ型の医薬品であるネオシーダーでは一般的なタバコと成分比が異なることがわかり、イソプレンの発生量は少ないが、発がん性物質であるベンゼン、フランなどの発生量が多いことが明らか

になった。このほか、一服ごとの分析により 1,3-ブタジエン、イソプレンなどのビニル基を持つ物質において二服目以降の発生量が一服目に比べて減少する傾向が見られるが、そのほかの VOCs、カルボニル化合物において、一服ごとの発生量はほぼ一定であることが明らかになった。

3. 国産たばこ銘柄に含まれる有害化学物質の分析

— 個人輸入たばこの PAH 類の分析 —

個人輸入たばこ主流煙中 PAH 含有量 (ng/cig) は、pyrene が 26.1–38.7 (ISO) 及び 48.5–70.1 (HCl), benz[a]anthracene が 11.9–16.6 (ISO) 及び 24.0–37.9 (HCl), chrysene が 10.2–18.8 (ISO) 及び 19.3–29.2 (HCl), benzo[b]fluoranthene が 5.0–7.7 (ISO) 及び 7.9–13.0 (HCl), benzo[k]fluoranthene が 1.2–1.8 (ISO) 及び 2.3–3.6 (HCl), BaP が 4.1–7.4 (ISO) 及び 7.3–11.1 (HCl) であった。また、各 PAH の HCl と ISO の比率 (HCl/ISO) の平均は、pyrene が 1.9 倍, benz[a]anthracene が 2.0 倍, chrysene が 1.8 倍, benzo[b]fluoranthene が 1.7 倍, benzo[k]fluoranthene が 2.0 倍, BaP が 1.7 倍となり、HCl が ISO の 2 倍弱の高値を示し、機械喫煙法による差が認められた。

— メンソールたばこの PAH 類の分析 —

全ての銘柄について PAH9 種中 6 種が検出・定量できた (表 3, 4)。ISO 法と HCl 法による主流煙中各 PAH 量は、pyrene が 1.6–25.2 ng (ISO) と 18.6–63.3 ng (HCl), benz[a]anthracene が 1.7–16.2 ng (ISO) と 14.9–42.7 ng (HCl), chrysene が 2.3–20.4 ng (ISO) と 6.1–47.7 ng (HCl), benzo[b]fluoranthene が 0.4–4.9 ng (ISO) と 4.2–8.9 ng (HCl), benzo[k]fluoranthene が 0.2–1.4 ng (ISO) と 1.3–4.6 ng (HCl), BaP が 0.6–7.8 ng (ISO) と 4.2–14.6 ng (HCl) となった。またたばこ銘柄毎の各 PAH の HCl 法と ISO 法による測定結果の比率 (HCl/ISO) は、pyrene が 1.8–17.3 倍, benz[a]anthracene が 2.6–12.2 倍, chrysene が 1.0–6.6 倍, benzo[b]fluoranthene が 1.8–10.9 倍, benzo[k]fluoranthene が 2.3–9.3 倍, BaP が 1.6–8.7 倍となり、喫煙法による差が認められた。

— 国産たばこ 8 銘柄中のグリセロール類の分析 —

新たに改良した手法 (たばこ葉 1 g/抽出溶液 25 mL) はラウンドロビン採用の手法 (4 g/50 mL) と同等の測定結果を得られた。また、本手法を用いた国産たばこ 8 銘柄の測定対象グリセロール類 3 種中 propylene glycol と glycerol の 2 種が定量でき、triethylene glycol はいずれの銘柄でも定量下限値以下であった (表 5)。Propylene glycol の濃度範囲は 2.50–3.00 mg/g, CTF であり、銘柄間での顕著な差は認められなかった。Glycerol の濃度範囲は 13.44–18.81 mg/g, CTF となり、Seven Stars, echo 及びわかばが他銘柄よりも若干高い値を示した。さらに、標準たばこ銘柄 3R4F (propylene glycol が 0.17 mg/g, CTF, glycerol が 20.36 mg/g, CTF) の測定結果と比較すると、国産たばこ銘柄は propylene glycol が 14.7–17.6 倍と高値であったが、glycerol が 0.66–0.92 倍と低値を示した。

— メンソールたばこ銘柄の葉中グリセロール類の分析 —

測定対象グリセロール類 3 種中 propylene glycol と glycerol の 2 種が検出・定量でき、triethylene glycol はいずれの銘柄でも定量下限値以下であった (表 6)。Propylene glycol の濃度範囲は 1.42–8.98 mg/g, CTF であり、銘柄間の最小値及び最大値で 5 倍近い顕著な差が認められた。Glycerol の濃度範囲は 10.39–33.20 mg/g, CTF となり、特に KOOL Boost 8 が 33.20 mg/g, CTF と他銘柄よりも 2 倍以上高い値を示したが、BEVEL Lights が検出下限値以下 (<LOQ) となり、広範な数値を示す結果であった。また、国産たばこ 8 銘柄と測定結果を比較検討したところ、国産たばこ 8 銘柄の propylene glycol 濃度 (mg/g, CTF) の平均値が 2.76 なのに対し、メンソールたばこ 11 銘柄の平均値は 5.63 と 2 倍以上の高値を示した (表 7)。Glycerol 濃度 (mg/g, CTF) は国産たばこ 8 銘柄が 16.26 となり、メンソールたばこ 11 銘柄が 15.17 と同程度の値となった。本研究で分析を実施した計 19 銘柄は、すべての銘柄においてグリセロール類が定量された。一方で、ハモンドらがカナダ産たばこの報告によると 9 割近くが定量下限値以下であった。以上のことから、我が国のたばこ製品の規制が遅れている

ことが分かった。今後は、たばこ製品の規制を進める必要がある。

－国産たばこ 8 銘柄のたばこ葉中ポロニウム-210 の分析と主流煙及び副流煙中のポロニウム-210 分析法の確立－

平成 24 年度に確立した分析法を用いて、たばこ葉中の Po-210 の分析 (mBq/本) を行ったところ、標準たばこ 3 銘柄の平均値は、 11.3 ± 4.9 mBq/本であった (表 8, 9)。また、国産たばこ銘柄 1 本当たりの Po-210 は、MEVIUS Super Lights の 15.5 ± 0.39 mBq からわかばの 25.7 mBq の範囲となり、8 銘柄の平均値が 19.3 ± 3.8 mBq となった。この平均値は、新版生活環境放射線 (国民線量の算定) [6] にまとめられたたばこ一本あたりの Po-210 の値の算術平均 (14.2 mBq, 定量範囲; $9.3 - 23.5$ mBq) と比較すると高値であった。今後は、海外たばこ銘柄との比較も行う計画である。さらに、主流煙及び副流煙中の Po-210 の濃度実態を調査することによって、我が国のたばこ製品中の Po-210 の健康影響への寄与が解明できると考えている。

次に、たばこ煙は、粒子成分とガス成分をそれぞれ捕集し、マイクロウェーブ処理を行い、Sr レジンカラム抽出、電着後、 α 線スペクトロメトリーで測定を行う手法を確立した。国産たばこ 3 銘柄についてたばこ主流煙 Po-210 の分析を行ったところ、全ての銘柄で Po-210 が検出された (表 10)。しかし、Meivius One の ISO 法で捕集した試料は、定量下限値以下であった。また、ガス成分も定量下限値以下であった。次に、副流煙の粒子成分に含まれる Po-210 は、ISO 法および HCl 法ともに 3 銘柄で定量され、 $5.5 - 9.3$ mBq/本であった (表 11)。なお、主流煙の分析結果と異なり、副流煙の分析結果は喫煙法によって大きく変動しなかった。副流煙のガス成分も主流煙のガス成分と同様に Po-210 はフィルターにほとんどが捕集される可能性が高い。今後は、副流煙のフィッシュテール部の分析法の開発を行う。さらに分析するたばこ銘柄数を増やし、我が国で販売されるたばこ銘柄から発生するたばこ煙の Po-210 に関する実態調査を行う計画である。また、海外産たばこ銘柄の分析を行うことによって、我が国のたばこ銘柄の製品

規制について検討する必要があると考えている。

4. 今後のたばこ製品規制のあり方について

McNeill らは、世界のたばこ製品規制について表 12 に示した [7]。「害と毒性の規制」では、主流煙中のタール・ニコチン・一酸化炭素量の制限、低燃焼性のたばこの販売、販売禁止などの対策が実施され、「誘引性の規制」では、添加物と成分の制限、化学物質の分析試験と情報の開示が義務付けられている。このように世界では、様々な視点からたばこ製品規制が行われている。現在、本研究班が WHO TobLabNet と進めているたばこ製品の有害化学物質分析法の標準化と国産たばこ銘柄のたばこ葉及び主流煙中の有害化学物質の継続的な実態調査によって、以下のたばこ対策が考えられる。

1. たばこの含有量を減じるための段階的な規制戦略
2. 有害化学物質の規制値の設定
3. たばこ産業からたばこ製品ごとに有害化学物質の提出
4. たばこ製品の発売・リニューアル時の製品審査
5. たばこ製品の誘惑性に関連する添加物 (特に、フレーバー) の規制

それ以外にも、我が国に適したたばこ製品規制を提案していく必要がある。今後、我が国においてもたばこ銘柄中の有害化学物質、さらにたばこフィルターにメンソールカプセルを封入したたばこなど、我が国特有の問題について適切な対応に基づいたたばこ対策を実施する必要がある。

D. 結論

(1) たばこ規制枠組条約に基づいたたばこ製品規制に関する共同研究

我が国は FCTC に批准し、たばこ対策を進めている。しかし、FCTC 第 9, 10 条の「たばこ製品の規制と情報開示」が進んではいなかった。喫煙による健康影響の原因は、たばこ煙中の有害化学物質の曝露であることを考えると、これまで我が国においてたばこ製品規制を実施しなかったことは、たばこ対策の遅れに繋がっていると考えられる。本研究班は、FCTC 第 9 及び 10 条に基づいて設置された TobLabNet に参加し、たばこ主流煙を捕集する方法として、たばこ外箱表示に使用され

る ISO 法ばかりではなく、実際の喫煙行動に近いとされるカナダ保健省が提案した HCl 法を採用し、各種有害化学物質の分析法開発と標準作業手順書 (SOP) の作成を行った。

本研究期間では、たばこ主流煙中に含まれる BaP とたばこ葉中のグリセロール類ラウンドロビン研究を行い、WHO へ報告した。また、新たに主流煙中のカルボニル類と揮発性有機化合物 (Volatile organic compound : VOC) の同時分析法を開発し、2013 年 7 月にジュネーブで行われた技術部会で報告し、続いて 2014 年 3 月には、オランダ RIVM で「主流煙中のカルボニル類及び VOC 分析法の技術研修会」が本研究班と TobLabNet の合同開催で行われた (US-CDC, China-CDC, Netherlands-RIVM, Canada-Labstat など)。現在、TobLabNet とともに本法の SOP 草案を作成している。

(2) 国産たばこ銘柄の有害化学物質の分析

BaP を含む 9 種の PAH の分析法を確立し、最近販売量が増加している国産メンソールたばこと個人輸入たばこの主流煙 PAH の分析を行った。また、個人輸入たばこについては、主流煙中の TSNA 分析も行った。また、2010 年ウルクアイで開催された COP4 において採択された第 9、10 条の暫定ガイドラインにある「たばこ製品の魅力を高める添加物の使用を制限または禁止すべき」に該当すると考えられるメンソールたばこは、2010 年のシェア率が、21%まで上昇しており、このたばこの主流煙中有害化学物質の情報提供は、今後、重要になってくると考えている。さらに 3 種類のグリセロール類の分析法を確立し、国産メンソールたばこと 2012 年販売量上位 8 銘柄の国産たばこについて分析を行った。また、国産たばこについては、主流煙中のカルボニル類と VOC 類の分析もあわせて行った。さらに 2011 年 3 月の東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の環境汚染以降、この問題がさらに注目されている。日本政府としても、たばこ煙中に含まれる Po-210 吸入による喫煙者及び受動喫煙者の健康への影響について測定・評価することを 2012 年 9 月 14 日に閣議決定した。そこで本研究では、国産たばこ

8 銘柄のたばこ葉中 Po-210 分析と主流煙及び副流煙中の Po-210 分析法の確立を行った。たばこ葉に含まれる Po-210 は、土壌肥料に寄与する部分も大きく、肥料の変更などによって低減も可能であると報告されている。今後は、低減可能な有害化学物質に関しては、WHO TobLabNet と共同研究を推進し、可能な限りの低減さらには上限値等を設ける必要がある。早急に FCTC 第 9、10 条について我が国でもより実効性のあるたばこ製品規制を行うことが求められる。

E. 研究成果の意義及び今後の発展性

たばこ製品市場は、毎年、新製品と新銘柄が投入される変動の大きい市場である。これは、たばこ産業が、たばこ製品の嗜好をマーケティングし、たばこ離れを防ぐためと考えられる。昨年、販売された無煙たばこ製品もその一環である。また最近では、たばこ製品にはたばこ本来の苦味を打ち消し、香りや味を良くする添加物が含まれている。この現状から喫煙率の低下へ転換させるためには、たばこ製品中の有害化学物質と添加物の含有量を低減させることで、たばこ製品の規制を行う必要がある。

現在、本研究班が、WHO TobLabNet と共同で FCTC の第 9 条「たばこ製品の含有物に関する規制」と第 10 条「たばこ製品についての情報開示に関する規制」の研究を進めることが、たばこ製品の規制の一步になる。さらに、本研究班で行った国産たばこ製品中の有害化学物質分析結果が、そのエビデンスになると考えられる。また昨年、我が国においても無煙たばこ製品 (SNUS および Ploom) が販売されるようになった。世界の無煙たばこ製品は、ガムやキャンディーに使用法が似ているものなど制限がなく増え続けている。無煙たばこ製品は、紙巻たばこ製品と比較して有害化学物質量が低値であるために健康影響が少ない製品であるといった報告もあるが、喫煙の導入に使用され、添加物による依存性強化も懸念される。さらにはたばこ対策が進む中で禁煙機会を低減し喫煙を継続させる可能性を含むことから、早急な対策が望まれる。

F. 参考文献

[1] Ikeda N, Saito E, Kondo N, Inoue M, Ikeda S, Satoh T, et al. What has made the population of Japan healthy? Lancet. 2011;378:1094-105.

[2] WHO Tobacco Laboratory Network (TobLabNet) official method Standard operating procedure 01. Standard operating procedure for intense smoking of cigarettes. 2012

[3] WHO Tobacco Laboratory Network (TobLabNet) official method Standard operating procedure 04. Standard operating procedure for determination of nicotine in cigarette tobacco filler. 2014

[4] Tobacco Products Scientific Advisory Committee (TPSAC). Menthol cigarettes and public health: review of the scientific evidence and recommendations. Rockville MD, Food and Drug Administration, 2011. (<http://www.fda.gov/AdvisoryCommittees/CommitteesMeetingMaterials/TobaccoProductsScientificAdvisoryCommittee/ucm247605.htm> 2014年3月23日接続)

[5] German Cancer Research Center. Menthol capsules in cigarette filters-increasing the attractiveness of a harmful product. Red series tobacco prevention and tobacco control 17, 2012.

[6] 公益財団法人 原子力安全研究協会. 新版生活環境放射線 (国民線量の算定) 2011;23-26.

[7] McNeill A, Hammond D, Gartner C. Whither tobacco product regulation? Tob Control. 2012;21:221-226.

G. 健康危機情報

特になし

H. 研究発表

平成 24 年度

1. 論文発表

- 1) 稲葉洋平. タバコ煙に含まれる化学物質. G.I.Research. 2012; 20: 277-286.
- 2) Uchiyama S, Inaba Y, Kunugita N. Ozone removal in the collection of carbonyl compounds in air. J Chromatogr A. 2012; 1229: 293-297.
- 3) Uchiyama S, Sakamoto H, Ohno A, Inaba Y, Nakagome H, Kunugita N. Reductive amination of glutaraldehyde 2,4-dinitrophenylhydrazone using 2-picoline borane and high-performance liquid chromatographic analysis. Analyst. 2012; 137: 4274-4279.
- 4) 杉山晃一, 稲葉洋平, 大久保忠利, 内山茂久, 高木敬彦, 櫻田尚樹. 国産たばこ主流煙中たばこ特異的ニトロソアミン類の異なる捕集法を用いた測定. 日本衛生学雑誌. 2012; 67, 423-430.
- 5) Ino T, Shibuya T, Saito K, Inaba Y. Relationship between body mass index of offspring and maternal smoking during pregnancy. Int J Obes (Lond). 2012; 36: 554-558.
- 6) 稲葉洋平, 大久保忠利, 内山茂久, 櫻田尚樹. 国産たばこ銘柄のたばこ葉に含有されるニコチン, たばこ特異的ニトロソアミンと変異原性測定. 日本衛生学雑誌. 2013; 68: 46-52.
- 7) Matsumoto M, Inaba Y, Yamaguchi I, Endo O, Hammond D, Uchiyama S, Suzuki G. Smoking topography and biomarkers of exposure among Japanese smokers : associations with cigarette emissions obtained using machine smoking protocols. Environ Health Prev Med. 2012 (In press).
- 8) Nomura T, Sakai K, Ogata H, Magae J. Prolongation of Life Span in Accelerated Aging Model Mice, klotho, by Low-dose-rate Continuous γ -Irradiation. Radiation Research 2013 (in press).
- 9) 鈴木元 「低線量被ばくは本当に許容できないのか？」 Rad Fan 10(12):96-99, 2012
- 10) 鈴木元 編著 「正しい被曝医療 Q&A50」 診断と治療社, 東京, 2012.10
- 11) 鈴木元 「内部被ばくは外部被ばくより本当に怖いのか？」 RadFan 10(13):80- 83, 2012
- 12) 井埜利博. たばこ煙中の放射線物質ポロニウ

- ムについて 禁煙科学 2012 6 卷9-p1-p6
- 13) 黒沢和夫, 井埜利博. 受動喫煙と小児呼吸器疾患 呼吸器内科 2012 ; 22 (3) : 217-223
- 14) 長田まり絵, 井埜利博, 長田圭三. 小児のニコチン中毒 - 胎児・乳幼児の受動喫煙の影響も含めて - 小児科臨床 2012 ; 65 (増刊号) : 1529-1534
2. 学会発表
- 1) 杉田和俊, 稲葉洋平, 内山茂久, 後藤純雄, 櫻田尚樹. たばこ主流煙に含まれる重金属類の測定 第 21 回環境化学討論会 2012 年 7 月, 愛媛, 第 21 回環境化学討論会プログラム集, p543-544.
- 2) 富澤卓弥, 内山茂久, 稲葉洋平, 太田敏博, 櫻田尚樹. 活性炭に捕集した空气中揮発性有機化合物のヘッドスペース/ガスクロマトグラフ法による分析 第 21 回環境化学討論会 2012 年 7 月, 愛媛, 第 21 回環境化学討論会プログラム集, p707-708.
- 3) 太田和司, 内山茂久, 稲葉洋平, 中込秀樹, 櫻田尚樹. タバコ主流煙に含まれるカルボニル化合物の DNPH 誘導体化法による分析 第 21 回環境化学討論会 2012 年 7 月, 愛媛, 第 21 回環境化学討論会プログラム集, p709-710.
- 4) 内山茂久, 稲葉洋平, 櫻田尚樹. ペリジン-2-アルデヒド及び trans-1,2-ビス(2-ピリジル)エチレンを用いた大気中ヒドラジン類の分析 第 21 回環境化学討論会 2012 年 7 月, 愛媛, 第 21 回環境化学討論会プログラム集, p711-712.
- 5) 菱木麻佑, 内山茂久, 稲葉洋平, 後藤純雄, 櫻田尚樹. 空气中カルボニル化合物の捕集時における各種オゾンスクラバーの検討 第 21 回環境化学討論会 2012 年 7 月, 愛媛, 第 21 回環境化学討論会プログラム集, p713-714.
- 6) 所翌萌, 内山茂久, 稲葉洋平, 足立眞理子, 中込秀樹, 櫻田尚樹. 木材から放散するアルデヒド類の測定と低減化 第 21 回環境化学討論会 2012 年 7 月, 愛媛, 第 21 回環境化学討論会プログラム集, p715-716.
- 7) 大久保忠利, 稲葉洋平, 内山茂久, 緒方裕光, 鈴木元, 櫻田尚樹. 個人輸入たばこの化学分析 第 21 回環境化学討論会 2012 年 7 月, 愛媛, 第 21 回環境化学討論会プログラム集, p811-812.
- 8) 稲葉洋平, 大久保忠利, 内山茂久, 櫻田尚樹. メンソールたばこ主流煙の化学分析 第 21 回環境化学討論会 2012 年 7 月, 愛媛, 第 21 回環境化学討論会プログラム集, p813-814.
- 9) 宇津木里香, 稲葉洋平, 内山茂久, 太田敏博, 櫻田尚樹. 固体捕集法を用いた嗅ぎたばこのガス成分の測定 2012 年 7 月, 愛媛, 第 21 回環境化学討論会プログラム集, p815-816.
- 10) 所翌萌, 内山茂久, 稲葉洋平, 中込秀樹, 櫻田尚樹. 拡散サンプラーを用いた室内空气中に存在する化学物質の調査 - 無機ガス状物質 - 第 71 回日本公衆衛生学会総会, 2012 年 10 月, 山口, 第 71 回日本公衆衛生学会総会抄録集, p574.
- 11) 菱木麻佑, 内山茂久, 稲葉洋平, 後藤純雄, 櫻田尚樹. 拡散サンプラーを用いた室内空气中に存在する化学物質の調査 - アルデヒド類, オゾン - 第 71 回日本公衆衛生学会総会, 2012 年 10 月, 山口, 第 71 回日本公衆衛生学会総会抄録集, p574.
- 12) 富澤卓弥, 内山茂久, 稲葉洋平, 太田敏博, 櫻田尚樹. 拡散サンプラーを用いた室内空气中に存在する化学物質の調査 - 揮発性有機化合物 - 第 71 回日本公衆衛生学会総会, 2012 年 10 月, 山口, 第 71 回日本公衆衛生学会総会抄録集, p575.
- 13) 太田和司, 内山茂久, 稲葉洋平, 中込秀樹, 櫻田尚樹. DNPH 誘導体化法によるタバコ主流煙に含まれるカルボニル化合物の分析 第 71 回日本公衆衛生学会総会, 2012 年 10 月, 山口, 第 71 回日本公衆衛生学会総会抄録集, p575.
- 14) 内山茂久, 稲葉洋平, 櫻田尚樹. 拡散サンプラーを用いた室内環境中の化学物質実態調査 (冬季) 第 49 回全国衛生化学技術協議会年会, 2012 年 11 月, 香川, 第 49 回全国衛生化学技術協議会年会講演集, p260-261.
- 15) 稲葉洋平, 内山茂久, 櫻田尚樹. 個人輸入たばこ国産たばこの主流煙と葉たばこ成分の

- 比較 第 49 回全国衛生化学技術協議会年会, 2012 年 11 月, 香川, 第 49 回全国衛生化学技術協議会年会講演集, p264-265.
- 16) 大久保忠利, 稲葉洋平, 内山茂久, 緒方裕光, 櫻田尚樹. 個人輸入たばこ主流煙の変異原性及び化学分析 日本環境変異原学会第 41 回大会, 2012 年 11 月, 静岡, 日本環境変異原学会第 41 回大会プログラム・要旨集, p92.
- 17) 宇津木里香, 稲葉洋平, 内山茂久, 太田敏博, 櫻田尚樹. 国産メンソールたばこ銘柄の主流煙中の変異原性と化学分析について 日本環境変異原学会第 41 回大会, 2012 年 11 月, 静岡, 日本環境変異原学会第 41 回大会プログラム・要旨集, p92.
- 18) 稲葉洋平, 大久保忠利, 内山茂久, 鈴木元, 櫻田尚樹. 日本人喫煙者の酸化ストレスマーカーと喫煙行動について 日本環境変異原学会第 41 回大会, 2012 年 11 月, 静岡, 日本環境変異原学会第 41 回大会プログラム・要旨集, p93.
- 19) 稲葉洋平, 杉田和俊, 大久保忠利, 内山茂久, 浅野牧茂, 緒方裕光, 櫻田尚樹. ネオシーダーの葉中及び主流煙中運含有される化学物質の測定 2013 年 2 月, 天童, 第 22 回日本禁煙医師歯科医師連盟総会・学術総会プログラム・予稿集, p61.
- 20) 稲葉洋平, 内山茂久, 鈴木元, 櫻田尚樹. 日本人喫煙者の 3 種類の尿中ニコチン代謝物と喫煙行動との関連性 2013 年 3 月, 金沢, 第 83 回日本衛生学会学術総会講演要旨集, S199.
- 21) 大久保忠利, 稲葉洋平, 内山茂久, 鈴木元, 櫻田尚樹. 日本人喫煙者の 2 種の酸化ストレスマーカーと喫煙関連因子との関連性 2013 年 3 月, 金沢, 第 83 回日本衛生学会学術総会講演要旨集, S199.
- 22) 大久保忠利, 稲葉洋平, 内山茂久, 緒方裕光, 櫻田尚樹. 個人輸入及び国産同銘柄たばこの主流煙中成分の比較 2013 年 3 月, 横浜, 日本薬学会第 133 年会, DVD 要旨集
- 23) 宇津木里香, 稲葉洋平, 内山茂久, 太田敏博, 櫻田尚樹. 嗅ぎたばこから吸引されたガス成分の測定 2013 年 3 月, 横浜, 日本薬学会第 133 年会, DVD 要旨集
- 24) 稲葉洋平, 大久保忠利, 内山茂久, 櫻田尚樹. メンソールたばこ主流煙中の有害化学物質の測定 2013 年 3 月, 横浜, 日本薬学会第 133 年会, DVD 要旨集
- 25) Ogata H, Magae J. Statistical Evaluation of Subtle Effect of Continuous Low Dose Rate Gamma-Irradiation on Murine Inflammatory Reaction. 13th International Congress of the International Radiation Protection Association. Glasgow. May 2012.
- 26) 鈴木元. 環境放射能・食品放射能測定と低線量被曝リスク・コミュニケーション 第 71 回日本公衆衛生学会, 2012 年 10 月, 山口, 第 71 回日本公衆衛生学会抄録集 p.103.
- 27) Suzuki G. Radiation and circulatory diseases. OECD/NEA Symposium "Science and Value", Sanjoh Kaigisho, University of Tokyo, 2012.11.6
- 28) Ino T, Shibuya T, Saito K, Ohtani. Passive Smoking and Life Style Screenings for Children in Japan. Asian-Pacific Health Promotion and Education(Symposium) Taipei, 2012 年 5 月
- 29) 井埜利博. 子どもの受動喫煙調査研究と防止対策について 第 11 回東北外来小児科学研究会, 秋田, 2012 年 7 月

平成 25 年度

1. 論文発表

- 1) Matsumoto M, Inaba Y, Yamaguchi I, Endo O, Hammond D, Uchiyama S, Suzuki G. Smoking topography and biomarkers of exposure among Japanese smokers: associations with cigarette emissions obtained using machine smoking protocols. Environ Health Prev Med. 2013;18:95-103.
- 2) 杉田和俊, 松本真理子, 稲葉洋平, 遠藤治, 内山茂久, 櫻田尚樹. GC/MS によるニコチン分析の検討と公定法との比較. 分析化学. 2013;62:253-257.
- 3) 稲葉洋平, 大久保忠利, 杉田和俊, 内山茂久, 緒方裕光, 櫻田尚樹. 薬用吸煙剤ネオシーダーの葉中及び主流煙中の有害化学成分と変異原活性の測定 日本衛生学雑誌 2013;69:31-38.
- 4) Uchiyama S, Ohta K, Inaba Y, Kunugita N.

- Determination of Carbonyl Compounds Generated from the E-cigarette Using Coupled Silica Cartridges Impregnated with Hydroquinone and 2,4-Dinitrophenylhydrazine, Followed by High-Performance Liquid Chromatography. *Anal Sci.* 2013;29:1219-22.
- 5) Uchiyama S, Tomizawa T, Inaba Y, Kunugita N. Simultaneous determination of volatile organic compounds and carbonyls in mainstream cigarette smoke using a sorbent cartridge followed by two-step elution. *J Chromatogr A.* 2013;1314:31-37.
- 6) 稲葉洋平, 内山茂久, 櫻田尚樹. 国産たばこ製品の有害性の評価. *日本小児禁煙研究会雑誌*; 2013;3:31-39.
- 7) Kawahara T, Nishikawa M, Furusawa T, Shimaya S, Kawahara C, Inazau T, Sakai K, Suzuki G: Atorvastatin, etidronate, or both in patients at high risk for atherosclerotic aortic plaques: a randomized control trial. *Circulation*, 127(23): 2327-35, 2013.
- 8) Ohishi W, Cologne JB, Fujiwara S, Suzuki G, Hayashi T, Niwa Y, Akahoshi M, Ueda K, Tsuge M, Chayama K.: Serum interleukin-6 associated with hepatocellular carcinoma risk: a nested case-control study. *Int. J. Cancer*, 134: 154-63, 2014
2. 学会発表
- 1) 坂元宏成, 内山茂久, 木原颯子, 都竹豊茂, 稲葉洋平, 櫻田尚樹. 冬季および夏季における室内空気質の実態調査 第 22 回日本環境化学討論会 2013 年 8 月, 東京, 第 22 回環境化学討論会 USB 要旨集.
- 2) 富澤卓弥, 内山茂久, 所明萌, 伊豆里奈, 青木麻奈美, 稲葉洋平, 太田敏博, 櫻田尚樹. 空气中揮発性有機化合物のヘッドスペース/ガスクロマトグラフ法による分析 第 22 回日本環境化学討論会 2013 年 8 月, 東京, 第 22 回環境化学討論会 USB 要旨集.
- 3) 内山茂久, 富澤卓弥, 所明萌, 菱木麻美, 稲葉洋平, 櫻田尚樹. 居住環境中に存在するガス状化学物質の全国実態調査 第 22 回日本環境化学討論会 2013 年 8 月, 東京, 第 22 回環境化学討論会 USB 要旨集.
- 4) 所明萌, 内山茂久, 稲葉洋平, 中込秀樹, 櫻田尚樹. 室内空气中化学物質の全国調査-無機ガス状物質- 第 54 回大気環境学会年会 2013 年 9 月, 新潟, 第 54 回大気環境学会年会 p346.
- 5) 青木麻奈美, 内山茂久, 稲葉洋平, 太田敏博, 櫻田尚樹. 室内空气中化学物質の全国調査-カルボニル化合物・オゾン- 第 54 回大気環境学会年会 2013 年 9 月, 新潟, 第 54 回大気環境学会年会 p347.
- 6) 富澤卓弥, 内山茂久, 稲葉洋平, 太田敏博, 櫻田尚樹. 室内空气中化学物質の全国調査-揮発性有機化合物- 第 54 回大気環境学会年会 2013 年 9 月, 新潟, 第 54 回大気環境学会年会 p348.
- 7) 伊豆里奈, 内山茂久, 稲葉洋平, 中込秀樹, 櫻田尚樹. 固体捕集法によるたばこ主流煙中揮発性有機化合物およびカルボニル化合物の同時分析 第 54 回大気環境学会年会 2013 年 9 月, 新潟, 第 54 回大気環境学会年会 p349.
- 8) 稲葉洋平, 小林明莉, 内山茂久, 寺田宙, 山口一郎, 櫻田尚樹. 国産たばこ銘柄の主流煙に含まれるポロニウムの分析 第 72 回日本公衆衛生学会総会 2013 年 10 月, 津, 第 72 回日本公衆衛生学会総会抄録集 p605.
- 9) 小林明莉, 稲葉洋平, 内山茂久, 寺田宙, 太田敏博, 櫻田尚樹. 国産たばこ銘柄のたばこ葉中ポロニウムの分析 第 72 回日本公衆衛生学会総会 2013 年 10 月, 津, 第 72 回日本公衆衛生学会総会抄録集 p605.
- 10) 宇津木里香, 稲葉洋平, 内山茂久, 太田敏博, 櫻田尚樹. 国産無煙たばこに含まれるニコチン及び添加物の測定 第 72 回日本公衆衛生学会総会 2013 年 10 月, 津, 第 72 回日本公衆衛生学会総会抄録集 p605.
- 11) 伊豆里奈, 内山茂久, 稲葉洋平, 中込秀樹, 櫻田尚樹. タバコ主流煙に含まれる揮発性有機化合物およびアルデヒド類の固体捕集法による分析 第 72 回日本公衆衛生学会総会 2013 年 10 月, 津, 第 72 回日本公衆衛生学会総会抄録集 p608.
- 12) 青木麻奈美, 内山茂久, 稲葉洋平, 太田敏博, 櫻田尚樹. 夏季と冬季における室内空气中に存在する化学物質の全国調査-アルデヒド類, オ

- ゾナー 第 72 回日本公衆衛生学会総会 2013 年 10 月, 津, 第 72 回日本公衆衛生学会総会抄録集 p608.
- 13) 所翌萌, 内山茂久, 稲葉洋平, 中込秀樹, 櫻田尚樹. 夏季と冬季における室内空気中に存在する化学物質の全国調査－無機ガス状物質－第 72 回日本公衆衛生学会総会 2013 年 10 月, 津, 第 72 回日本公衆衛生学会総会抄録集 p608.
- 14) 富澤卓弥, 内山茂久, 稲葉洋平, 太田敏博, 櫻田尚樹. 夏季と冬季における室内空気中に存在する化学物質の全国調査－揮発性有機化合物－第 72 回日本公衆衛生学会総会 2013 年 10 月, 津, 第 72 回日本公衆衛生学会総会抄録集 p609.
- 15) 稲葉洋平, 内山茂久, 寺田宙, 山口一郎, 櫻田尚樹. たばこに含まれるポロニウムについて第 50 回全国衛生化学技術協議会年会, 2013 年 11 月, 富山, 第 50 回全国衛生化学技術協議会年会講演集, p260-261.
- 16) 内山茂久, 稲葉洋平, 櫻田尚樹. 冬季・夏季における室内空気中に存在するガス状物質の全国調査 第 50 回全国衛生化学技術協議会年会, 2013 年 11 月, 富山, 第 50 回全国衛生化学技術協議会年会講演集, p224-225.
- 17) 富澤卓弥, 内山茂久, 稲葉洋平, 太田敏博, 櫻田尚樹. 拡散サンプラーを用いた冬季と夏季における室内空気中化学物質の全国調査－揮発性有機化合物－平成 25 年室内環境学会学術大会 2013 年 12 月, 佐世保, 平成 25 年室内環境学会学術大会要旨集 p609.
- 18) 青木麻奈美, 内山茂久, 稲葉洋平, 太田敏博, 櫻田尚樹. 拡散サンプラーを用いた冬季と夏季における室内空気中化学物質の全国調査－オゾンおよびカルボニル化合物－平成 25 年室内環境学会学術大会 2013 年 12 月, 佐世保, 平成 25 年室内環境学会学術大会要旨集 p609.
- 19) 所翌萌, 内山茂久, 稲葉洋平, 中込秀樹, 櫻田尚樹. 拡散サンプラーを用いた冬季と夏季における室内空気中化学物質の全国調査－無機ガス状物質－平成 25 年室内環境学会学術大会 2013 年 12 月, 佐世保, 平成 25 年室内環境学会学術大会要旨集 p609.
- 20) 伊豆里奈, 内山茂久, 稲葉洋平, 中込秀樹, 櫻田尚樹. CX-572 カートリッジを用いたタバコ主流煙中の揮発性有機化合物とカルボニル化合物の同時測定 平成 25 年室内環境学会学術大会 2013 年 12 月, 佐世保, 平成 25 年室内環境学会学術大会要旨集 p609.
- 21) 櫻田尚樹, 稲葉洋平, 大久保忠利, 内山茂久, 浅野牧茂. 国産無煙たばこ製品 (SNUS) に含まれる有害化学物質 第 23 回日本禁煙推進医師歯科医師連盟総会学術大会 2014 年 2 月, 福岡, 第 23 回日本禁煙推進医師歯科医師連盟総会学術大会プログラム・抄録集 p36.
- 22) 稲葉洋平, 内山茂久, 浅野牧茂, 櫻田尚樹. たばこ製品に含まれるポロニウムとたばこ煙への移行について 第 23 回日本禁煙推進医師歯科医師連盟総会学術大会 2014 年 2 月, 福岡, 第 23 回日本禁煙推進医師歯科医師連盟総会学術大会プログラム・抄録集 p38.
- 23) 宇津木里香, 稲葉洋平, 内山茂久, 太田敏博, 櫻田尚樹. 固相抽出を組み合わせた尿中 NNAL の測定 日本薬学会第 134 年会 2014 年 3 月, 本薬学会第 134 年会 DVD 要旨集
- 24) 黒木禎之, 稲葉洋平, 内山茂久, 鈴木元, 後藤純雄, 櫻田尚樹. 禁煙外来患者の尿中酸化ストレスマーカーの変動 日本薬学会第 134 年会 2014 年 3 月, 本薬学会第 134 年会 DVD 要旨集
- 25) 稲葉洋平, 小林明莉, 内山茂久, 寺田宙, 山口一郎, 櫻田尚樹. たばこ主流煙中ポロニウム-210 の分析 日本薬学会第 134 年会 2014 年 3 月, 本薬学会第 134 年会 DVD 要旨集
- 26) 小林明莉, 稲葉洋平, 内山茂久, 太田敏博, 櫻田尚樹. 国産たばこ銘柄のたばこ葉に含まれる Po-210 と Pb-210 の分析 日本薬学会第 134 年会 2014 年 3 月, 本薬学会第 134 年会 DVD 要旨集
- 27) Suzuki G. Radiation Emergency Medical Network and its expansion in the Nuclear Disaster in Japan. 2013 Annual Meeting of the Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (USA), Vancouver, Canada, 2013.6.
- 28) 鈴木元. 低線量・低線量被ばく影響を考える、第 24 回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」・医療放射線防護連絡協議会、東京、2013.12.

表 1. Amounts of VOCs and carbonyls in the mainstream cigarette smoke generated from various brands of cigarettes. Unit is $\mu\text{g}/\text{cigarette}$. Smoking machine was performed according to the HCI regime. $n = 3$

SS : SevenStars, SSB : SevenStars box, MO : Mevius one, MEL : Mevius extra lights, MSL : Mevius super lights, ML : Mevius lights, MV : Mevius, WK : Wakaba, EC : Echo, MLM : Marlboro lights menthol, NC : Neo cedar

compounds	SS	SSB	MO	MEL	MSL	ML	MV	WK	EC	ML M	NC
Puff number	8.5	9.1	7.4	7.6	7.4	7.3	7.4	9.5	7.2	8.3	11.9
1,3-butadiene	57	90	71	64	68	57	66	96	79	69	71
isoprene	470	650	500	450	480	350	490	540	430	500	52
furan	41	56	42	38	42	35	44	74	60	41	120
acrylonitrile	9.5	13	12	11	13	9.0	13	17	10	10	9.2
2-methylfuran	56	69	46	41	48	37	49	100	82	46	99
benzene	64	72	61	55	60	44	71	91	72	62	150
2,5-dimethylfuran	47	52	34	31	36	28	40	91	70	36	47
toluene	100	120	100	92	96	70	130	150	110	110	140
pyridine	0.9	14	13	13	12	7.3	21	17	13	12	1.2
ethylbenzene	23	23	23	22	23	19	30	35	26	22	18
<i>o</i> -xylene	30	29	24	22	67	14	34	120	88	26	23
<i>d</i> -limonene	58	53	51	47	46	25	61	72	54	50	1.9
Total VOCs	960	1200	980	890	990	700	1000	1400	1100	980	730
acetaldehyde	1100	1200	1100	1200	1100	1200	1200	1400	1100	930	1700
acetone	490	550	460	500	480	530	520	650	500	440	610
acrolein	120	140	130	130	110	120	120	180	150	95	180
propanal	110	120	100	110	94	130	120	180	130	84	160
crotonaldehyde	43	37	43	44	40	43	44	71	59	30	59
2-butanone	180	180	160	190	200	200	190	240	190	120	210
butanal	49	52	50	53	44	54	51	65	49	43	68
benzaldehyde	3.0	59	1.2	1.8	0.8	1.3	0.9	3.4	1.9	49	62
<i>i</i> -valeraldehyde	29	34	30	31	27	29	31	41	33	28	37
valeraldehyde	1.8	4.5	2.3	2.4	3.2	1.6	3.6	4.9	3.2	3.2	0.0
<i>o</i> -tolualdehyde	1.2	1.0	1.9	1.7	1.2	1.4	2.0	2.6	4.3	0.0	0.0
<i>p</i> -tolualdehyde	3.8	8.1	5.1	3.8	5.2	7.2	3.8	9.4	6.6	6.4	2.7
hexanal	1.7	0.0	1.1	1.1	1.8	1.9	1.5	1.9	1.1	0.0	0.0
2,5-DMBA	1.6	7.6	1.5	1.9	1.6	1.8	3.4	2.9	1.2	4.2	13
heptanal	1.4	5.6	1.2	0.9	1.0	1.2	2.0	1.2	1.4	6.8	0.0
octanal	1.8	0.0	1.0	1.1	1.4	1.7	1.1	1.5	1.9	0.0	0.0
2-nonanal	1.4	0.0	1.5	1.0	1.0	1.2	1.1	1.0	1.0	0.0	0.0
nonanal	1.7	0.0	1.3	1.6	1.3	2.5	1.6	1.6	1.3	0.0	0.0
decanal	1.4	0.0	2.4	1.3	1.5	1.4	1.7	2.6	2.2	0.0	0.0
Total carbonyls	2100	2400	2100	2300	2100	2300	2300	2800	2200	1800	3100

表 2. Amounts of VOCs and carbonyls in the mainstream cigarette smoke generated from various brands of cigarettes. Unit is $\mu\text{g}/\text{cigarette}$. Smoking machine was performed according to the ISO regime. $n = 3$

SS : SevenStars, SSB : SevenStars box, MO : Mevius one, MEL : Mevius extra lights, MSL : Mevius super lights, ML : Mevius lights, MV : Mevius, WK : Wakaba, EC : Echo, MLM : Marlboro lights menthol, NC : Neo cedar

compounds	SS	SSB	MO	MEL	MSL	ML	MV	WK	EC	ML M	NC
Puff number	6.6	6.6	7.0	6.2	6.2	6.1	6.4	7.9	5.8	6.0	10.1
1,3-butadiene	30	44	10	9.4	17	20	34	54	49	36	7.4
isoprene	240	300	72	65	110	130	220	330	280	260	4.9
furan	23	27	7.4	6.7	11	11	22	46	36	21	17
acrylonitrile	4.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.2	4.9	3.3	0.5	0.0
2-methylfuran	29	32	8.0	7.2	12	12	25	63	45	23	13
benzene	32	34	8.4	7.6	14	14	32	57	44	32	16
2,5-dimethylfuran	22	22	5.0	4.5	8.0	7.8	19	53	37	17	4.7
toluene	47	51	11	10	20	21	48	89	65	55	11
pyridine	1.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	5.2	1.8	0.4	0.0
ethylbenzene	10	8.5	0.6	1.4	3.1	4.5	8.7	18	14	9.0	1.0
<i>o</i> -xylene	10	10	1.5	1.4	8.9	3.6	10	64	47	9.8	5.3
<i>d</i> -limonene	18	15	0.1	0.1	3.3	4.6	12	33	27	14	0.0
Total VOCs	470	550	120	110	200	230	440	820	650	480	80
acetaldehyde	580	600	120	200	300	380	500	740	510	470	170
acetone	250	250	41	70	120	160	210	350	230	200	49
acrolein	51	53	6.1	12	21	26	41	79	58	41	10
propanal	49	45	9.4	15	24	26	41	74	49	37	13
crotonaldehyde	20	15	3.4	5	8.8	9.4	17	34	25	13	6.4
2-butanone	87	77	16	25	45	53	78	130	85	55	17
butanal	25	22	4.1	7.0	12	14	22	35	22	20	6.7
benzaldehyde	0.8	23	0.6	0.8	0.8	0.6	1.7	1.6	1.8	13	0.0
<i>i</i> -valeraldehyde	14	12	1.3	2.3	3.7	6.2	11	20	14	11	0.0
valeraldehyde	1.5	0.0	1.0	0.8	0.8	0.8	1.2	1.0	1.8	0.0	0.0
<i>o</i> -tolualdehyde	0.8	0.0	1.9	0.3	1.2	0.7	1.0	1.2	0.9	0.0	0.0
<i>p</i> -tolualdehyde	3.1	1.1	1.0	1.1	2.0	2.7	3.1	2.6	2.0	3.3	0.0
hexanal	0.9	0.0	0.6	1.7	0.5	1.2	1.0	1.1	1.0	0.0	0.0
2,5-DMBA	5.6	5.1	1.8	1.4	1.7	1.9	1.2	1.8	1.5	5.1	2.3
heptanal	1.5	3.9	1.0	1.3	2.9	1.2	1.0	1.7	1.3	0.0	0.0
octanal	1.5	0.0	1.8	1.4	1.3	1.2	2.1	1.2	1.6	0.0	0.0
2-nonenal	1.5	0.0	1.0	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	0.9	0.0	0.0
nonanal	1.7	0.0	1.3	1.5	1.6	1.3	2.0	1.6	2.0	0.0	0.0
decanal	2.1	0.0	1.3	2.1	1.5	2.0	1.7	2.1	1.9	0.0	0.0
Total carbonyl	1100	1100	210	340	540	680	940	1500	1000	870	270

表 3 メンソールたばこ 11 銘柄の諸元

Cigarette brands	abbreviation	Tar (mg)	Nicotine (mg)
BEVEL Flair MENTHOL*	BVL1	1	0.1
PIANISSIMO Pétit MENTHOL One	PIA1	1	0.1
VIRSINA SLIMS One MENTHOL ¹	VS1	1	0.1
PIANISSIMO Ultra Lights*	PIA3	3	0.3
VIRSINA SLIMS Ultra Lights MENTHOL*	VS3	3	0.3
Marlboro Ultra Lights MENTHOL BOX	MB4	4	0.3
PIANISSIMO icene MENTHOL ²	PIA5	5	0.4
BEVEL Lights	BVL6	6	0.5
VIRSINA SLIMS Lights MENTHOL ³	VS6	6	0.5
Marlboro Lights MENTHOL 100's BOX	MB8	8	0.7
KOOL Boost 8 BOX	KOOL	8	0.7

* 販売中止

¹ VIRSINIA S. One MENTHOLに名称変更

² PIANISSIMO icene Graciaに名称変更

³ VIRSINIA S. Lights MENTHOLに名称変更

表4 メンソールたばこ11銘柄主流煙中PAH量 (n=5)

(ng/cig)	BVL1		PIA1		VS1		PIA3		VS3		MB4		PIA5		BVL6		VS6		MB8	
	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD
	Pyrene	3.1 ± 0.2	3.9 ± 0.4	1.6 ± 0.2	7.3 ± 1.3	10.7 ± 0.6	9.3 ± 0.6	8.0 ± 0.4	13.0 ± 0.7	16.6 ± 0.8	25.2 ± 1.1									
Benz[<i>a</i>]anthracene	1.8 ± 0.1	2.6 ± 0.2	1.7 ± 0.1	6.2 ± 0.4	7.0 ± 0.3	6.4 ± 0.3	5.1 ± 0.3	8.1 ± 0.5	11.1 ± 0.9	16.2 ± 0.8										
Chrysene	2.4 ± 0.1	3.0 ± 0.3	2.3 ± 0.2	6.9 ± 0.6	9.6 ± 0.7	8.8 ± 0.7	6.5 ± 0.3	10.6 ± 0.6	15.1 ± 0.7	20.4 ± 2.1										
Benzo[<i>b</i>]fluoranthene	0.8 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.4 ± 0.0	1.1 ± 0.1	2.5 ± 0.2	1.5 ± 0.1	1.8 ± 0.1	3.3 ± 0.3	3.4 ± 0.2	4.9 ± 0.1										
Benzo[<i>k</i>]fluoranthene	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.9 ± 0.0	1.4 ± 0.1										
Benzo[<i>a</i>]pyrene	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.1	0.6 ± 0.1	2.0 ± 0.1	4.3 ± 0.3	1.7 ± 0.1	1.9 ± 0.1	3.5 ± 0.2	6.3 ± 0.4	7.8 ± 0.7										
Dibenz[<i>a,h</i>]anthracene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
Benzo[<i>ghi</i>]perylene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
Indeno[1,2,3- <i>cd</i>]pyrene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										

AVG, average; SD, standard deviation; -, not detected

HCI

(ng/cig)	BVL1		PIA1		VS1		PIA3		VS3		MB4		PIA5		BVL6		VS6		MB8	
	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD	AVG	SD
	Pyrene	18.6 ± 6.8	27.8 ± 8.0	27.1 ± 3.8	21.7 ± 4.3	44.9 ± 4.8	37.9 ± 10.3	34.2 ± 6.2	31.0 ± 7.4	50.5 ± 3.8	63.3 ± 5.2									
Benz[<i>a</i>]anthracene	21.6 ± 0.9	14.9 ± 1.5	16.0 ± 1.5	18.3 ± 3.2	27.0 ± 1.6	29.1 ± 5.5	20.9 ± 2.3	33.0 ± 4.7	32.5 ± 3.6	42.7 ± 3.7										
Chrysene	6.1 ± 4.1	18.0 ± 5.8	15.2 ± 2.8	17.1 ± 5.0	30.6 ± 3.0	28.0 ± 2.4	13.6 ± 2.5	13.4 ± 3.5	39.2 ± 1.4	47.7 ± 5.1										
Benzo[<i>b</i>]fluoranthene	5.0 ± 0.5	4.4 ± 1.3	4.2 ± 0.6	4.7 ± 1.2	5.8 ± 0.8	5.3 ± 1.0	5.2 ± 0.9	7.9 ± 3.3	6.8 ± 1.0	8.9 ± 1.4										
Benzo[<i>k</i>]fluoranthene	1.8 ± 0.3	1.3 ± 0.2	1.6 ± 0.2	1.6 ± 0.2	2.7 ± 0.3	2.1 ± 0.3	1.9 ± 0.1	1.9 ± 0.3	2.9 ± 0.2	4.6 ± 0.5										
Benzo[<i>a</i>]pyrene	4.2 ± 0.4	5.5 ± 0.6	5.6 ± 0.5	6.4 ± 0.6	8.7 ± 1.0	7.4 ± 1.1	6.2 ± 0.7	7.0 ± 0.8	10.1 ± 0.6	14.6 ± 1.5										
Dibenz[<i>a,h</i>]anthracene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
Benzo[<i>ghi</i>]perylene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
Indeno[1,2,3- <i>cd</i>]pyrene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										

AVG, average; SD, standard deviation; -, not detected