

城市家庭碳排放的地域特征与变动规律

——以日本 47 个城市为研究对象

The Regional Characteristics and Variation Laws of Urban Household Carbon Emissions:
A Study of 47 Cities of Japan

胡 振¹/HU Zhen, 王 玥¹/WANAG Yue, 张中华²/ZHANG Zhonghua

(1. 西安建筑科技大学 管理学院, 陕西 西安, 710055; 2. 西安建筑科技大学 建筑学院, 陕西 西安, 710055)

【摘要】分析日本 47 个城市家庭碳排放的地域特征和变动规律, 结果发现: ① 1991-2011 年间日本家庭碳排放呈现周期性变化规律, 并且随着时间的推移, 清洁能源的碳排放在家庭碳排放中的比重逐渐提高; ②城市家庭碳排放体现出明显的地域特征, 随着纬度的提高, 人均家庭碳排放逐渐增加, 家庭碳排放在城市碳排放中所占比重也逐渐提高, 由于城市面积和人口密度不同, 单位可居住面积的家庭碳排放水平呈现出南北两侧城市较低、中间城市较高的特点; ③城市人口、性别比、人均 GDP、家庭年收入、家用汽车和城市平均气温均是城市家庭碳排放的重要影响因素, 对不同家庭碳排放水平具有正向的驱动作用或负向的抑制作用。日本城市家庭碳排放的地域特征和变动规律, 体现了城市化进入更高阶段的情况下, 家庭各类能耗碳排放与相关影响因素的关系, 这可以为我国在城市化水平进一步提高的过程中, 分析城市家庭碳排放的变动趋势和控制对策提供指导和借鉴。

【关键词】家庭碳排放; 地域特征; 变动规律

【中图分类号】TU111.3

【文献标识码】A

【Abstract】This paper analyzes the regional characteristics and the behaviors of carbon emissions in 47 cities of Japan. It finds that: (1) During 1991 to 2011, household carbon emissions in Japan showed a cyclical regulation, at the same time, the proportion of carbon emissions produced by clean energy increased gradually. (2) The regional characteristics of urban household carbon emissions seems obviously, for that the carbon emissions of per capita increased with latitude, as the same as the proportion of household carbon emissions in total urban carbon. Because of the different levels of urban area and population density, the household carbon emissions of per unit living area in north and south cities were lower than middle' s. (3) The population of urban, gender ratio, per capita GDP, family income, household cars and urban average temperature are important factors in the carbon emission of urban households, and they have positive or negative effects on household carbon emissions. It reflects the relationships between the household carbon emissions and various factors during the developing of cities in the regional characteristics and changing law of Japanese urban household carbon emissions, which can provide guidance and reference for us to analyze and control our urban household carbon emissions.

【Keywords】Household Carbon Emissions; Regional Characteristics; The Laws of Change

0. 引言

家庭碳排放是城市碳排放总量的重要组成部分, 表现为满足家庭居住和生活所需的采暖、空调、炊事、热水等需求的能源消费的 CO_2 排放量^[1-4]。随着我国城市化进程的加快, 城市居民生活能源消费高速增长, 进而驱动城市碳排放的增长。因此, 减少 CO_2 排放量, 发展低碳经济与低碳社会成为人类应对全球气候变暖的基本共识^[5]。

家庭碳排放的影响因素较多, 概括起来包括地域人口规模、经济、气候、家庭收入、家庭用能设备等。通常, 人口规模、居民可支配收入、居民生活消费支出、居民年龄结构等因素对家庭碳排放量具有加剧作用^[6], 但其影响程度存在着明显的城乡差异, 对城镇居民碳排放水平的影响一般会大于农村^[7]; 城市蔓延会显著提高城市家庭居住碳排放水平, 特别是在小城市表现得更为明显^[8]; 适度控制城市蔓延速度, 促进城市空间的紧凑型发展可以提高城市基础设施利用效率, 从而降低能耗和碳排放水平^[9]。在特大城市, 尽管气候条件、资源禀赋以及能源利用方式对家庭碳排放有较大影响, 但经济因素仍是特大城

市能耗变化的主要原因^[10]。城镇居民直接生活能耗一般具有显著的空间相关性, 相邻省份的消费量会产生正向刺激效应, 而人口规模对碳排放水平具有明显的促进效应, 收入水平也是最重要的驱动因素, 节能技术的发展则会在一定程度上抑制家庭碳排放的增加^[11]。通常, 城市人口上升会增加家庭数量, 从而会有更多家庭消耗能源, 增加碳排放水平^[12], 人口的年龄结构、消费观念、身体状况等对家庭碳排放也具有显著影响^[13-16]。家庭规模与总户数这两个因素相互关联, 对家庭碳排放的影响方向不同, 家庭规模减小而产生的碳排放增长很可能抵消由于人口总量控制对减少碳排放的贡献^[17]; 也有研究表明家庭规模对碳排放的影响具有不确定性, 既可能正相关, 也可能负相关, 因此, 家庭规模的小型化并非一定意味着能源消费效率的下降, 家庭规模过大或者过小都将对减少碳排放带来不利影响^[18]; 类似的研究也体现在婚姻等方面, 家庭婚姻状况对碳排放的影响有时也会显著, 但并不连续^[19]。家庭成员处于就业、退休或学习等不同状态, 对家庭碳排放的影响也不同, 就业者通过衣着、家用设备、家居、通讯、交通和文教娱乐等多类消费增加家庭的隐含碳排放, 退休者增加家庭医疗保健消费的隐含碳排放, 就学者食品消费的隐含碳排放较高^[20]。性别也是碳排放差异的

重要原因,通常,女性比男性更容易实施低碳环保的能源使用行为^[21],因此如果男性人口增加可能会提高能源消费。家庭用能设备是家庭碳排放的载体,其能耗水平对碳排放影响较大,家庭成员对家用电器不合理的选择和使用、不合理的生活用电习惯、家用电器的过度使用等,都是导致生活用电能耗明显增加的重要原因^[22-23];除家用电器以外,家用汽车属于高能耗出行行为,如果城市公共服务设施布局过于分散且距离较长,家庭会有更多意愿选择家用汽车出行^[24]。家庭收入提高会导致居民对生活质量有更高的要求,从而增加能源消费,但高收入家庭往往因受教育程度更高,对节能低碳的社会责任感更强而乐于采取节能措施。也有研究表明,基于健康考虑,人们在年龄大的时候更关注家庭能源的选择^[25];人们经常与邻居沟通,相互信任,也会影响他人的节能行为,从而影响碳排放水平^[26]。气候也是家庭碳排放的重要影响因素,调研结果显示,广州、北京、上海同类型住宅项目生活热水所占能耗比例逐渐下降^[27],而且,这三个城市住宅通风换气次数的多少对于夏季空调能耗的影响规律是不同的,北京、上海住宅的空调全年累计耗能量随着换气次数呈抛物线的规律变化,广州地区夏季空调的能耗随着换气次数的增加呈线性增加的趋势^[28]。

综上所述,已有文献分析了家庭碳排放的主要影响因素,对本文具有较好的指导和借鉴意义。经济发展水平、气候特点以及所在地区的资源环境不同,家庭生活所选择的能耗设备也会不同,家庭碳排放的规律也应有所差异。日本是发达国家,其经济发展水平居于世界前列,城市化水平很高,但日本并不是能源富裕国家,很多生活必需的基本能源都要依赖于进口,另外,日本地域狭长,南北纬度跨度极大,在这一特殊的背景下,其家庭能耗及其碳排放应体现出不同的特征和变动规律。正因如此,本文以日本 47 个城市为研究对象,分析家庭碳排放的区域特征,以及在主要因素影响下家庭碳排放的变动规律,可以为我国在城镇化和经济发展水平进入更高阶段的发展过程中,加强城市家庭碳排放的管理和控制,提供指导和借鉴。日本资源能源厅每年公布都道府县家庭能耗的统计数据,日本统计局会对日本人口、性别、人均 GDP 和平均气温进行长期系统的统计,日本厚生劳动省《每月劳动调查统计年报·地方调查》定期提供日本家庭收入情况,日本总务省统计局《家计调查结果“家计生活篇”》(二人以上家庭)中对家庭汽车数据有详细统计,这些统计资料为分析日本家庭碳排放的构成与区域特征提供了真实可信的数据来源。

1. 日本家庭碳排放的构成与区域特征

1.1 日本家庭碳排放的变化

日本家庭能耗主要包括五种类型:轻质石油产品、液化石油气、都市瓦斯、电和工业余热,均产生不同程度的碳排放,其中,家庭用轻质油制品主要包括汽油、柴油、煤油等,主要用于满足家用汽车、机器等方面的能源需求;液化石油气、都市瓦斯、电和工业余热,主要用于满足家庭炊事、照明、制冷和热水等方面的生活能源需求。

在 1991 年至 2011 年的 21 年间,日本家庭碳排放总量上涨了 52.19%,平均年增长率为 2.49%(图 1)。从这 21 年来看,日本家庭碳排放的变化基本以“4~6 年”为一个周期,呈现出周期性上升的特征,在每个周期内,明显的表现出“上升—回落”的态势,处于波谷的年度分别为 1993、1998、2001、2004

和 2009 年,处于波峰的年度分别为 1995、2000、2003 和 2007 年。

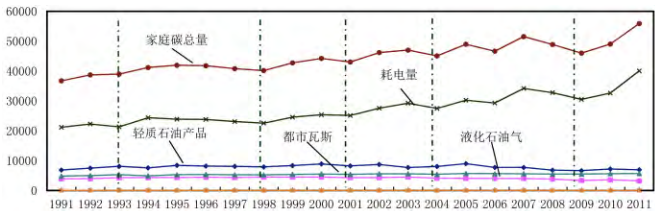


图 1 1991-2011 年日本家庭能耗碳排放的变化

从 1991~2011 年日本家庭碳排放变化趋势还可以看出,家庭碳排放总量的变化与家庭用电的变化高度相关,其变化趋势基本一致,而其他能耗对家庭碳排放总量的影响有限,变化趋势也不相同。1991 年,日本家庭用电量占能耗总量的比例为 57.64%,到 2011 年,这一比例增长达到 71.64%。在这 21 年间,家庭用电量增长了 89.16%,年均增长率为 4.25%。在其他能耗方面,与 1991 年相比,2011 年都市瓦斯的消耗量增长比例为 18.03%,年均增长仅为 0.86%,而轻质油制品消耗量 2011 年与 1991 年比,增长幅度仅为 1.25%,基本未发生变化,液化石油气消耗量则体现出下降的趋势,2011 年液化石油气消耗量为 1991 年的 83.22%,下降了 16.78%,年均降低幅度为 0.80%。可见,日本家庭碳排放总量的增长主要是由于用电量增长造成的,轻质油制品、都市瓦斯和液化石油气的耗量增长幅度有限,影响较小。

1.2 日本家庭碳排放的区域特征

1.2.1 区域家庭能耗强度

从整体上看,日本家庭碳排放总量与城市碳排放总量的变化是一致的,城市碳排放总量较大的城市,其家庭碳排放排名也处于前列,反之,城市碳排放总量排名靠后的城市,家庭碳排放排名也较低(表 1)。例如,日本城市碳排放排名前 10 名的城市是爱知、东京、千叶、神奈川、兵库、广岛、北海道、大阪、冈山、福冈,其家庭碳排放基本处于前十名,仅有冈山排名为 12 名;日本城市碳排放排名后十名的城市是富山、山形、岛根、香川、石川、高知、鸟取、福井、佐贺、奈良、德岛、山梨,其家庭碳排放基本处于后十名,仅有山形和奈良排名为 28 名和 34 名。同时,不论是城市碳排放总量还是家庭碳排放总量,日本城市间均有较大的差异。日本城市碳排放总量的平均水平为 $5212.05 \times 103tC$,最高的爱知($17729.99 \times 103tC$)比最低的山梨($1097.73 \times 103tC$)高约 15 倍;家庭碳排放总量平均水平为 $1043.10 \times 103tC$,最高的东京($4774.80 \times 103tC$)比最低的高知($225.32 \times 103tC$)高约 20 倍。

从家庭碳排放在城市碳排放总量中所占的比重来看,其与家庭碳排放排名和城市碳排放总量排名的相关性均不大,随这两个因素变化的趋势并不明显,家庭碳排放占城市碳排放比重最高的城市是山形,其城市碳排放和家庭碳排放排名分别为 37 和 28;家庭碳排放占城市碳排放比重最低的城市是大分,其城市碳排放和家庭碳排放排名分别为 14 和 35。但在区域上,这一比例关系体现出了随着纬度提高而增加的趋势。在日本南端的九州、四国(含冲绳)和本州的南部,家庭碳排放占城市碳排放的比重基本为 17%-21%之间,最低的为四国岛的四个城市(德岛、香川、爱媛、高知),这一比重为 17.26%;而在中部地区这一指标有所上升,本州北陆地区四个城市(新潟、富山、石川、福井)的均值为 23.32%,本州关东地区 7 个城市(茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、东京、神奈川、山梨、长野)的均值为 22.20%;随着纬度的增加,在日本北部,这一指标进一步

表 1 日本 2010 年城市能耗与家庭碳排放水平

城市	家庭碳排放 (1)		城市碳排放 (2)		(1)/(2)	
	合计 (103tC)	排序	总量 (103tC)	排序	比重 (%)	排序
东京	4774.8	1	15553.99	2	30.7	5
爱知	3228.39	2	17729.99	1	18.21	35
神奈川	3011.08	3	13637.15	4	22.08	26
大阪	2809.13	4	10566.76	8	26.58	14
北海道	2791.44	5	10886.84	7	25.64	18
埼玉	2309.42	6	8110.28	12	28.48	6
千叶	2117.13	7	15379.78	3	13.77	40
福冈	1857.85	8	10289.04	10	18.06	36
广岛	1825.79	9	12863.12	6	14.19	39
兵庫	1700.8	10	12889.84	5	13.19	41
静岡	1379.37	11	6600.95	15	20.9	29
冈山	1228	12	10319.72	9	11.9	43
新潟	1072.52	13	4342.46	17	24.7	19
宫城	1069.83	14	4090.5	18	26.15	15
福岛	958.27	15	3400.26	21	28.18	8
山口	910.15	16	8444.9	11	10.78	45
茨城	909.77	17	7747.72	13	11.74	44
冲绳	857.59	18	2691.8	29	31.86	3
长野	856.44	19	3330.23	22	25.72	16
岐阜	814.94	20	3464.7	20	23.52	20
京都	806.94	21	2881.45	27	28	9
三重	770.44	22	4751.41	16	16.21	37
青森	672.55	23	2994.06	25	22.46	23
群马	648.06	24	2905.91	26	22.3	25
岩手	634.06	25	2351.47	31	26.96	12
熊本	622.45	26	2707.53	28	22.99	22
栃木	620.63	27	3213.67	23	19.31	33
山形	558.41	28	1682.12	37	33.2	1
鹿儿岛	555.46	29	2388.35	30	23.26	21
秋田	546.27	30	1764.2	35	30.96	4
长崎	508.18	31	1888.92	34	26.9	13
爱媛	456.67	32	3812.91	19	11.98	42
岛根	450.47	33	1592.59	38	28.29	7
奈良	422.58	34	1303.88	45	32.41	2
大分	415.35	35	6783.1	14	6.12	47
石川	391.13	36	1449.23	40	26.99	11
滋贺	388.24	37	2076.72	32	18.7	34
宫崎	373.97	38	1917.19	33	19.51	32
鸟取	372.53	39	1378.84	42	27.02	10
富山	369.16	40	1757	36	21.01	28
香川	336.05	41	1582.59	39	21.23	27
佐贺	296.74	42	1322.41	44	22.44	24
和歌山	291.06	43	3003.04	24	9.69	46
山梨	281.98	44	1097.73	47	25.69	17
福井	273.74	45	1330.09	43	20.58	30
德岛	254.64	46	1286.7	46	19.79	31
高知	225.32	47	1403.25	41	16.06	38

数据来源：日本资源能源厅公布的统计数据。

提高，本州东北地区 6 个城市（青森、岩手、宫城、秋田、山形、福岛）的均值为 27.99%，而北海道家庭碳排放占城市碳排放的比重为 25.64%。

从家庭碳排放与城市规模的关系也可以看出，日本家庭碳排放具有明显的区域特征（图 2）。城市人口和城市可居住面

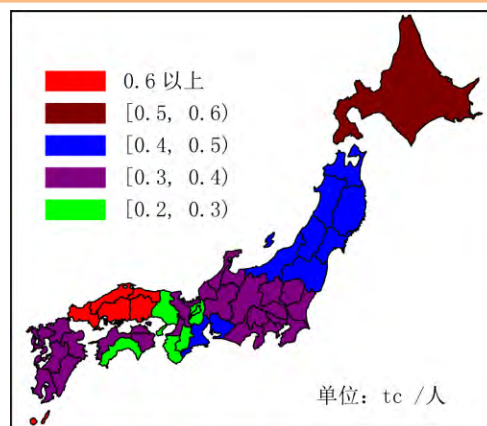


图 2 日本人均家庭能耗碳排放分布

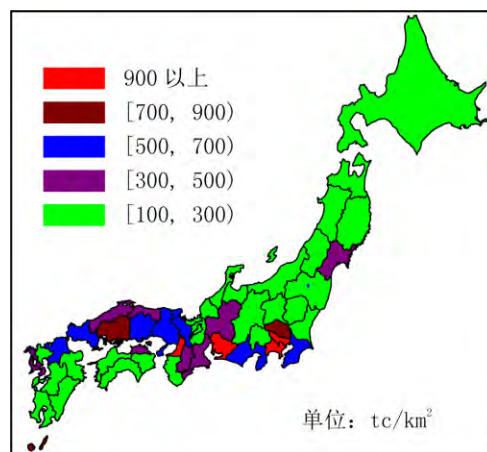


图 3 日本单位可居住面积家庭能耗碳排放分布

积是反映城市规模的重要指标。总体上看，日本由南向北随着纬度的提高，人均家庭碳排放体现出逐渐增加的趋势，在本州岛的南部城市、四国岛和九州岛部分，人均家庭碳排放基本处于 0.2-0.4tc/人这一区间，人均家庭碳排放最低的城市是滋贺，该指标为 0.28tc/人。而在本州岛的北部人均家庭能耗分布的区间处于 0.4-0.5tc/人，更北部的北海道则增加到 0.5-0.6tc/人。处于本州岛西南部的五个城市（鸟取、岛根、冈山、广岛、山口）和冲绳，人均家庭碳排放均超过 0.6tc/人，最高的城市是广岛，其值为 0.64tc/人，究其原因，这些城市人口较少，鸟取和岛根是日本人口最少的两个城市，2010 年人口分别为 58.9 万和 71.7 万，很多基础性能耗一般是固定的，当人口较少时，人均能耗水平通常较高。

从单位可居住面积承载的家庭碳排放分布来看，日本呈现出明显的南北两侧较低、中部城市较高的特征（图 3）。北海道、本州北部大部分区域以及四国、九州区域城市家庭碳排放基本处于 100-300tc/km²，本州南部区域家庭碳排放水平逐渐增加，东京、大阪、神奈川和爱知排名前四，单位可居住面积承载的家庭碳排放水平平均超过 900tc/km²，这些城市人口规模较大，人口密度较高，相对于北海道、岩手、秋田等北部城市来说，城市可居住面积相对较少，单位可居住面积承载的家庭碳排放也随之增加。

1.2.2 区域家庭能耗结构

从大的区域来看，日本自北向南随着气候的变暖，家庭碳排放结构也体现出明显的规律性。北海道、本州、四国、九州四个区域家庭用电的碳排放比例逐渐增加（图 4），分别为 42%、67%、71% 和 78%，轻质油制品的碳排放比例逐渐降低，

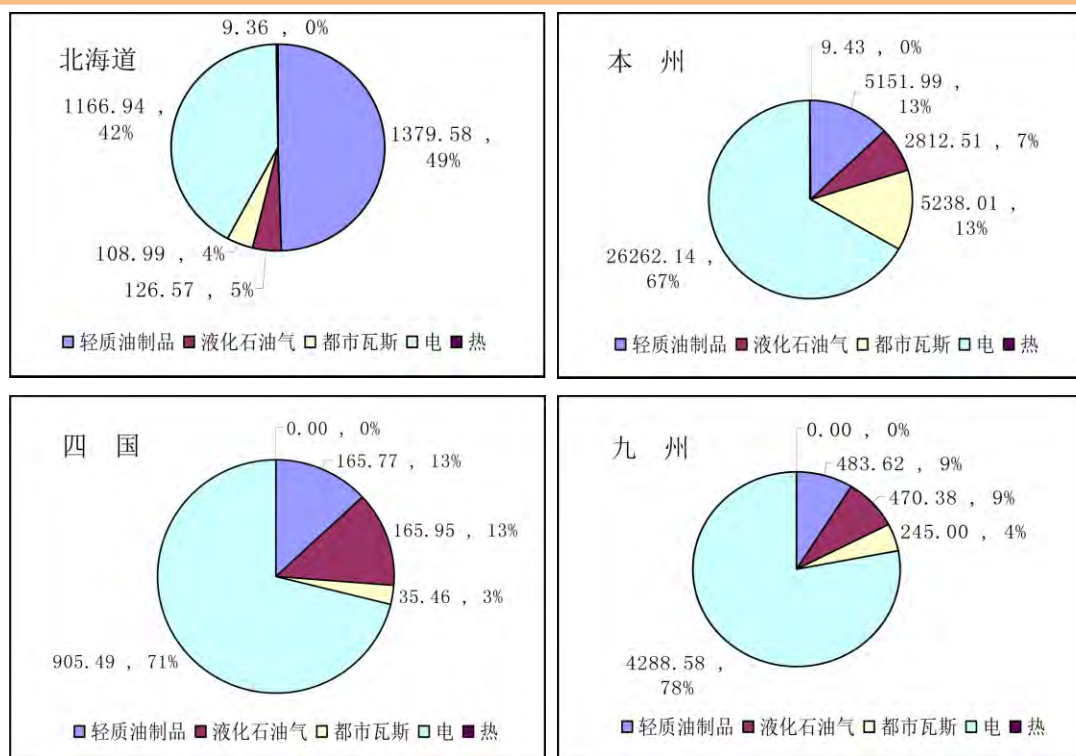


图4 日本各地区家庭碳排放结构

分别为49%、13%、13%和9%，可见，除北海道以外，本州、九州和四国的家庭能源主要为电能。在平均气温最低的北海道，家庭主要能源为轻质油制品，其消耗量比例超过用电量7个百分点，而在本州、四国和九州地区，均远远低于用电量。在液化石油气的消耗方面，北海道、本州、四国三个地区体现出逐渐增加的趋势，四国地区最高，为13%，九州略低于四国，为9%，但也明显高于北海道的5%和7%。在都市瓦斯的消耗方面，本州明显高于其他地区，其碳排放所占比例为13%，其他三个地区差异比较小，碳排放所占比例为3%至4%之间。

2. 日本家庭碳排放变动规律拟合

2.1 变量选择与研究设计

为了进一步拟合日本家庭碳排放的变动规律，本文选择轻质油制品、石油液化气、都市瓦斯和电四种家庭碳排放为被解释变量，选择城市人口、性别比、人均GDP、家庭年收入、家用汽车和城市平均气温作为解释变量，构建拟合模型（表2）。在解释变量中，城市人口反映了城市规模的大小，性别比为城市男性人口与女性人口的比值（按百分比计算），反映了城市人口分布情况，人均GDP反映了城市经济发展水平，家庭汽车为每1000个家庭拥有家用汽车的数量，与城市家庭收入共同反映了家庭富裕程度和资产拥有状况，平均气温则反映了城市气候情况。

需要说明的是，尽管工业余热也是日本家庭能源的组成部分，但应用该能源的城市很少（仅有6个），不具有普遍性，比例也很低，因此并未将其纳入被解释变量分析其变动规律。

研究过程分两步进行，首先，根据文献归纳和理论分析结果，构建全要素影响下的多元线性回归模型（公式1-4）；其次，通过实证检验，分析模型的拟合效果和各因素的拟合优度，针对不显著的因素进行理论分析的基础上，进行处理或剔除，逐步提高拟合模型的效果，最后确定最优的拟合模型。

$$LOP=A_1+B_1 \times POP+C_1 \times SR+D_1 \times PGDP+E_1 \times HI+F_1 \times PC+G_1 \times AT \quad (1)$$

$$LOPG=A_2+B_2 \times POP+C_2 \times SR+D_2 \times PGDP+E_2 \times HI+F_2 \times PC+G_2 \times AT \quad (2)$$

$$TG=A_3+B_3 \times POP+C_3 \times SR+D_3 \times PGDP+E_3 \times HI+F_3 \times PC+G_3 \times AT \quad (3)$$

$$ELE=A_4+B_4 \times POP+C_4 \times SR+D_4 \times PGDP+E_4 \times HI+F_4 \times PC+G_4 \times AT \quad (4)$$

上述公式中， A_i ($i=1, 2, 3, 4$) 为常数项， B_i 、 C_i 、 D_i 、 E_i 、 F_i 、 G_i ($i=1, 2, 3, 4$) 为各变量的回归系数，其他符号含义见表2。

2.2 研究设计

本文选择日本47个城市2010年数据为研究样本，家庭各类碳排放数据来源于日本资源能源厅公布的都道府县家庭能耗的统计数据，人口、性别、人均GDP和平均气温来源于日本统计网长期系列统计数据，家庭收入来源于日本厚生劳动省《每月劳动调查统计年报·地方调查》，家用汽车数据来源于日本总务省统计局《家计调查结果“家计生活篇”》（二人以上家庭），样本数量为47，所有样本均相互独立，能够满足多元线性回归对样本独立性的要求，所有变量的描述性统计参数见表3。

2.3 函数拟合

根据上述变量选择，应用Stata13.0软件，构建各类碳排放的拟合函数，并通过参数检验判断其有效性，通过参数检验的拟合函数参见表4。通过回归拟合分析和参数检验，可以发现：

（1）城市人口对各类能耗均有显著影响，且呈现出正向相关的关系，而且都在1%水平上显著。城市人口每增加1万人，家庭轻质油制品、液化石油气、都市瓦斯和电的碳排放分别增加 $994 \times 10^3 \text{tC}$ 、 $0.146 \times 10^3 \text{tC}$ 、 $0.909 \times 10^3 \text{tC}$ 和 $1.784 \times 10^3 \text{tC}$ ，说明随着城市人口的增长，各类家庭碳排放均同向增加。

（2）性别比与轻质油制品和都市瓦斯的碳排放呈现出负向的相关性，与液化石油气的碳排放耗费呈现出正向的相关性。男性人口比女性人口每增加1%，轻质油制品和都市瓦斯的碳排放分别下降 $21.836 \times 10^3 \text{tC}$ 和 $5.359 \times 10^3 \text{tC}$ ，液化石油气的碳排放则增加 $4.970 \times 10^3 \text{tC}$ ，这说明了男性和女性在家庭中

表 2 变量选择			
	变量名称	简 写	单 位
被解释变量	轻质油制品	LOP	10 ³ tC
	石油液化气	LOPG	10 ³ tC
	都市瓦斯	TG	10 ³ tC
	电	ELE	10 ³ tC
解 释 变 量	城市人口	POP	万人
	性别比	SR	%
	人均 GDP	PGDP	万日元
	家庭年收入	HI	万日元
	家用汽车	PC	辆 /1000 家庭
	平均气温	AT	℃

表 3 变量的统计性描述						
	变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	LOP	47	152.7864	207.3908	27.26	1379.58
	LOPG	47	76.0730	66.0480	20.31	330.72
	TG	47	119.7323	235.1909	3.88	1239.22
	ELE	47	694.1100	612.4416	167.23	3112.45
解释变量	POP	47	272.4638	268.2169	58.9	1315.9
	SR	47	93.0023	3.8313	87.52	100.91
	PGDP	47	377.0474	69.4861	268.54	722.50
	HI	47	621.5055	64.6040	473.28	761.52
	PC	47	512.8681	84.2152	233.30	641.60
	AT	47	15.7872	2.2438	9.80	23.10

表 4 日本家庭能耗的拟合函数					
模 型	LOP	LOPG	TG	ELE	
POP	0.994*** (4.469)	0.146*** (4.680)	0.909*** (13.632)	1.784*** (9.737)	
SR	-21.836** (-2.308)	4.970*** (3.405)	-5.359* (-1.715)		
PGDP	-0.986** (-2.218)	-0.234*** (-3.009)	0.570*** (3.418)	1.032** (2.141)	
HI				-0.787* (-1.682)	
PC	1.703*** (2.952)				
AT		-7.181** (-2.101)	17.016** (2.325)	-41.175* (-1.997)	
_cons	1411.171* (1.918)	-224.112 (-1.513)	-112.964 (-0.356)	958.079** (2.288)	
Number of obs	47	47	47	47	
F	5.694	39.662	128.272	109.927	
Prob > F	0.001	0.000	0.000	0.000	
R-squared	0.3352	0.791	0.924	0.913	
Adj R-squared	0.290	0.771	0.917	0.905	
Root MSE	174.770	31.624	67.705	189.256	

注：括号中为 t 值；*，**，*** 分别为 10%，5%，1% 上显著。

的角色不同，其能耗行为导致碳排放的影响方向也不同。

(3)人均 GDP 与各类能耗均显著相关,但影响方向并不一致,轻质石油制品和液化石油气的消耗呈负向相关,都市瓦斯和电的耗费呈正相关。人均 GDP 每增加 1 万日元,轻质油制品和液化石油气的碳排放分别降低 0.986×10³tC 和 0.234×10³tC,都市瓦斯和电则分别增加 0.570×10³tC 和 1.032×10³tC。这一变化说明,

随着经济发展水平的提高,人们逐渐减少非清洁能源的消费,取而代之的是增加清洁能源的消费。

(4)家庭收入的增长对碳排放的影响仅体现在家庭用电方面,二者呈现负相关的关系。家庭收入每增加 1 万日元,家庭用电的碳排放会降低 0.787×10³tC,这验证了在日本这样的发达国家,家收入更高的家庭,节能的意识更强,碳排放反而更低。

(5)家用汽车的拥有量与轻质石油制品的消耗呈现出明显的正相关关系,每 1000 个家庭中如果汽车增加 1 辆,整个城市家庭轻质油制品的碳排放增加 1.703×10³tC,家用汽车的能耗主要是汽油,其增加通常只会对轻质油制品的耗费产生影响。

(6)年度平均气温的变化,与家庭液化石油气和电的碳排放呈负相关,与家庭都市瓦斯的碳排放呈正相关,平均气温每增加 1 度,液化石油气和电的碳排放分别下降 7.181×10³tC 和 41.175×10³tC,都市瓦斯则上升 17.016×10³tC。气温增加会降低采暖能耗,家庭因采暖而产生的液化石油气和耗电碳排放显然会随之下降,而都市瓦斯的碳排放增加,则反映了温度对家庭炊事行为的积极影响。城市平均气温对轻质油制品的回归系数并不显著,则说明对于家庭汽车、机器用的汽油、柴油等,其消耗与气候的变化相关性并不明显。

3. 结论

综上所述,本文分析了日本 47 个城市轻质油制品、液化石油气、都市瓦斯、电等各类家庭能源消费碳排放所体现出来的特征和规律,得出如下结论:

①日本城市家庭碳排放变化具有周期性。从 1991 到 2011 这 21 年间,日本家庭碳排放总体上以“4-6”年为一个周期呈现出逐渐上升的趋势,并且随着时间的推移,家庭耗电的碳排放放在家庭碳排放的比重越来越高,家庭能耗也体现出向清洁能源转变的趋势;

②日本城市家庭碳排放体现出明显的地域特征。随着纬度的提高,城市人均家庭碳排放水平以及家庭碳排放在城市碳排放总量中所占比重均体现出逐渐增加的趋势,但由于相对于中部地区,南北两侧城市可居住面积较大,人口密度较小,单位可居住面积家庭碳排放水平呈现出南北两侧城市较低、中间城市较高的特征;

③城市人口、性别比、人均 GDP、家庭年收入、家用汽车和城市平均气温均影响着城市家庭碳排放水平,但影响类别和方向有所差异,说明了城市规模对城市家庭碳排放而言是重要的促进因素,经济发展水平则明显地推进了家庭能耗向清洁能源的转换,其他因素的变化也显著影响着相关能耗的碳排放水平。

应该说,日本政府从很早以前就开始重视经济发展与环境保护并行,在发展经济的同时,加强能耗和碳排放控制,在建筑领域率先提出环境共生住宅、全寿命低碳建筑等一些标准和方法,指导家庭树立低碳理念,生活方式也向绿色、节能、低碳的方向发展。我国虽是发展中国家,整体城市化水平与日本相比仍有差距,但对于中部、东部一些城市化水平和经济发展水平较高的地区而言,可以合理借鉴日本等相关国家、地区的城市家庭碳排放的特征和规律,制定适合城市特点的节能减排政策或措施,对于降低城市碳排放水平,促进城市的可持续发展具有重要意义。

【基金项目】

国家自然科学基金面上项目(51578438)

【参考文献】

- [1] Baker, P., Blundell, R. The micro-econometric approach to modelling energy demand: some results for UK households[J]. Oxford Review of Energy Policy, 1991, 7 (2): 54-76.
- [2] Baker, P., Blundell, R., Micklewright, J. Modelling household energy expenditures using micro-data[J]. Economic, 1989, 99 (397): 720-738.
- [3] Emmanuel Hache, Déborah Leboullenger, Valérie Mignon. Beyond average energy consumption in the French residential housing market: A household classification approach[J]. Energy Policy, 2017, 8(107): 82-95.
- [4] Jianhua Huang, Kevin Robert Gurney. The variation of climate change impact on building energy consumption to building type and spatiotemporal scale[J]. Energy, 2016, 5(111): 137-153.
- [5] 张艳, 秦耀辰, 闫卫阳, 等. 我国城市居民直接能耗的碳排放类型及影响因素[J]. 地理研究, 2012, 31(2): 345-356.
- [6] 万文玉, 赵雪雁, 王伟军. 中国城市居民生活能源碳排放的时空格局及影响因素分析[J]. 环境科学学报, 2016, 36(9): 3445-3455.
- [7] 曲建升, 刘莉娜, 曾静静, 等. 中国城乡居民生活碳排放驱动因素分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(8): 33-41.
- [8] 刘修岩, 王利敏, 朱淑文. 城市蔓延提高了家庭的居住碳排放水平吗? ——来自中国南方城市面板数据的证据[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2016, 18(5): 101-108.
- [9] 李治, 李培, 郭菊娥, 等. 城市家庭碳排放影响因素与跨城市差异分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(10): 87-94.
- [10] 滕飞, 刘毅, 金凤君. 中国特大城市能耗变化的影响因素分解及其区域差异[J]. 资源科学, 2013, 35(2): 240-249.
- [11] 李国志, 赵峰. 城镇居民直接生活能耗的空间计量分析[J]. 人口与经济, 2015, 22(4): 1-8.
- [12] 李怡涵, 牛叔文, 沈义, 等. 中国人口发展对家庭生活基本能耗及碳排放的影响分析[J]. 资源科学, 2014, 36(5): 988-997.
- [13] 李兆坚, 江亿. 北京市住宅空调负荷和能耗特性研究[J]. 暖通空调, 2006, 36(8): 1-6.
- [14] 李兆坚, 江亿, 魏庆范. 北京市某住宅楼夏季空调能耗调查分析[J]. 暖通空调, 2007, 37(4): 46-51.
- [15] Yumiko Iwafune, Yoshie Yagita. High-resolution determinant analysis of Japanese residential electricity consumption using home energy management system data[J]. Energy and Buildings, 2016, 3(116): 274-284.
- [16] K. Rathnayaka, S. Maheepala, B. Nawarathna, B. George, H. Malano, M. Arora, P. Roberts. Factors affecting the variability of household water use in Melbourne, Australia[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2014, (92): 85-94.
- [17] 陈佳瑛, 彭希哲, 朱勤. 家庭模式对碳排放影响的宏观实证分析[J]. 中国人口科学, 2009, (05): 68-78+112.
- [18] 王钦池. 基于非线性假设的人口和碳排放关系研究[J]. 人口研究, 2011, 35(1): 3-13.
- [19] Johan Martinsson, Lennart J. Lundqvist, Aksel Sundström. Energy saving in Swedish households. The (relative) importance of environmental attitudes[J]. Energy Policy, 2011, 39(9): 5182-5191.
- [20] 徐新扩, 韩立岩. 就业状态对家庭消费隐含碳排放的影响——来自中国城市家庭的微观证据[J]. 管理评论, 2016, 28(12): 145-154.
- [21] 孙岩. 家庭异质性因素对城市居民能源使用行为的影响[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2013, 15(5): 23-28.
- [22] 简毅文, 李清瑞, 白贞, 等. 住宅夏季空调行为对空调能耗的影响研究[J]. 建筑科学, 2011, 27(12): 16-19.
- [23] 简毅文, 孔维嘉, 刘昊宣, 等. 住宅生活用电行为对能耗影响的分析研究[J]. 建筑科学, 2013, 29(4): 15-19.
- [24] 霍燧, 郑思齐, 杨赞. 低碳生活的特征探索——基于2009年北京市“家庭能源消耗与居住环境”调查数据的分析[J]. 城市与区域规划研究, 2010, 3(2): 55-72.
- [25] Kivılcım Metin Özcan, Emrah Gülay, Şenay Üçdoğruk. Economic and demographic determinants of household energy use in Turkey[J]. Energy Policy, 2013, 60(9): 550-557.
- [26] Shiro Hori, Kayoko Kondo, Daisuke Nogata, Han Ben. The determinants of household energy-saving behavior: Survey and comparison in five major Asian cities[J]. Energy Policy, 2013, 52(1): 354-362.
- [27] 王静, 任川山, 王耀堂. 从广州亚运城项目分析住宅能耗比例[J]. 给水排水, 2011, 37(8): 92-96.
- [28] 王智超, 杨英霞. 通风对住宅夏季空调能耗的影响[J]. 暖通空调, 2012, 42(4): 79-81.

【作者简介】

胡振(1975—),男,博士,西安建筑科技大学管理学院教授,研究方向为建筑运行能耗控制理论与方法。

严 正 声 明

近来,一些公司未经我刊允许,以与杂志合作刊登稿件的名义征集稿件,严重影响了杂志的声誉。

另,近日发现有不法分子冒用本刊名誉非法制作钓鱼网站。

在此,《城市发展研究》杂志郑重声明,本杂志未与任何公司签定合作协议,他们的行为是个人行为,作者因此而发生的任何纠纷损失与本杂志无关,我刊保留追究其法律责任的权利。作者如遇到类似事情,请提高警惕,注意甄别,并主动和我刊编辑部联系核实。

投稿邮箱: ebuds@263.net 电话: 010-58933424 58933972

传真: 010-68313149

投稿地址: 北京市海淀区三里河路9号住房和城乡建设部《城市发展研究》编辑部

邮编: 100835

《城市发展研究》编辑部