

## &lt;原著&gt;

## 都道府県別喫煙率の経年変化と死因別死亡率の経年変化との関係

逸見治, 石川みどり, 横山徹爾

国立保健医療科学院生涯健康研究部

## The associations between secular changes in smoking rate and those in cause-specific death rates among prefectures in Japan

HEMMI Osamu, ISHIKAWA Midori, YOKOYAMA Tetsuji

Department of Health Promotion, National Institute of Public Health

## 抄録

**目的:** 公開されている公的データを活用し, 全国と都道府県別の喫煙率の経年変化を確認したうえで, 都道府県別の喫煙率の経年変化が主要な死因(悪性新生物等)による死亡率の経年変化とどのような関連があるかを明らかにすることを目的とした。

**方法:** 国民生活基礎調査で調査が開始された2001年から2019年までの全国と都道府県の喫煙のデータをe-Statより収集し, 喫煙率を算出した。死因別死亡は, 同期間の人口動態調査の死因(死因简单分類)と人口推計等をそれぞれ同様に収集し, 死因別死亡率を算出した。その後, 全国と都道府県別に年齢調整喫煙率と死因別の年齢調整死亡率(いずれも「基準人口の改訂に向けた検討会による平成27年(2015年)平滑化人口」を基準人口とした直接法)をそれぞれ算出した。同期間の年齢調整喫煙率の平均年変化率を確認したうえで, 年齢調整喫煙率の平均年変化率と年齢調整死亡率の平均年変化率との相関関係を, 死因別に, 都道府県を単位とした生態学的研究により確認した。

**結果:** 全国の年齢調整喫煙率の経年変化は, 平均年変化率(相対変化, %/年)が, 男性:-2.8%(95%信頼区間:-2.9, -2.6), 女性:-2.3%(-2.7, -1.9)と男女とも有意に低下していた。都道府県別では, 男性は全ての都道府県で有意な低下が確認され, 女性では, 青森県, 鳥取県, 佐賀県, 鹿児島県を除く都道府県で有意な低下が確認された。男性に比べ女性では低下率が小さいことが多かった。喫煙の変化と死因別死亡の変化との関連は, 死因と性別によって変化量が異なるが, 年齢調整喫煙率の平均年低下率が相対的に大きい県では, 男女とも全死亡, 悪性新生物, 脳血管疾患において年齢調整死亡率の平均年低下率が相対的に大きい, 有意な正の相関関係(全死亡(Pearsonの相関係数; 男性0.456, 女性0.439), 悪性新生物(男性0.359, 女性0.431), 脳血管疾患(男性0.460, 女性0.331))が確認された。

**結論:** 都道府県別の喫煙と死因別死亡との関係は, 年齢調整喫煙率の平均年低下率が相対的に大きい都道府県では, 男女ともに全死亡, 悪性新生物, 脳血管疾患の年齢調整死亡率の平均年低下率が相対的に大きい, 有意な正の相関関係が確認された。本解析方法は地域における要因の変化と結果の変化との関連を検討する方法のひとつとして提案できる。

**キーワード:** 都道府県, 年齢調整喫煙率, 死因別年齢調整死亡率, 経年変化

## Abstract

**Objectives:** The purpose of this study is to confirm the secular changes in smoking rate in each prefecture and in the whole country of Japan, and to ecologically examine the associations between secular changes in

連絡先: 横山徹爾  
〒351-0197 埼玉県和光市南2-3-6  
2-3-6 Minami, Wako, Saitama 351-0197, Japan.  
Tel: 048-458-6128  
Fax: 048-458-6714  
E-mail: yokoyama.t.aa@nipph.go.jp  
[令和4年2月24日受理]

smoking rate and those in death rates from selected major causes among prefectures in Japan.

**Methods:** Smoking rate (SR) was calculated from Comprehensive Survey of Living Conditions (the large-scale survey conducted every three years). Smoking data in 2001, 2004, 2007, 2010, 2013, 2016, and 2019 were collected from e-Stat, which is portal site of official statistics of Japan. Cause-specific death rate (CSDR) was calculated from data of Vital Statistics and Population Estimates, etc. from 2001 to 2019, which were collected from e-Stat. The age-standardized SR and CSDR (standardized to the 2015 model population of Japan by the investigation committee for revision) were calculated between 2001-2019. We investigated the average annual percent change (AAPC) of age-standardized SR and CSDR in each prefecture and in the whole country of Japan from 2001 to 2019. Then, the associations between AAPC of the age-standardized SR and the AAPCs of age-standardized CSDR from selected major causes, were examined as an ecological study with all prefectures.

**Results:** Age-standardized SR in the whole country significantly decreased after 2001 in both genders, with AAPC of -2.8% (95% confidence interval: -2.9, -2.6) in men and -2.3% (-2.7, -1.9) in women. Age-standardized SR significantly decreased after 2001 in all prefectures in men, however in women it significantly decreased in prefectures excluding Aomori, Tottori, Saga and Kagoshima prefectures. The associations of age-standardized SR and CSDR among the prefectures were different according to the causes of death and genders. We confirmed that the correlations between AAPC of age-standardized SR and the AAPCs of age-standardized CSDR from all-cause (Pearson's correlation coefficient: men 0.456, women 0.439), malignant neoplasms (men 0.359, women 0.431), and cerebrovascular diseases (men 0.460, women 0.331) were statistically significant in both genders. These correlations mean that the larger the average annual decreasing rates of age-standardized SR, the larger the average annual decreasing rates of age-standardized death rates from all-cause, malignant neoplasms, and cerebrovascular diseases in both genders.

**Conclusion:** The AAPC of age-standardized SR and AAPCs of the age-standardized death rates from all-cause, malignant neoplasms, and cerebrovascular diseases were significantly positively correlated among prefectures in both genders. Our analysis method would be one of the methods to confirm the association between secular changes in cause and result.

**keywords:** prefectures, age-standardized smoking rate, age-standardized cause-specific death rate, secular changes

(accepted for publication, February 24, 2022)

## I. 緒言

健康日本21（第二次）では、健康寿命の延伸と健康格差の縮小が最上位目標として掲げられている[1]。健康寿命に影響を与える要因のうち、喫煙は様々な疾病による死亡のリスクを増加させることがこれまでのコホート研究等から報告されており[2-7]、重要な因子となっている。世界保健機関（WHO）の関連機関である国際がん研究機関（International Agency for Research on Cancer: IARC）は、様々ながんの要因に関する発がん性の総合評価を行っており、喫煙はヒトに対して確実に発がん性があると評価している[8]。わが国では「喫煙と健康：喫煙の健康影響に関する検討会報告書」（通称、たばこ白書）が2016年に15年ぶりに改訂され、喫煙とがんをはじめとする疾患との関連について評価が行われ、結果が公開されている[9]。そのような背景などもあり、わが国では2018年の健康増進法の改正にとともない、2020年4月1日から原則として屋内の禁煙が義務づけられている[10]。

がんや脳血管疾患などの死因別年齢調整死亡率は都道

府県による地域差があり、喫煙率が高い都道府県ほど、これらの死亡率も高いことが報告されている[2,3]。健康日本21（第二次）の上位理念である健康格差の縮小は、日本全体として健康状態が改善するだけでなく、健康状態の悪い県ほど大きく改善することで達成されるべきものであり[11]、喫煙関連疾患についてこれを確認するためには、都道府県別にこれら疾患の罹患率や死亡率等の経年変化と、喫煙率の経年変化を長期的にモニタリングし、両者の関係を調べる事が考えられる。しかしながら、これまでに、都道府県別に、要因となる喫煙とがん死亡[3]や様々な死因との関連を指摘した報告[2]はあるものの、要因の曝露の観察期間が10年程度と短いものや[2]、横断的に要因と死亡との関連をみたもの[3]しかなく、要因である喫煙の経年変化と死因別死亡の経年変化との関連について調査したものはない。健康日本21（第二次）中間評価では、都道府県等においてさらなる調査・研究が必要であるとされているが[11]、格差縮小は経時的に生じるものであるから、疾病と要因の横断的な関連だけでなく、要因の経年変化の把握、および疾病と要因の経年変化同士の関係を分析する視点が重要になってく

と思われる。

このような要因と結果の地域差を確認する方法の一つに生態学的研究がある。生態学的研究には、一時点において多数の地域間で疾病と要因との相関関係を調べる地域相関研究と、一つの地域において疾病の経年的変化と要因の経年的変化との関係を調べる方法、さらに両者の特徴を併せて、多数の地域間で疾病の経年的変化と要因の経年的変化との関係を調べる方法（以下、混合法）などがある[12]。いずれも因果推論には大きな制限があるが、混合法は経年的変化と地域差という2種類の比較を同時に行っていることから、それぞれを単独で比較した（混合法でない）生態学的研究に比べて結果の解釈は強化される[12]。混合法は多数の地域での疾病の経年的変化の違いを、既知の危険因子の経年的変化の違いによって説明するためにしばしば用いられる[13,14]。地域間の健康格差の縮小を目指すためには、各地域での健康問題の経年的変化の違いに着目した分析を推進することは重要だと思われるが、その一方法である混合法を用いた研究はわが国ではこれまでほとんど行われていない。

そこで本研究では、わが国の公的データをもとに、全国と都道府県別の喫煙の経年変化を確認したうえで、都道府県別の喫煙の経年変化が主要な死因による死亡の経年変化とどのような関連があるかを明らかにすることで、国や自治体における喫煙対策に関する示唆を得ることを目的として、都道府県を単位とした生態学的研究（混合法）を行った。具体的には、2001年から2019年の喫煙率の変化が、全死因および主要な生活習慣病による死亡（悪性新生物、気管・気管支及び肺の悪性新生物（以下、悪性新生物（肺））、心疾患（高血圧性を除く）（以下、心疾患）、脳血管疾患）のそれぞれと、どの程度関連していたかを明らかにした。

## II. 方法

全国と都道府県別の喫煙については、国民生活基礎調査（大規模調査は3年毎）[15]で都道府県別の喫煙状況の調査が開始された2001年から2019年までの3年間隔のデータをe-Stat[16]より収集した。また、2001年から2019年までの全国と都道府県別の各年の死因別死亡については、人口動態調査の死因別死亡数（死因簡単分類）を、各年の人口については人口推計と国勢調査人口（2005年、2010年、2015年）をそれぞれe-Stat[16]より収集した。本研究では、全死因の他に、喫煙が危険因子であることが知られている主要な生活習慣病による死亡（悪性新生物、心疾患、脳血管疾患、悪性新生物（肺））を調査対象とした。

喫煙率については、各年次の国民生活基礎調査で「毎日吸うまたは時々吸う」と回答のあったものを喫煙者とし、不詳を按分した後に、総数で除したものを喫煙率とした。年齢については、20歳から79歳は階級幅10歳とし、80歳以上はひとつの階級として、全国と都道府県別に性・年齢別の喫煙率を算出した。その後、「基準人口の

改訂に向けた検討会による平成27年（2015年）平滑化人口」[17]を基準人口として、全国と都道府県の年齢調整喫煙率（直接法）を年次毎に算出した。

死因別の死亡率については、喫煙率と同様の年齢階級を用い、年次毎に全国と都道府県別に性・年齢別の死亡率を死因別に算出した。その後、同様に「平成27年（2015年）の平滑化人口」[17]を用いた直接法により、年齢調整死亡率を死因別に算出した。

全国と都道府県の年齢調整喫煙率の経年変化と死因別の年齢調整死亡率の経年変化を確認するために、米国国立がん研究所が開発したJoinpoint regression Version 4.9.0.0 (National Cancer Institute, MD, USA) を用いた[18]。Joinpoint regression は、Joinpoint モデルを用いて、時系列データの傾向を解析するための統計解析ソフトウェアであり、がんの罹患[19-22]や死亡[19-21]などの経年変化を解析する際に広く利用されている。経年変化は年変化率（Annual Percent Change : APC）で表され、APCが途中の年次で有意に変わる屈曲点（joinpoint）がある場合には、各APCの平均的な値である平均年変化率（Average Annual Percent Change : AAPC）も算出される。なお、屈曲点がない場合にはAAPC=APCである。2001年から2019年までの間の年齢調整喫煙率と死因別の年齢調整死亡率の経年変化については、それぞれAAPCを求めて有意な増加または減少傾向があるかを検定した。有意水準は5%とし、男女別に分析を行った。なお、熊本県の年齢調整喫煙率については、2016年の熊本地震の影響による欠測データを除く、2001年から2019年の6ポイントのデータを使用した。

2001年から2019年の間の年齢調整喫煙率の変化と年齢調整死亡率の変化との相関関係を、都道府県を単位とした生態学的研究（混合法）により死因別に確認した。相関係数については、Pearsonの相関係数の他に、外れ値の影響を受けにくいSpearmanの順位相関係数を求めた。相関関係の検定を行う際は、統計解析ソフトウェアSPSS (IBM, Armonk, NY, USA) を用いて検定を行い、有意水準を5%とした。

AAPCの推定誤差により喫煙の経年変化と死因別死亡の経年変化との相関係数が小さくなる希釈バイアス（dilution bias）[23]の影響を検討するために、死因別に年齢調整死亡率のAAPCの都道府県差に関する分散（全分散、誤差分散、県間分散、誤差分散/県間分散）を算出した。

本研究は政府統計ポータルサイトe-Statで公開されている公的データのみを用いた生態学的研究であり、「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」には該当しない。

## III. 結果

### 1. 喫煙の経年変化

#### 1) 全国の粗喫煙率と年齢調整喫煙率の経年変化

図1は、2001年から2019年までの間の全国の粗喫煙率

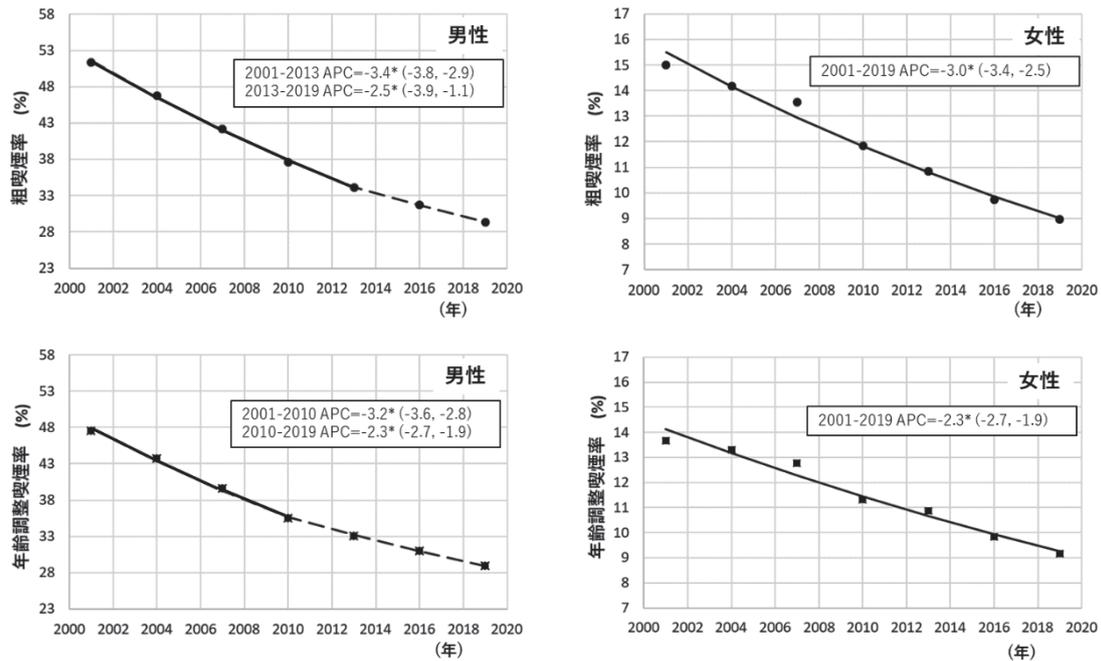


図1 全国の粗喫煙率と年齢調整喫煙率の変化

- 2001年から2019年の国民生活基礎調査の全国の粗喫煙率の変化(上段左:男性, 上段右:女性)と, 年齢調整喫煙率の変化(下段左:男性, 下段右:女性).
- APC: 年変化率(%/年)と95%信頼区間. 実線と点線の境が屈曲点, \* $p < 0.05$ .

と年齢調整喫煙率の経年変化の男女別の結果を示す.

全国の粗喫煙率の経年変化(相対変化)は, 男性のAAPCが-3.1% (95%信頼区間: -3.3, -2.8), 女性では-3.0% (-3.4, -2.5)と男女とも有意に低下していた. 男性では, 2013年に屈曲点を認め, 2013年を境にAPCが-3.4% (-3.8, -2.9)から-2.5% (-3.9, -1.1)へと低下率がやや緩やかになったが, 女性では屈曲点は認められなかった.

全国の年齢調整後の喫煙率の変化では, AAPCが男性で-2.8% (-2.9, -2.6), 女性で-2.3% (-2.7, -1.9)と有意に低下していた. 年齢調整前と比べると低下率がやや緩やかになっており, 男女差は開いていた. 男性では2010年に屈曲点を認め, 2010年を境にAPCが-3.2% (-3.6, -2.8)から-2.3% (-2.7, -1.9)と低下率が年齢調整前と同様にやや緩やかになったが, 女性では屈曲点は認められなかった.

## 2) 全国と都道府県の年齢調整喫煙率の経年変化

表1は, 2001年から2019年間の全国と都道府県の年齢調整喫煙率のAAPCを示す. 男性については, 全ての都道府県で有意な低下が確認された. 一方, 女性では, 青森県, 鳥取県, 佐賀県, 鹿児島県を除く都道府県で有意な低下が確認されたが, 男性に比べ低下率が小さいものが多かった.

## 2. 喫煙の変化と死因別死亡の変化との関連

図2は, 2001年から2019年間の都道府県の年齢調

整喫煙率のAAPCと年齢調整死亡率のAAPCとの散布図と回帰直線を死因別に示す. 散布図の各点は, 2001年から2019年間の都道府県の喫煙と死亡の経年変化(AAPC)である. 死因によって年齢調整死亡率のAAPCの大きさおよび回帰係数の大きさが異なるが, 年齢調整喫煙率の年低下率が相対的に大きい県では, 各死因による死亡の年齢調整死亡率の年低下率が相対的に大きいことが確認された.

年齢調整喫煙率のAAPCと死因別年齢調整死亡率のAAPCとの相関関係(図2)をみると, 喫煙と全死亡および脳血管疾患による死亡との関係は, Pearson (Spearman)の相関係数がそれぞれ0.46 (0.42)と0.46 (0.41)で, いずれも有意ではほぼ同じ結果となった. 喫煙と悪性新生物による死亡との相関は, 同様に0.36 (0.33)であり, 全死亡と脳血管疾患による死亡に比べ若干低い相関関係を示した. どの死因でもSpearmanの順位相関係数が若干低い, 外れ値の影響は比較的小さかったことが確認された.

表2は, 死因別の年齢調整死亡率のAAPCの都道府県差を表す分散(全分散, 誤差分散, 県間分散, 誤差分散/県間分散)を示す. 男性の心疾患を除き, どの死因でも誤差分散/県間分散は男性の方が女性よりも小さい値であった. また, 脳血管疾患の男女と全死亡の男性では比較的小さい値を示した.

都道府県別喫煙率の経年変化と死因別死亡率の経年変化との関係

表 1 全国と都道府県の年齢調整喫煙率の変化 (2001~2019年)

	男性						女性					
	年齢調整喫煙率(%)		差	AAPC (%/年)	95%信頼区間(%/年)		年齢調整喫煙率(%)		差	AAPC (%/年)	95%信頼区間(%/年)	
	2001	2019			下限値	上限値	2001	2019			下限値	上限値
全国	47.5	29.0	18.5	-2.8*	-2.9	-2.6	13.7	9.2	4.5	-2.3*	-2.7	-1.9
北海道	52.8	32.2	20.6	-2.7*	-3.2	-2.2	23.7	15.4	8.3	-2.4*	-2.8	-1.9
青森県	50.9	35.0	15.9	-2.3*	-2.7	-1.9	14.2	12.4	1.8	-0.8	-2.1	0.6
岩手県	49.9	35.2	14.7	-1.8*	-2.3	-1.4	12.0	10.0	2.0	-0.7*	-1.4	0.0
宮城県	50.0	32.9	17.1	-2.3*	-2.8	-1.9	13.7	9.7	4.0	-2.1*	-3.2	-1.1
秋田県	51.0	35.7	15.3	-2.1*	-2.6	-1.6	10.9	9.7	1.2	-0.8*	-1.3	-0.3
山形県	49.3	31.3	18.0	-2.6*	-3.2	-2.0	11.7	7.5	4.2	-2.5*	-3.1	-2.0
福島県	49.1	34.1	15.0	-2.1*	-2.3	-1.9	13.0	11.3	1.7	-0.8*	-1.5	-0.1
茨城県	51.7	31.5	20.2	-2.6*	-3.2	-2.0	12.3	8.9	3.4	-1.9*	-3.1	-0.6
栃木県	51.1	30.8	20.3	-2.8*	-3.1	-2.5	14.3	10.1	4.2	-1.9*	-2.1	-1.6
群馬県	49.4	30.6	18.8	-2.6*	-3.1	-2.2	14.5	9.2	5.3	-2.2*	-3.0	-1.5
埼玉県	49.8	27.2	22.6	-3.2*	-3.5	-2.8	15.4	9.5	5.9	-2.5*	-3.3	-1.7
千葉県	47.6	31.1	16.5	-2.3*	-2.8	-1.8	12.9	10.9	2.0	-1.5*	-2.7	-0.3
東京都	46.5	25.4	21.1	-3.2*	-3.5	-3.0	16.9	8.7	8.2	-3.8*	-4.5	-3.0
神奈川県	45.0	26.4	18.6	-3.0*	-3.5	-2.5	15.3	8.7	6.6	-3.2*	-4.5	-1.9
新潟県	50.7	30.2	20.5	-2.8*	-3.2	-2.3	11.0	9.5	1.5	-1.5*	-2.8	-0.2
富山県	47.1	30.6	16.5	-2.5*	-3.0	-2.1	10.9	6.9	4.0	-2.5*	-3.1	-2.0
石川県	38.7	27.4	11.3	-2.4*	-3.8	-0.9	21.1	7.4	13.7	-4.6*	-6.8	-2.2
福井県	48.7	30.4	18.3	-2.7*	-3.6	-1.7	9.4	7.3	2.1	-2.1*	-3.5	-0.6
山梨県	48.1	30.0	18.1	-2.5*	-2.8	-2.1	11.8	8.2	3.6	-2.3*	-3.8	-0.8
長野県	46.3	28.6	17.7	-2.6*	-3.0	-2.2	10.1	7.6	2.5	-1.6*	-2.5	-0.8
岐阜県	47.7	28.9	18.8	-2.9*	-3.4	-2.4	10.5	7.1	3.4	-2.7*	-4.7	-0.7
静岡県	48.1	29.0	19.1	-2.9*	-2.9	-2.9	13.8	9.3	4.5	-2.2*	-3.2	-1.2
愛知県	46.6	28.1	18.5	-3.0*	-3.4	-2.6	12.1	8.1	4.0	-2.7*	-3.7	-1.6
三重県	47.6	30.6	17.0	-2.6*	-3.3	-2.0	10.4	8.1	2.3	-1.7*	-3.0	-0.5
滋賀県	48.9	26.0	22.9	-3.3*	-3.8	-2.8	10.5	5.8	4.7	-3.0*	-4.2	-1.8
京都府	39.9	25.0	14.9	-2.9*	-3.5	-2.2	17.8	8.7	9.1	-3.8*	-5.3	-2.2
大阪府	47.4	29.0	18.4	-2.9*	-3.3	-2.5	15.7	10.4	5.3	-2.3*	-2.9	-1.7
兵庫県	47.6	26.0	21.6	-3.2*	-3.7	-2.6	11.4	7.1	4.3	-2.6*	-3.3	-1.8
奈良県	46.0	25.9	20.1	-3.0*	-3.4	-2.6	11.2	7.3	3.9	-2.2*	-3.5	-1.0
和歌山県	48.5	30.4	18.1	-2.7*	-3.3	-2.1	11.2	7.9	3.3	-2.7*	-4.1	-1.2
鳥取県	48.1	28.9	19.2	-2.7*	-3.4	-2.1	8.5	7.4	1.1	-1.1	-2.9	0.7
島根県	47.7	28.8	18.9	-2.7*	-3.6	-1.8	7.8	5.3	2.5	-2.4*	-3.7	-1.0
岡山県	48.3	28.7	19.6	-2.9*	-3.2	-2.6	9.5	7.6	1.9	-1.5*	-2.4	-0.6
広島県	45.3	28.8	16.5	-2.5*	-2.6	-2.4	10.8	7.6	3.2	-1.9*	-3.3	-0.6
山口県	47.3	29.4	17.9	-2.6*	-3.2	-2.0	11.7	8.0	3.7	-1.9*	-2.9	-0.9
徳島県	47.3	27.6	19.7	-3.1*	-3.7	-2.5	10.0	7.6	2.4	-2.3*	-4.0	-0.6
香川県	48.5	27.7	20.8	-3.3*	-3.8	-2.8	9.7	6.5	3.2	-2.3*	-3.7	-1.0
愛媛県	45.2	27.3	17.9	-2.8*	-3.3	-2.3	9.5	7.3	2.2	-2.1*	-3.6	-0.5
高知県	48.0	29.8	18.2	-2.5*	-2.9	-2.0	12.5	9.2	3.3	-1.8*	-2.6	-0.9
福岡県	48.4	32.2	16.2	-2.3*	-2.9	-1.7	12.9	9.6	3.3	-1.8*	-2.8	-0.7
佐賀県	50.3	36.1	14.2	-1.8*	-1.8	-1.7	10.6	8.0	2.6	-1.7	-3.3	0.0
長崎県	48.4	33.1	15.3	-2.2*	-2.7	-1.7	10.9	9.0	1.9	-1.4*	-2.2	-0.6
熊本県	45.9	31.7	14.2	-2.1*	-2.4	-1.7	10.7	8.4	2.3	-1.8*	-2.8	-0.7
大分県	46.0	31.3	14.7	-2.3*	-2.5	-2.0	10.5	7.5	3.0	-2.4*	-4.0	-0.9
宮崎県	47.1	31.9	15.2	-2.2*	-2.4	-1.9	10.9	8.6	2.3	-1.2*	-2.1	-0.4
鹿児島県	43.6	32.5	11.1	-1.9*	-2.4	-1.3	8.6	8.6	0.0	-0.6	-2.4	1.3
沖縄県	41.6	29.1	12.5	-2.0*	-2.6	-1.4	10.7	8.9	1.8	-1.5*	-2.7	-0.4

1) 差：2001年と2019年の年齢調整喫煙率の差。  
 2) AAPC：2001年から2019年間の平均年変化率，\*p<0.05。  
 3) 熊本県については、2016年を除く、2001年から2019年の6ポイントのデータを使用。

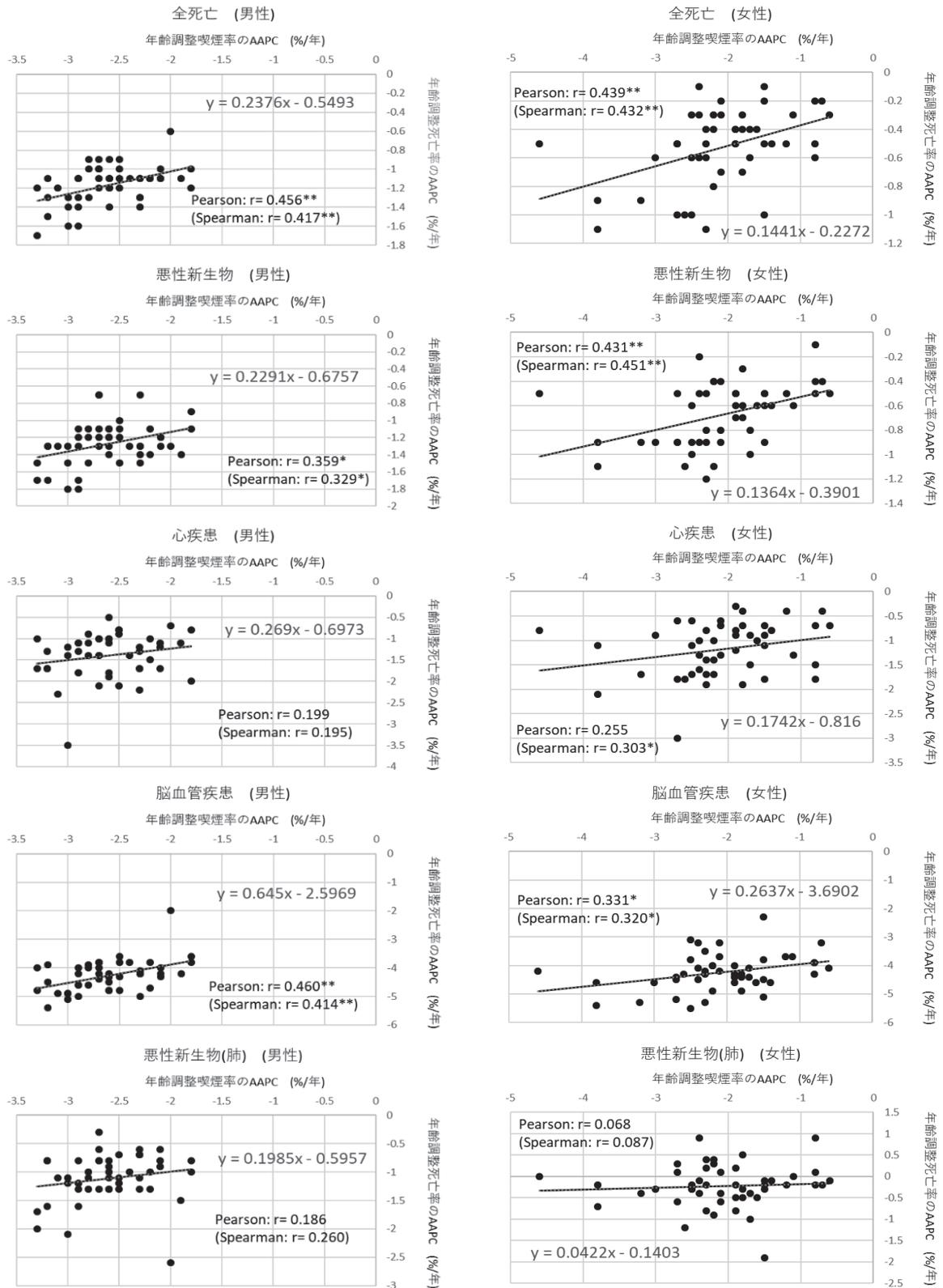


図2 喫煙の変化と死因別死亡の変化との関連

- 2001年から2019年の間における都道府県の年齢調整喫煙率の変化と死因別の年齢調整死亡率の変化との関係。左は男性, 右は女性の結果。
- Pearson: rはPearsonの相関係数, Spearman: rはSpearmanの順位相関係数, \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ 。

表2 都道府県の死因別年齢調整死亡率の平均年変化率の各分散

	全死亡		悪性新生物		心疾患		脳血管疾患		悪性新生物(肺)	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
全分散	0.042	0.071	0.063	0.066	0.283	0.307	0.306	0.419	0.177	0.252
誤差分散	0.003	0.031	0.016	0.027	0.211	0.045	0.032	0.090	0.032	0.100
県間分散	0.040	0.040	0.047	0.039	0.072	0.262	0.274	0.329	0.145	0.152
誤差分散/県間分散	0.066	0.764	0.346	0.703	2.930	0.172	0.116	0.273	0.219	0.660

- 1) 2001年から2019年の間における都道府県の死因別年齢調整死亡率の平均年変化率(AAPC)の全分散、誤差分散、県間分散、誤差分散/県間分散。  
 2) 誤差分散は各都道府県の誤差分散の平均値。  
 3) 県間分散は全分散 - 誤差分散。

#### IV. 考察

##### 1. 全国と都道府県の年齢調整喫煙率の経年変化

国民生活基礎調査で都道府県別の喫煙の調査が行われる大規模調査は3年に一度実施され[15]、調査対象世帯に占める調査実施世帯数の割合が75%を超えており、わが国の代表性を有していると考えられている[24]。全国と都道府県別の喫煙について同様に調査された先行研究では、昭和60年(1985年)モデル人口で年齢調整を行った研究が多いが[2,3,24]、本モデル人口は平成2年(1990年)から使用されており、改訂から25年以上が経過したこともあり、現在の高齢化した人口構成とは大きく異なっている[17]。そのため、本研究では「基準人口の改訂に向けた検討会による平成27年(2015年)平滑化人口」[17]を用いて年齢調整を行い、2001年から2019年の間の全国と都道府県の喫煙の経年変化を確認した。今後は、人口構成の高齢化を考慮した「平成27年(2015年)平滑化人口」を用いて年齢調整を行う研究が増えると考えられ、本研究結果はそれらとの比較も可能となる。

本研究で確認された全国と都道府県の年齢調整喫煙率と平均年変化率は、男女とも年齢調整喫煙率が一貫して低下している点と地域差や地域の特徴が、類似の先行研究[24]と同様の結果であった。

さらに、本研究では、男性の年齢調整喫煙率の経年変化において2010年に屈曲点があることが分かり、2010年以降はそれ以前に比べ年齢調整喫煙率の低下率がやや緩やかになってきていることが新たに確認された。平成26年(2014年)の国民健康・栄養調査結果の概要[25]の「喫煙の状況」によると、たばこ料金が一箱あたり100円から140円程度値上げ[11]された2010年に、それ以前に比べ、男性の喫煙率が大きく下がっていたことが確認されている。男性の年齢調整喫煙率の2010年の屈曲点以降に低下率がやや緩やかになった理由は、2010年に喫煙率がそれ以前に比べ大きく低下したために、それ以降の年低下率が鈍化したと考えられる。これは、もともと高かった値がある程度継続して低下するとそれ以前ほどは低下しにくくなる床効果(floor effect)によるものかもしれない。この結果から、これまでと同様の喫煙対策を行っ

ていても2010年以前までの禁煙効果は期待できないことを示唆していると考えられる。健康日本21(第二次)の中間評価報告書[11]においても今後の課題・対策として、「更なるたばこ税の引上げ、たばこの警告表示の強化、メディアキャンペーンの実施、たばこ広告、販売促進等の包括的禁止に加え、医療や健診等の場での禁煙支援や禁煙治療の更なる充実と普及、禁煙の相談を気軽にできるクイットラインの拡充整備といった対策を組み合わせさらに強力に進めることが必要」と記載されている。また、健康格差の縮小は健康日本21(第二次)の上位目標として掲げられていることから、このような喫煙対策に加え、喫煙率が高いまま推移している地域に国や自治体などがその状況に対応した支援を行うことも必要であろう。日本全体として引き続き喫煙率を減少させることに加え、上記のような地域に配慮した個別の対応を行うことで禁煙を引き続き推進していく必要がある。

##### 2. 都道府県別にみた喫煙の変化と死因別死亡の変化との関連

これまでにわが国の喫煙と死因別死亡との関連を調査した先行研究には、要因の曝露の観察期間が10年程度と短いものや[2]、横断的に要因と死亡との関連をみた地域相関研究[3]があるが、本研究では2001年から2019年までの間の喫煙の経年変化と同期間の全死因および主要な死因別(悪性新生物、心疾患、脳血管疾患等)年齢調整死亡率の経年変化との関連を、生態学的研究(混合法)により、JoinpointモデルのAAPCを用いて初めて分析した。その結果、死因によってAAPCの大きさが異なるが、年齢調整喫煙率の年低下率が相対的に大きい県では、各死因による死亡の年齢調整死亡率の年低下率が相対的に大きいことが確認された。特に、男性の脳血管疾患による死亡では回帰係数が0.64であり、年齢調整喫煙率の年低下率が相対的に1%大きい県では、年齢調整死亡率の年低下率は相対的に0.64%大きいと考えられた。また、 $R^2=0.21$ であり、2001年から2019年における都道府県別の男性の脳血管疾患による死亡率の経年変化の違いの約2割は喫煙の経年変化で説明されることが新たに確認された。喫煙は脳血管疾患のリスク因子のひとつとさ

れているが[4-6], 本研究でも改めてそれを裏付ける結果となった. 生態学的研究(混合法)を用いた本研究結果は, これまでの単年で要因と結果を横断的に調査した地域相関研究では確認することができない内容である. また, 因果推論には制限があるものの, 経年変化と地域差という2種類の比較を同時に行った本研究は, 地域差だけを比較した地域相関研究に比べ結果の解釈は強化される[12].

本研究では, 要因と結果との関連の希釈バイアスについても, 死因別の誤差分散/県間分散の値を算出することで検討を行った. 脳血管疾患では, 男女とも誤差分散/県間分散の値が他の死因に比べ比較的小さい値を示したことから, 脳血管疾患においては他の死因に比べ希釈バイアスが少なかったと考えられる. 一方, 予想に反して悪性新生物(肺)で相関が弱かったのは, 希釈バイアスの影響が大きかった可能性がある.

本研究では, ①要因(喫煙)に対する結果として罹患ではなく死亡を用いたため, 要因と結果の相関関係が見出しにくくなっていること, ②生態学的研究のため因果関係までは説明ができないこと, ③交絡因子の調整ができていないことが研究の限界である. 本研究では, 生態学的研究(混合法)により, 19年間の要因(喫煙)と結果(死因別死亡)のそれぞれの経年変化に着目して, その相関関係を確認した. 要因と疾患との関連を分析するためには死亡よりも罹患データの方が望ましいが, わが国では全国的な循環器疾患登録の仕組みは存在せず, 全国がん登録が開始されたのは2016年で, 地域がん登録で全都道府県のデータが揃ったのは2012年診断症例以降であり[26], 本研究の対象期間である2001年から2019年までの循環器疾患とがんの都道府県別罹患データは存在しない. そこで本研究では同期間の都道府県別のデータが公開されている公的データベースを活用し, 疾患の罹患ではなく死因別死亡率を要因の結果として利用した. そのため, 要因と結果の相関関係が見出しにくくなっている可能性がある. また, 要因である喫煙の影響が結果である死亡を引き起こすまではある程度の時間差が生じると考えられるため, 生態学的調査である本研究結果からは因果関係までを説明できない点は本研究の限界である. 今後, 要因(喫煙率の経年変化)と結果(死因別死亡率の経年変化)の因果関係をより深く検討するためには, 要因から結果が生じるまでの時間差を考慮した研究が必要になると考えられる. 本研究では, 喫煙の経年変化と死因別死亡の経年変化との相関関係のみを確認したため, 各都道府県で喫煙率の低下と同時に生じるかもしれない他の生活習慣の改善や保健医療サービスの充実などによる交絡の影響は調整できていない. 今後はそのような交絡因子を調整して関連を確認する必要がある.

本研究では, 特に経時的に生じる地域格差の変化に着目して, 喫煙率と死因別死亡率それぞれの経年変化の用量反応関係に対応する検討を行った. いくつかの研究の限界はあるものの, 年齢調整喫煙率の平均年低下率が相

対的に大きい都道府県では, 男女ともに全死亡, 悪性新生物, 脳血管疾患の年齢調整死亡率の平均年低下率が相対的に大きい有意な正の相関関係が確認され, 喫煙の減少とそれらの死亡の減少に関連の可能性があることが明らかになった. このような方法を用いた研究はわが国では乏しく, 本解析方法は, 地域における要因の変化と結果の変化との関連を検討する方法のひとつとして提案できる.

## 利益相反

利益相反なし

## 引用文献

- [1] 厚生労働省. 健康日本21(第2次)の推進に関する参考資料. Ministry of Health, Labour and Welfare. [Kenko Nippon 21(dai 2 ji)(Health Japan 21 (the second term)) ni kansuru sanko shiryō.] [https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21\\_02.pdf](https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_02.pdf) (in Japanese)(accessed 2021-12-06)
- [2] 旭伸一, 大木いずみ, 谷原真一, 尾島俊之, 中村好一, 岡山明, 他. 都道府県別観察による喫煙率と疾患別死亡率の関連. 厚生指標. 2001;48(10):11-15. Asahi S, Oki I, Tanihara S, Ojima T, Nakamura Y, Okayama A, et al. [Todofukenbetsu kansatsu ni yoru kitsuenritsu to shikkanbetsu shiboritsu no kanren.] *Kosei no Shihyo*. 2001;48(10):11-15. (in Japanese)
- [3] 池上匡. 都道府県別のがん死亡率は喫煙率と相関する. 厚生指標. 2019;66(4):43-47. Ikegami T. [Todofukenbetsu no gan shiboritsu wa kitsuen to sokansuru.] *Kosei no Shihyo*. 2019;66(4):43-47. (in Japanese)
- [4] Portegies ML, Koudstaal PJ, Ikram MA. Cerebrovascular disease. *Handb Clin Neurol*. 2016;138:239-261.
- [5] Boehme AK, Esenwa C, Elkind MS. Stroke Risk Factors, Genetics, and Prevention. *Circ Res*. 2017;120(3):472-495.
- [6] Mannami T, Iso H, Baba S, Sasaki S, Okada K, Konishi M, et al. Cigarette smoking and risk of stroke and its subtypes among middle-aged Japanese men and women: the JPHC Study Cohort I. *Stroke*. 2004;35(6):1248-1253.
- [7] 電子化医療情報を活用した疾患横断的コホート研究情報基盤整備事業. 疾患横断的エビデンスに基づく健康寿命延伸のための提言(第一次) Ver.1.0. Denshika iryo joho o katsuyo shita shikkan oudanteki cohort kenkyu joho kiban seibi jigyo. [shikkan oudanteki ebidensu ni motodoku kenko jumyo enshin no tame no teigen(dai 1 ji) Ver.1.0.] [https://www.ncc.go.jp/jp/cpub/division/cohort\\_research/project/6nc\\_cohort/6NC\\_20210820.pdf](https://www.ncc.go.jp/jp/cpub/division/cohort_research/project/6nc_cohort/6NC_20210820.pdf) (in Japanese)(accessed 2021-12-06)

- [8] IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazard to Humans. List of Classification. <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications/> (accessed 2021-12-06)
- [9] 厚生労働省. 喫煙と健康：喫煙の健康影響に関する検討会報告書. Ministry of Health, Labour and Welfare. [Kitsuen to kenko: kitsuen no kenko eikyo ni kansuru kentokai hokokusho]. <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000135586.html> (in Japanese)(accessed 2021-12-06)
- [10] 厚生労働省. 健康増進法の一部を改正する法律(平成30年法律第78号) 概要. Ministry of Health, Labour and Welfare. [Kenko zoshin ho no ichibu o kaisei suru horitsu (heisei 30 nen horitsu dai 78 go) gaiyo.] <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000469083.pdf> (in Japanese)(accessed 2021-12-06)
- [11] 厚生労働省厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会. 健康日本21(第二次)中間評価報告書. Kosei Kagaku Shingikai Chiiki Hoken Kenko Zoshin Eiyu Bukai, Ministry of Health, Labour and Welfare. [Kenko Nippon 21 (dai 2 ji)(Health Japan 21 (the second term) chukan hyoka hokokusho.)] <https://www.mhlw.go.jp/content/000378318.pdf> (in Japanese)(accessed 2021-12-15)
- [12] Morgenstern H. Ecologic studies in epidemiology: concepts, principles, and methods. *Annu Rev Public Health*. 1995;16:61-81.
- [13] Sidloff D, Stather P, Dattani N, Bown M, Thompson J, Sayers R, et al. Aneurysm global epidemiology study: public health measures can further reduce abdominal aortic aneurysm mortality. *Circulation*. 2014;129(7):747-753.
- [14] Lee JA. Melanoma and exposure to sunlight. *Epidemiol Rev*. 1982;4:110-136.
- [15] 厚生労働省. 国民生活基礎調査 調査の概要. Ministry of Health, Labour and Welfare. [Kokumin seikatsu kiso chosa no gaiyo.] <https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/20-21tyousa.html#anchor02> (in Japanese)(accessed 2021-12-06)
- [16] 総務省統計局. 政府統計の総合窓口(e-Stat). Statistics bureau of Japan. [Portal site of official statistics of Japan (e-Stat).] <https://www.e-stat.go.jp> (in Japanese) (accessed 2021-12-06)
- [17] 厚生労働省. 基準人口の改訂に向けた検討会. 基準人口の改訂に係る検討結果の報告について. Kijun jinko no kaitei ni muketa kentokai, Ministry of Health, Labour and Welfare. [Kijun jinko no kaitei ni kawaru kento kekka no hokoku ni tsuite.] <https://www.mhlw.go.jp/content/12601000/000638712.pdf> (in Japanese)(accessed 2021-12-06)
- [18] National Cancer Institute, Statistical Research and Applications Branch. Joinpoint Regression Program, Version 4.9.0.0. March, 2021. <https://surveillance.cancer.gov/joinpoint/> (accessed 2021-12-06).
- [19] Katanoda K, Hori M, Matsuda T, Shibata A, Nishino Y, Hattori M, et al. An updated report on the trends in cancer incidence and mortality in Japan, 1958-2013. *Jpn J Clin Oncol*. 2015;45(4):390-401.
- [20] Katanoda K, Hori M, Saito E, Shibata A, Ito Y, Minami T, et al. Updated Trends in Cancer in Japan: Incidence in 1985-2015 and Mortality in 1958-2018-A Sign of Decrease in Cancer Incidence. *J Epidemiol*. 2021;31(7):426-450.
- [21] Hattori M, Fujita M, Ito Y, Ioka A, Katanoda K, Nakamura Y. Use of a population-based cancer registry to calculate twenty-year trends in cancer incidence and mortality in Fukui Prefecture. *J Epidemiol*. 2010;20(3):244-252.
- [22] Saito E, Hori M, Matsuda T, Yoneoka D, Ito Y, Katanoda K. Long-term Trends in Prostate Cancer Incidence by Stage at Diagnosis in Japan Using the Multiple Imputation Approach, 1993-2014. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2020;29(6):1222-1228.
- [23] 磯博康, 嶋本喬, 山海知子, 谷川武, 大平哲也. 循環器疾患のコホート研究と統計科学. *統計数理*. 1998;46(1):21-38. Iso H, Shimamoto W, Sankai T, Tanigawa T, Ohira T. [Junkanki shikkan no cohort kenkyu to tokei kagaku.] *Proceedings of the Institute of Statistical Mathematics*. 1998;46(1):21-38.
- [24] 富岡公子. 成人喫煙率の都道府県比較および経年変化 国民生活基礎調査の集計表より. 厚生指針. 2020;67(11):22-28. Tomioka K. [Seijin kitsuenritsu no todofuken hikaku oyobi keinen henka kokumin seikatsu kiso chosa no shukeiyo yori.] *Kosei no shiyo*. 2020;67(11):22-28. (in Japanese)
- [25] 厚生労働省. 平成26年「国民健康・栄養調査」の結果の概要. Ministry of Health, Labour and Welfare. [Heisei 26 nen kokumin kenko/ eiyo chosa] no kekkano gaiyo.] <https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushinka/0000117311.pdf> (in Japanese)(accessed 2021-12-15)
- [26] 国立がん研究センター. 地域がん登録 全国がん罹患モニタリング集計. National Cancer Center. [chiiki gan toroku zenkoku gan rikan monitoring shukei.] [https://www.ncc.go.jp/jp/information/pr\\_release/2020/0415/index.html](https://www.ncc.go.jp/jp/information/pr_release/2020/0415/index.html) (in Japanese) (accessed 2022-01-26)