

日本 垃圾焚烧 全报告 (2013年)

作者：[日]服部雄一郎

翻译：谷津

【作者简介】：服部雄一郎曾任日本地方政府垃圾管理专家，并大力协助一些地区推行基于“零废弃”理念的垃圾减量活动。他获得过富布莱特奖学金，在美国加州大学伯克利分校获得了公共政策硕士学位。自那以后，他开始与多家致力于可持续垃圾管理的民间机构合作，继续推动“零废弃”的发展。

代序： 日本垃圾焚烧的弊与利

【毛 达】

由日本民间环保人士服部雄一郎编写、中国环保志愿者谷津翻译的《日本垃圾焚烧全报告（2013）》是我国公众了解日本垃圾焚烧行业，乃至该国垃圾管理整体状况的一份重要文献。

尽管报告成文于2013年，所引官方信息或统计数据大多截止于2011或2012年，但据笔者近期的考察，日本近两年垃圾焚烧和垃圾管理的基本态势并没有明显的变化，报告内容仍可反映当今日本垃圾焚烧和垃圾管理的现实情况。

笔者愿就报告所展示出来的日本垃圾焚烧处理存在的弊端以及可供中国借鉴的经验做一些归纳和评论，以帮助读者更好地理解报告的内容。

不容忽视的弊端

【一】食物垃圾大量焚烧、垃圾循环利用率低下。报告显示，日本各地普遍将食物垃圾（或称“餐厨垃圾”、“有机垃圾”等）划入“可燃垃圾”的类别，不作生化处理，而是大量焚烧。这自然导致垃圾整体的循环利用率很低（一般不超过20%）。可见，过度依赖焚烧技术，其实就是阻碍垃圾更好的分类和循环利用的重要原因。

【二】政府补贴大量流向焚烧、替代措施有名无实。报告指出，日本废弃物管理法律名义上规定了类似于欧盟垃圾指令中的管理措施优先次序，即垃圾的发生抑制、分类回收、循环利用应得到优先的重视，政府补贴原则上也可以惠及非焚烧技术，但在实用性的管理指南中，焚烧厂却似乎成了唯一可操作的方式，得到最多篇幅的技术介绍，也最容易获得补贴。如此偏重焚烧的政策导向，实际抑制了更可持续的替代措施的发展。

【三】浪费资源、能效低下。各国焚烧行业认为，能量回收和残渣利用是焚烧厂资源化处理垃圾的体现。但报告指出，日本焚烧厂规模普遍很小，只有不到3成的厂可以发电，甚至还有35%的厂没有余热回收装置。而在能发电的厂中，平均发电效率仅为11.73%，远低于日本政府所设定的23%的“高效”标准。此外，为降低焚烧灰渣的毒性和环境风险，日本许多焚烧厂开始对灰渣进行熔融处理，而处理后的玻璃体熔融渣则可被用作道路建筑材料。虽然这可以算作是一种“回收利用”，但其过程能耗巨大，从生命周期评价的角度看实际是“得不偿失”。

【四】价格昂贵，直接推高废弃物管理成本。报告指出，2010年日本全国平均每吨生活垃圾全过程的管理成本高达537美元，折合人民币3000多元；焚烧厂的吨垃圾建设投资额高达52.5万至65万美元，相当于人民币320万至400万元。如此昂贵的焚烧成本，若换做他国，甚至一些经济发达国家，恐怕是难以承受得起的，也不符合可持续和经济性的原则。

【五】二噁英污染仍然显著。如报告所介绍的，自1990年代末爆发焚烧厂“二噁英事件”以来，日本政府和企业在

控制生活垃圾焚烧厂二噁英污染方面做出了巨大的努力，该行业大气年排放总量从1997年的5000克（毒性当量），迅速降至2011年的32克（毒性当量）。尽管如此，其目前排放量相比德国的水平（年排放不足0.5克）还是高出了几十倍，同时也占日本二噁英大气年排放总量的20%以上，说明垃圾焚烧仍然是日本二噁英污染的主要源。

值得借鉴的经验

【一】“自己处理”的原则。报告简要介绍了发生在1970年代的日本国内的“垃圾战争”和由此引发并逐渐形成的地方自治体“自己处理”垃圾的原则。笔者认为，尽管现实中日本所谓的“自己处理”的原则更多体现在了每个市在自己的辖区内焚烧垃圾，但从根本上而言，它有助于让各地方公众及其政府明确自身的责任，同时不随意或强势地要求其他地方替自己承担责任。在这样的基础上，或许能够倒逼更有效的垃圾减量和分类行动，以及更公平合理地选择垃圾处置场地。

【二】焚烧厂规模小、集中污染风险低。让笔者惊讶的是，日本垃圾焚烧总量很大，数量很多（1200多座），占垃圾处理比例也很高（80%左右），但单座焚烧厂的体量却普遍很小。报告指出，日本生活垃圾焚烧厂平均处理能力是每天150吨，且只有一半的厂大于100吨，22%的厂不足30吨。相比目前我国城市动辄日处理上千吨的规模，真是不可同日而语。虽然这种小焚烧厂的单位投资和运营成本偏高，但如果污染控制措施到位，相比千吨以上的大型焚烧厂，它在局部区域产生集中性污染的风险或由突发事件造成的环境与健康影响却可能较低。

【三】污染控制水平高、效果好。相对于我国而言，这一点应该是毋庸置疑的，报告也用数据以及日本公众的态度进行了很好的说明。关键问题是日本的焚烧厂是如何能够做到相对安全运营的？报告给出了大致三方面的答案，一是在污染控制上保证巨额投入；二是充分公开信息，欢迎公众监督；三是引入第三方监管。此外，日本垃圾焚烧厂至今大多为市政直营，这种体制在市政管理能够得到市民有效监督的情况下，或许也是保证焚烧厂守法合规运营的一个重要因素。

信任还是不信任

在我国，安全防护距离以及与敏感点的位置关系始终是垃圾焚烧项目的一个争议热点，这既是公众普遍不信任焚烧厂所致，又有现行法规约束的原因。报告却向我们展示，日本许多焚烧厂都建在城市的中心，离居民区甚至学校仅有一两百米的距离。

作者认为，一方面，日本公众之所以能够接受焚烧厂建在家门口，是因为他们大多相信其安全性，另一方面，在焚烧厂提案和建设过程中也会出现许多反对运动，说明社会上还是存在着对其安全性的真实担忧。

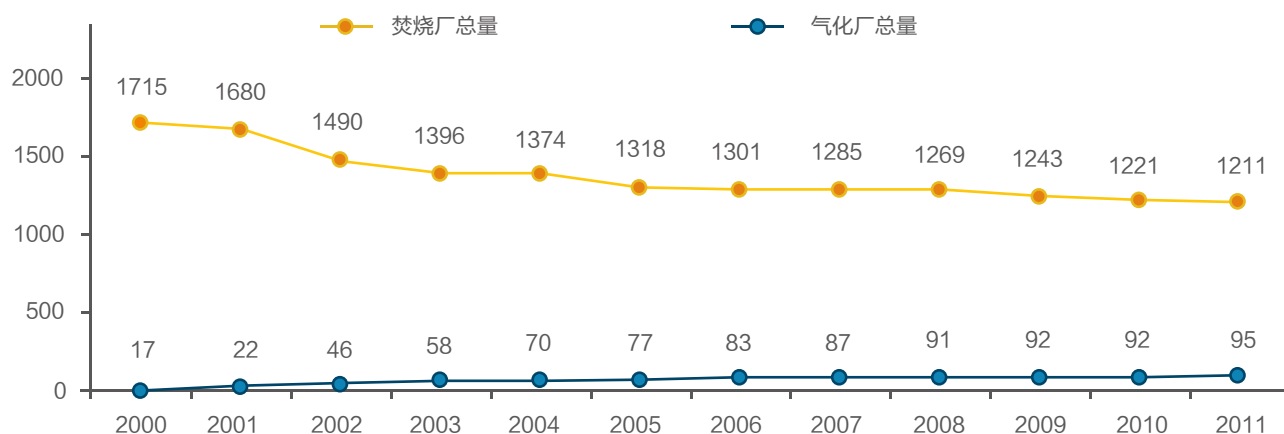
不过，在信与不信之外，作者认为日本公众对焚烧的主流态度是谨慎选址和尽量减轻其危害，而鲜有质疑焚烧本身的必要性，更无法想象一个完全弃绝焚烧的垃圾管理体系。因为在政府推行完全依赖焚烧的政策50年后，日本民众大多已习惯了这种方式，已发生的初始投资和签下的长期合同更使得日本社会很难在短期内摆脱旧有的垃圾管理模式。

日本城市生活垃圾焚烧现状

1.1. 城市生活垃圾焚烧厂的数量和处理能力

日本有超过1200家垃圾焚烧厂。气化炉在《废弃物管理法》中被定义为焚烧厂的一个亚类，同样受到该法的管制。包括气化炉在内的焚烧厂总数在过去的10年里大大下降（见图1），这主要是由于政府采取强力政策，大力推进市的合并，并推荐更大、“更高效”的焚烧炉。如图2所示，过去十多年，日本总体的垃圾焚烧处理能力大致不变。

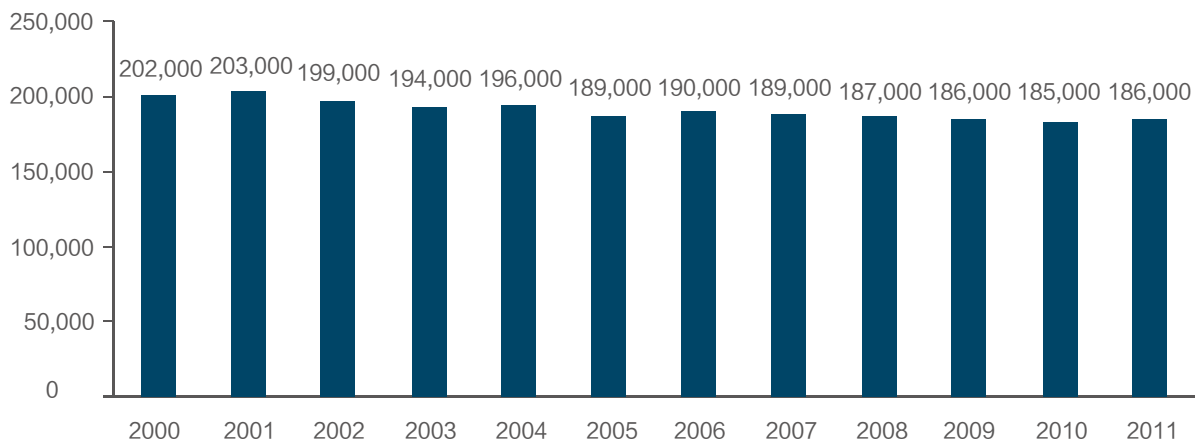
【图1】日本焚烧厂数量



来源：日本环境省：《2011年日本废弃物管理》，http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h23/data/disposal.pdf；《2009年日本废弃物管理》，http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h21/data/disposal.pdf。

来源：日本环境省：《日本废弃物管理2011》，http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h23/data/disposal.pdf；《日本废弃物管理2009》，http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h21/data/disposal.pdf。

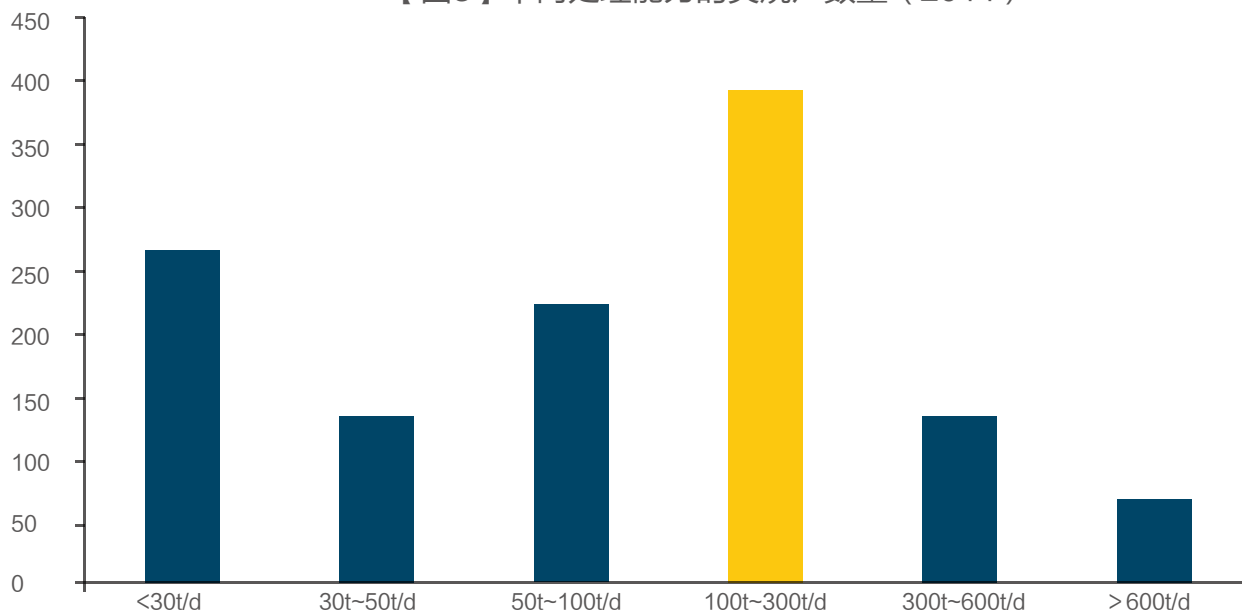
【图2】全国垃圾焚烧厂处理能力（吨/每日）



来源: 日本环境省: 《日本废弃物管理2011》, http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h23/data/disposal.pdf; 《日本废弃物管理2009》, http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h21/data/disposal.pdf。

需要注意图1、图2数据仅反映的是各地市政府的自有设施。最近几年,日本每年焚烧的垃圾中大约有3%–4%是由与市政部门签有经营合同的私营焚烧企业处理。如图3所示,日本的垃圾焚烧厂比美国的规模小很多,它们的平均处理能力是每天150吨,只有一半的厂大于100吨,22%的厂不足30吨;只有三分之一的焚烧厂发电产热,而另外三分之二的厂只产热不发电。更多关于焚烧厂技术和发电的信息,请见本报告3.2章节。

【图3】不同处理能力的焚烧厂数量（2011）

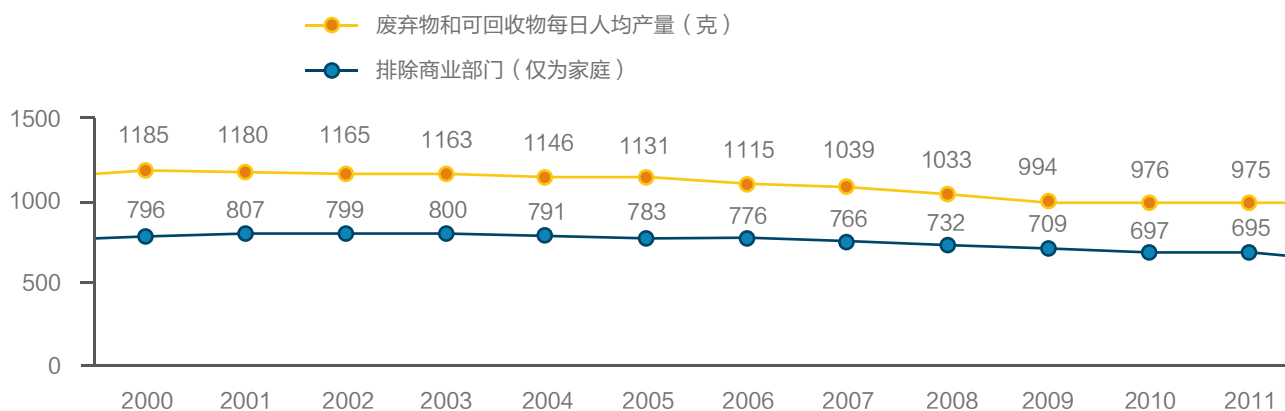


1.2. 城市生活垃圾产生和管理的一般趋势

从图4 可以看出,日本的城市生活垃圾产量正呈下降趋势。经济下行也许是一个重要因素,但其中或许还有政府和公众3R(源头减量,重复使用,循环利用)意识提高的作用。从城市生活垃圾的人均产量来看,较于其他高度工业化国家,日本产生的废弃物更少⁽¹⁾。

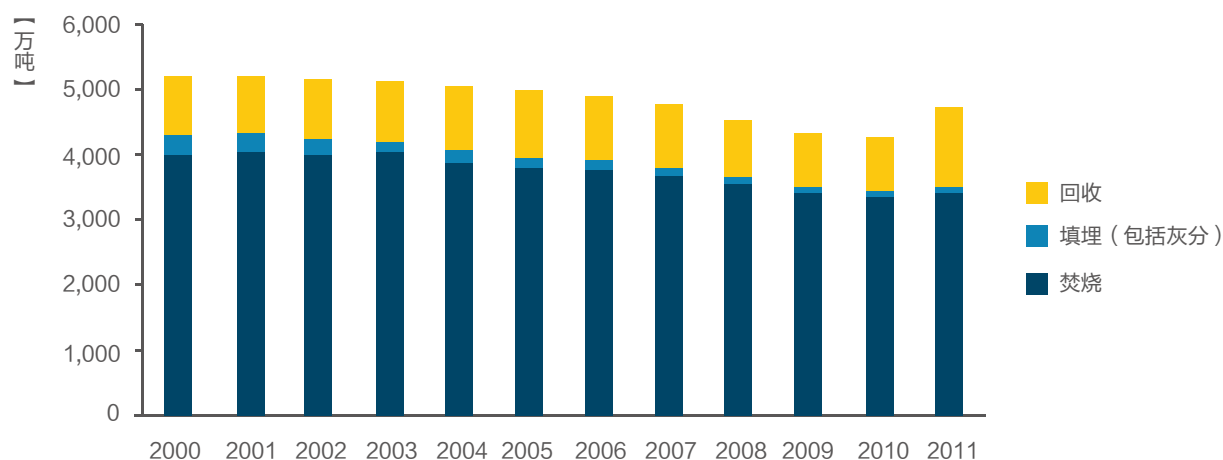
(1) OECD Statistics of Environment, waste, http://www.oecd.org/document/0,3746,en_2649_201185_46462759_1_1_1_1,00.html.

【图4】日本人均固废产量（处理和回收的总量）



如上图所示，日本目前人均每天产生2.15磅（975克）生活垃圾，比2005年美国的4.53磅要少一半。在图4中，黄线代表城市居民人均每天的生活垃圾产生量，包括经回收得到循环利用，但不包括城市商业部门产生的垃圾量。蓝线代表城市居民和商业部门垃圾产生量的总和，但不包括其他法律特别规定的工业废弃物，比如建筑垃圾、下水污泥和危险废物。

【图5】日本垃圾分流趋势



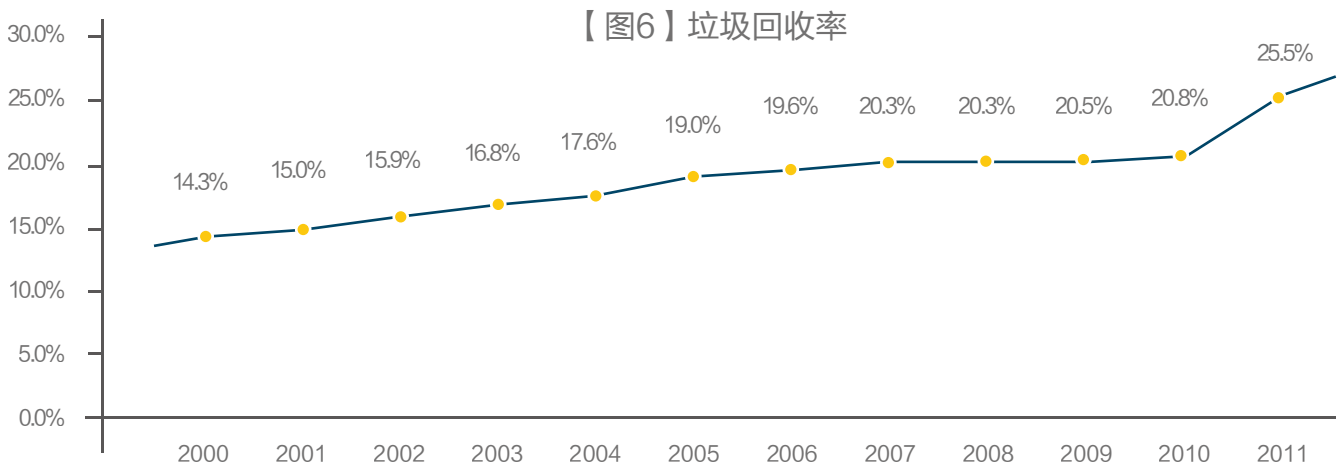
如图5所示，日本目前约80%的生活垃圾被焚烧，2%被填埋，20%被回收利用（注：2011年例外，因为受日本地震和海啸影响，生活垃圾中包含了大量的由灾难产生的废弃物）。总体而言，回收率在上升，但仍然很低。一个重要原因是很少有城市回收有机垃圾。虽然越来越多的人在循环利用庭院绿化废弃物，但仍不回收食物垃圾。

庭院堆肥目前已得到许多市的补贴，但还未形成一个稳定的市场支持食物垃圾大规模堆肥，尽管此举有助于更系统的有机垃圾循环利用。

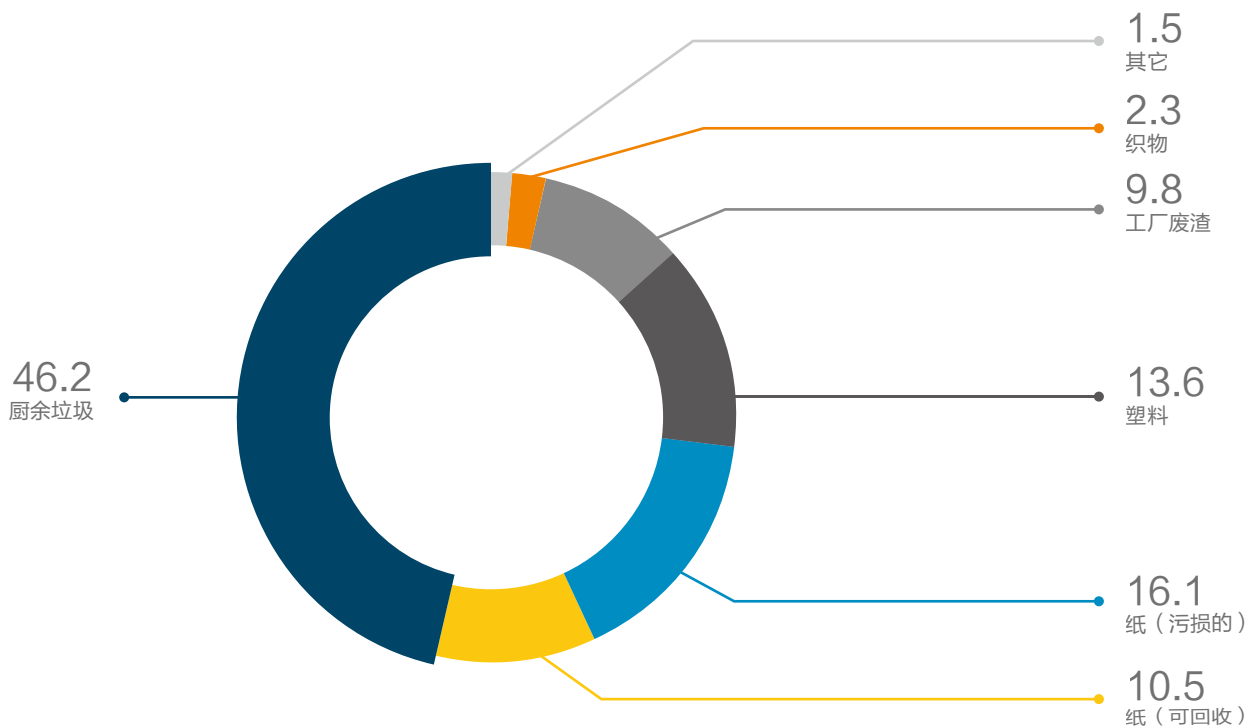
另一方面，可回收物的源头分类在日本一直地位稳固。大多数市政府要求市民把垃圾分成超过10个种类⁽²⁾，人们也普遍积极接受（即便在提高参与度方面仍需投入更多努力）。一种典型的源头分类方案为：包括有机垃圾在内的“可燃垃圾”（它们

(2) 2009年，日本1750个市中，17个将垃圾分成26类或以上，90个分成21-25类，360个分成16-20类，682个分成11-15类。

来源：日本环境省，http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h21/data/disposal.pdf (Japanese)。



【图7】千叶市废弃物构成(2012)



将进入焚烧炉）、填埋垃圾、报纸、杂志、书、杂废纸、玻璃瓶、铝罐、PET瓶、布料、塑料容器、庭院垃圾、家用电器、电池、发泡容器和大件垃圾。

生活垃圾组分各城市有所不同，但通常都以食物、纸张和塑料这三类为主。在东京边上的千叶市，2012年统计显示收集上来的“可燃垃圾”中46.2%（按体积算）是食物垃圾，10.5%是可回收的纸，16.1%是被污染的纸，13.6%是塑料，9.8%是工厂废料，2.3%是织物⁽³⁾。由此看出，**如果日本哪怕只增加回收（或堆肥）食物垃圾、可回收的纸或工厂废料，就可使目前送往焚烧的垃圾减少三分之二**。许多市都有类似的垃圾组分统计，其中相当一部分的结果可以在网上查到。

(3) <http://www.city.chiba.jp/kankyo/junkan/haikibutsu/sosei-bunseki.html>.

日本垃圾焚烧 历史概述

2.1. 20世纪60年代：垃圾焚烧的扩张⁽⁴⁾

垃圾焚烧最初在日本扩张，是与政府对焚烧厂的补贴同步的。它开始于 1963 年实施的《关于生活环境设施发展的紧急措施法》(Act on Emergency Measures concerning Provision of Living Environment Facilities)。早在 1930 年，中央政府已经要求各市将垃圾焚烧以改善公共健康，但并未彻底执行。20 世纪 60 年代，日本经历了惊人的经济增长，还在 1964 年举办了东京奥运会。但在许多地区，垃圾处理设施极其不足。于是，政府急切地推进焚烧，作为应对直到 70 年代都还在迅速增长的垃圾的主要手段。

1955 年，得到收集的垃圾中仍有 60% 被填埋，焚烧的垃圾不超过 30%⁽⁵⁾。1965 年，垃圾焚烧率上升到 37.9%，填埋比例下降到 39.6%。4 年后的 1969 年，垃圾焚烧量翻一番，占收集上来的垃圾的 51%。同时，垃圾收集业务覆盖了全国更多人口⁽⁶⁾。

2.2. 20世纪70年代：垃圾战争和“自己处理”原则⁽⁷⁾

1971 年，东京市长对外宣称该市正经历着一场“垃圾战争”，这是一次可以载入日本垃圾管理史册的著名事件。那时，整个东京产生垃圾的 70% 都被运到位于江东区 (Koto) 的填埋场，且其中有相当部分未经任何处理，因为垃圾产生总量超出了当时焚烧厂的处理能力。

江东区，一个以工人阶层为主的区，忍受着可怕的恶臭、滋生的蚊蝇和每天因涌入 5000 辆垃圾车所导致的交通拥堵。当其居民听到杉并区 (Suginami)——一个以上层居民为主的区拒绝在其境内修建焚烧厂，以使垃圾在进入江东区填埋场前体量最小化时，他们勃然大怒，强烈抗议并拒绝接受从杉并区来的任何垃圾。

随着相似冲突在其他地方陆续发生，这类新闻被大肆渲染，并在日本社会引起了强烈反响，**日本公众渐渐形成了“每个**

(4) Japanese Ministry of Environment, White Paper of Environment 1972 - 76, http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/past_index.html#env-smc.

(5) Japan Environmental Sanitation Center, Waste in Japan, Ch4. Incineration, <http://www.jesc.or.jp/environmentS/study/jpw/01.htm>

(6) Japanese Ministry of Environment, Waste Management in Japan 1998, http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h10/index.html.

(7) <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%B1%E4%BA%AC%E3%82%B4%E3%83%9F%E6%88%A6%E4%BA%89>.

市应当自行处理或至少在自己的辖区内处理（焚烧）垃圾”——即“自己处理”的原则。至今，“垃圾战争”和“自己处理”这些名词仍被频繁地提起，用来描述日本垃圾管理面临的挑战。

2.3. 20世纪80-90年代：遍及全国的回收循环运动

从一开始，在日本的公共讨论中，填埋场的短缺就被认为远比焚烧厂的风险严重。1975年，沼津市发起了一个在当时具有创新性的源头分类项目，这个项目让人们把垃圾分成“可燃垃圾”、“不可燃垃圾”和“可回收物”，并在居民小区设置公共回收点。

沼津的实践鼓舞了其他市，最终渐渐扩展成为日本一种典型的回收系统。从1990年到2000年，在大多数城市里，垃圾收集都是免费的。今天，许多地方仍然沿用着以下的机制：10-30户人家共用同一个回收点，人们把分装好的垃圾送往路旁指定的地方。最常见的是，一周收两次可燃垃圾、一次填埋垃圾、一或两次可回收物。这意味着人们几乎每天都要分出不同种类的垃圾。近年来，日本也付出了巨大的努力，回收PET塑料瓶、泡沫聚苯乙烯塑料托盘、包装纸，以及包括各种容器在内的塑料。有些人视此为有益之举，而另一些则批评其规则过于复杂，回收过程效率低下。直到2000年，垃圾按量收费制度和路边回收才开始普及。

2.4. 2000年后：二噁英的冲击和大规模焚烧厂的进一步投资

1997年，大阪市丰能町的一家焚烧厂附近测出了有记录以来最高浓度的二噁英。这次“二噁英事件”传遍全国，政府于是制订了新的法律来规范二噁英排放。许多老焚烧厂被迫关停，其他的则添置了昂贵的布袋除尘器。这导致许多市的政府纷纷采购新设备，在经济上惠及了焚烧设备制造商。

上述进程与政府推动全国范围内市的合并与分离政策恰好发生在同一时期。1997年，政府制定了一部官方指南，要求相邻的市合作以提高垃圾管理水平，通过建造更大、更高效的焚烧炉减少二噁英排放⁽⁸⁾。政府相应改变了国家补贴的发放门槛，所以今天，只有大型的焚烧厂才能获得补贴。

2.5. 现今焚烧在日本垃圾管理中的地位

由于上文所述，垃圾焚烧在日本已经成为了主流，几乎所有的市都依赖焚烧处理垃圾。只有极少数的市根本不依靠焚烧。志布志市就因为其中之一而出名。历史上，该市从不焚烧垃圾，进而创造了全日本最高的回收利用率（70%以上）⁽⁹⁾。

今天，所有焚烧厂的技术标准都在《废弃物管理法》中特别规定，但实际上，垃圾焚烧并未在法律中得到明确授权⁽¹⁰⁾。政府提供的《废弃物管理指南》⁽¹¹⁾也没有将焚烧列为一项义务（它甚至至少在名义上提到了废弃物管理的5级优先次序），但事实上却在多个方面都预设焚烧是唯一方式。例如，它在“典型的废物流向”中列入了焚烧，而每个地方政府都会如此选择；“可燃垃圾”也被列入“常见源头分类项目”中，虽然它确实提到将高速堆肥厂、饲料厂和甲烷发酵厂（沼气或厌氧消化）可作为“中间处理过程”的替代方式，但在接下来的章节中更进一步详细描述“适当处理方法”却只有焚烧厂、气化炉和垃圾衍生燃料厂，与此相对应的垃圾种类就是“可燃垃圾”。

曾经投入焚烧厂建设的政府补贴如今被重新界定为“为推进循环导向型社会的补贴”，不仅仅焚烧厂和气化炉，甚至填埋场和所有循环利用设施都有权获得⁽¹²⁾。在国家推进更高效（规模更大）处理厂的政策之下，可获得补贴的区域目前被限定在人口数量在5万以上或面积在400平方千米以上的地方。一般来说，补贴可覆盖三分之一的建厂成本，但对于“最先进水平”的设施，比如高效焚烧发电厂（发电能效在23%以上），补贴可覆盖成本的50%。

(8) <http://www.env.go.jp/hourei/syousai.php?id=11000138>.

(9) 志布志市案例可参考：《零焚烧成就日本垃圾分类第一市》，http://blog.sina.com.cn/s/blog_5fbaf32e0102vmag.html。——译者注

(10) <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S45/S45HO137.html>; <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S46/S46SE300.html>.

(11) http://www.env.go.jp/recycle/waste/gl_dwdbp/garbage.pdf.

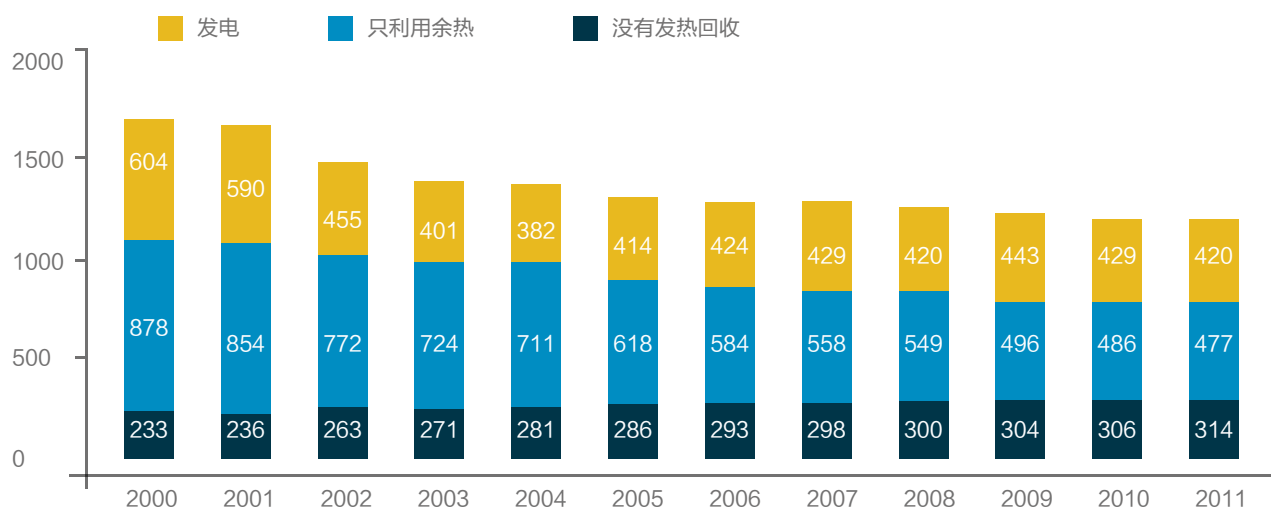
(12) http://www.env.go.jp/recycle/waste/3r_network/index.html.

日本垃圾焚烧的效率 and 代价

3.1. 日本垃圾焚烧厂的发电效率

尽管日本经常被称为焚烧领域的行家，但其焚烧厂运作状态并非一直理想。首先，日本焚烧厂实际上效率十分低下。如前面所提，日本大部分焚烧炉比起美国或欧盟来说，规模很小，因此其中能够发电的厂并不多。2011年，日本只有26%的焚烧厂发电，这个数字还包括那些产生的电力甚至不足以维持厂本身运转的情况。35%的厂没有余热回收装置，它们只燃烧废弃物，没有回收任何有价值的东西。剩下的40%不发电，只是利用焚烧余热为附近地区供暖，这种情况在日本很普遍。总体来看，垃圾的能源利用在日本还没有普及，在目前情况之下，由于大多数焚烧厂太小，无法有效发电，即使想要普及，也还有许多困难。

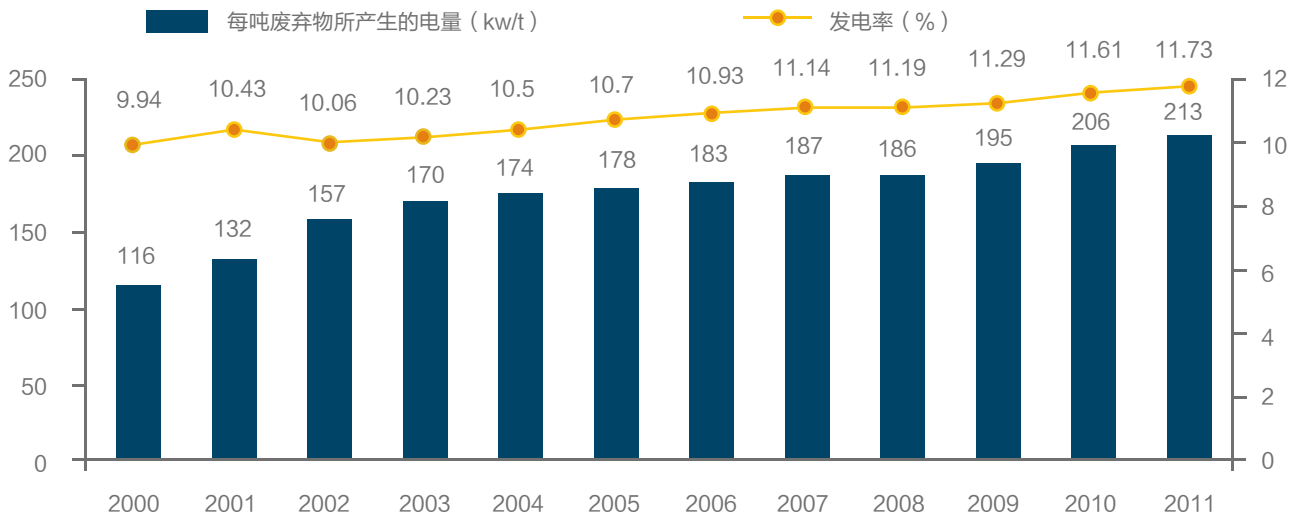
【图8】进行热回收电站的数量



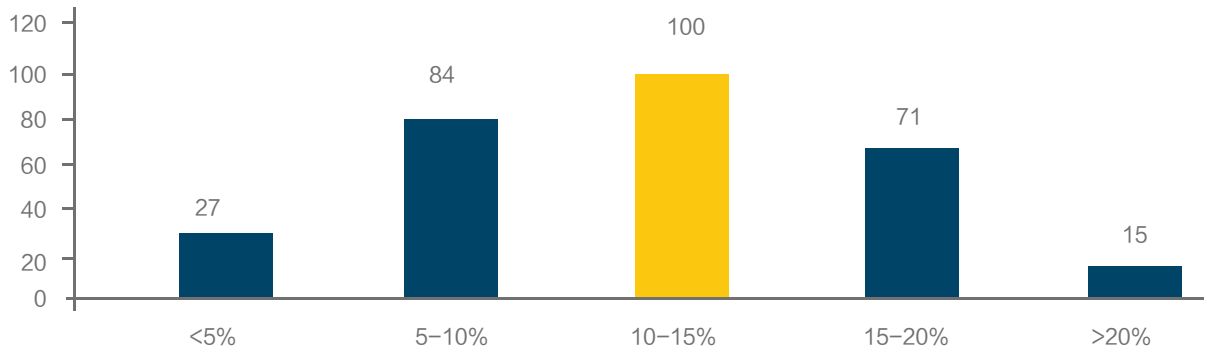
另外，那些可以发电的焚烧厂的发电效率目前为止并不高。2011年，日本垃圾焚烧厂平均发电效率为11.73%（详情见图10-12）。如图9所示，政府将能效高于23%界定为“高效”，并试图提高全国总体发电效率⁽³⁾。这实际清晰地表明日本大多数的焚烧厂发电效率不高。

(3) 发电效率[%] = $\frac{860\{\text{kcal/KWh}\} \times \text{产生电量}\{\text{KWh/年}\}}{1000\{\text{kg/t}\} \times \text{废弃物焚烧总量}\{\text{t/年}\} \times \text{热值}\{\text{kcal/kg}\}} \times 100$

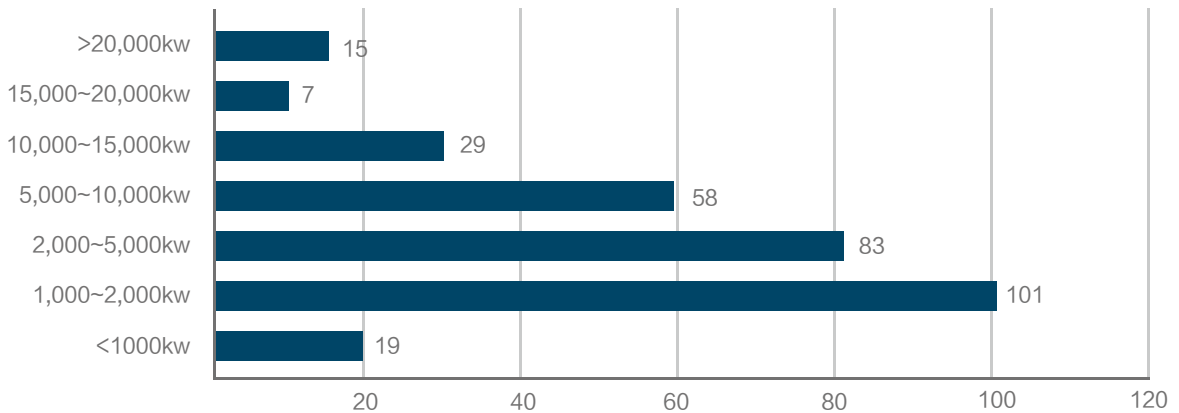
【图9】发电效率的变化趋势



【图10】不同发电效率的焚烧厂数量 (2011)



【图11】不同产能的焚烧厂数量 (2011)



3.2. 政府对焚烧厂的补贴

之前提到过，日本政府从20世纪60年代以来一直补贴焚烧厂的建设。这个项目后来叫做“推动循环导向型社会补贴”，覆盖了所有种类的废弃物管理设施，包括填埋和循环利用设施。一般来讲，**补贴可覆盖建设成本的三分之一，但对于发电效率在23%以上的垃圾焚烧厂，补贴可覆盖成本的50%。**

对于商业化的垃圾能源利用设施，还有一个补助项目叫“从废弃物中获得能源”，不仅仅限于常规焚烧厂，还支持生物质能、垃圾衍生燃料和厌氧消化设施。

2012年，政府引进了固定上网电价政策（feed in tariff），垃圾发电（包括厌氧消化）和太阳能发电、风电、地热发电、小水电一起，被总括为“可再生能源”。2012年的主要购买价格如下。

- 太阳能：JPY⁽⁴⁾42.00/kWh
- 风能（20kW+）：JPY23.10/kWh
- 风能（<20kW）：JPY57.75/kWh
- 生物甲烷（下水污泥）：JPY40.95/kWh
- 城市生活垃圾焚烧：JPY17.85/kWh
- 生物质能（木材）：JPY25.20/kWh
- 生物质能（建筑垃圾中的废木料）：JPY13.65/kWh

3.3. 灰渣的处理

垃圾焚烧厂飞灰的处置也被严格监管。飞灰100%可被追踪，且必须在特定填埋场严格处置。在填埋方面，焚烧灰渣（包括底渣和飞灰）需要遵循以下的浸出毒性标准（因为原表过长，表1仅为节选）



【表1】

监测项目	限值
总汞	0.005mg/L 或更少
烷基汞	不应检出
铅	0.3mg/L 或更少
镉	0.3mg/L 或更少
六价铬	1.5mg/L 或更少
有机磷	1mg/L 或更少
砷	0.3mg/L 或更少
氰	1mg/L 或更少
多氯联苯	0.003mg/L 或更少
四氯乙烯	0.1mg/L 或更少

(4) 2015年8月，100日元可兑换4.9元人民币。

【表2】



作为例子，表 2 反映出 2011 年东京市中心超过 20 座的焚烧厂底渣中有毒物质的含量范围。（注：表 2 结果为质量浓度，不是浸出毒性，与表 1 不同，所以使用的单位也不同。）

监测项目	限值
二噁英	0 ~ 0.028 ng-TEQ/g
总汞	未检出 - 0.18 mg/kg
烷基汞	未检出
铅	31 - 1,200 mg/kg
镉	未检出 - 42 mg/kg
总铬	120 - 880 mg/kg
有机磷	未检出
砷	0.6 - 2.3 mg/kg
氰	未检出 - 2.4 mg/kg
多氯联苯	未检出
铜	480 - 10,000 mg/kg
锌	460 - 13,000 mg/kg
氟	49 - 350 mg/kg
硒	未检出

【表3】



表 3 展示的是东京市中心超过 20 家焚烧厂飞灰毒性测定（固化之后）结果的数值范围。

监测项目	限值	
二噁英	0.18 ~ 9.1 ng-TEQ/g	
含量测定	总汞	1.6 - 34 mg/kg
	烷基汞	未检出
	铅	320 - 3,000 mg/kg
	镉	8.3 - 290 mg/kg
	总铬	79 - 1,100 mg/kg
	有机磷	未检出
	砷	3.1 - 18 mg/kg
	氰	未检出
	多氯联苯	未检出
	铜	300 - 23,000 mg/kg
	锌	3,200 - 22,000 mg/kg
	氟	120 - 5,300 mg/kg
	硒	未检出 - 3.7 mg/kg

浸出毒性浓度	总汞	未检出 - 0.0011mg/L
	烷基汞	未检出
	铅	未检出 - 0.13mg/L
	镉	未检出
	六价铬	未检出 - 1.4mg/L
	有机磷	未检出
	砷	未检出
	氰	未检出
	多氯联苯	未检出
	铜	未检出 - 0.7mg/L
	锌	未检出 - 8.2mg/L
	氟	未检出 - 10mg/L
	四氯乙烯	未检出
	三氯乙烯	未检出
	硒	0.002 - 0.063mg/L
	氢离子浓度	9.3 - 12.7 (pH)

许多城市在应用一种被称为“玻璃化”或“灰渣熔融”的技术上走得更远。这种技术先将焚烧灰渣高温加热，然后再冷却，这样灰渣就会玻璃化，产生出玻璃状的炉渣。这一技术的倡导者认为它有助于进一步减少填埋量，并安全控制灰渣污染，包括二噁英和重金属，以免它们进入自然环境。炉渣可被“回收利用”，最常见的是用作道路路基。但是，**这种技术的明显缺陷就是其成本昂贵且耗能巨大，而且还在全国范围内还出现了若干次重大安全事故，甚至导致了人员伤亡。**因为这些问题停止运营的处理厂不在少数。

【表4】



熔融炉渣

熔融炉渣作为产品的标准如表4所示：

检测项目	浸出毒性浓度限值	质量浓度限值
镉	0.01 mg/L 或更少	150 mg/kg 或更少
铅	0.01 mg/L 或更少	150 mg/kg 或更少
六价铬	0.05 mg/L 或更少	250 mg/kg 或更少
砷	0.01 mg/L 或更少	150 mg/kg 或更少
总汞	0.0005 mg/L 或更少	15 mg/kg 或更少
硒	0.01 mg/L 或更少	150 mg/kg 或更少
氟	0.8 mg/L 或更少	4000 mg/kg 或更少
硼	1 mg/L 或更少	4000 mg/kg 或更少

3.4. 焚烧的代价

垃圾焚烧价格昂贵，导致日本废弃物管理总体成本很高。2001年，随着前文提到的二噁英公害问题的冲击，日本政府要求全国各地的焚烧厂无一例外地立即安装布袋除尘器以解决二噁英问题。大量老焚烧厂被迫关闭，许多新的、技术先进的焚烧厂建了起来。尽管这很大程度上有助于缓解污染，却进一步抬高了日本废弃物管理的成本。

2010年，日本城市生活垃圾的平均管理成本高达每吨537美元（相当于人民币3000多元，这个数字不仅包括焚烧成本，还有填埋、收集和回收利用的费用），人均城市生活垃圾管理成本为180美元（相当于人民币1000多元），意味着一个四口之家每年要支付760美元或每月支付63美元（体现为用在废弃物管理的税金）。所有这些费用基本都从普通基金或政府补贴里支出。目前，垃圾按量收费的收入只够日本垃圾处理费用的一小部分。尽管越来越多的日本城市开始把垃圾管理的一部分工作外包，但大多数地方政府还是自己拥有和运行着完整的废弃物处理系统（包括焚烧厂和填埋场），甚至卡车司机都是政府直接雇佣的。

据政府估计，在日本，建造一个焚烧厂的平均成本大约为吨垃圾52.5–65万美元（相当于人民币320–400万元）⁽⁶⁾。除了价格不菲的布袋除尘器和对达到严格的排放标准必不可少的其他高科技设备之外，有人指出成本如此之高是由于垃圾焚烧公司的寡头垄断和政府的默许造成的。而且，日本人工成本普遍很高，反映出日本不是一个人口多样化的国家，国民收入差距不像美国这样的国家那么大。

3.5. 日本焚烧厂的排放数据

3.5.1. 排放标准

《废弃物管理法》特别规定了垃圾焚烧厂应当达到的所有技术条件，比如燃烧温度、建筑结构等。法律还要求焚烧厂检测二噁英，以及废气、废水中其他有害物质的浓度，但二噁英的监测频率仅是一年一次或更多一点，其他空气污染物一年两次或更多一点，废水的pH值、BOD、COD、SS（悬浮物）、大肠杆菌等一个月检测一次。但许多焚烧厂会自愿选择更频繁地监测。

目前日本的《二噁英污染防治特别法》对焚烧厂二噁英排放水平有详细规定，另外三种空气污染物的控制水平则在其他大气污染控制法规中有详细规定（在表5的“国家标准”中显示）。

【表5】

监测项目	国家标准	东京标准
悬浮微粒	0.04g/m ³ N 或更少 *	0.01–0.03g/m ³ N
SO _x		10–30ppm
氢氟酸	700mg/m ³ N (approx.. 430ppm) 或更少	10–25ppm
NO _x	250ppm 或更少 *	50–150ppm

*对于小厂来说，更多采用了宽松的标准，比如2–4t/h的厂子标准是0.08g/m³N，比2t/h小的厂子标准是0.15g/m³N

**对于一些特殊种类的焚烧厂，适用了更宽松的标准，比如450ppm甚至700ppm（焚烧特殊废弃物的焚烧厂）

上述“国家标准”是法律规定的运行要求，许多焚烧厂自愿设定更严格的标准。例如，管理着东京市中心所有焚烧厂的东京二十三区清扫一部事务组合（Clean Association of Tokyo 23）就制定了如表5最右栏所示的、更加严格的“东京标准”，并且监测更多的污染物，如镉、铅、锌、汞、氮氧化物、氨、醛、氰、总烃、氯乙烯单体、酞酸酯、多氯联苯、氟、砷、铬、苯并芘、氯等。实际上，规定监测的不少污染物排放正在达到“未检出”的水平（并不意味着排放为零，但表明浓度在可检测到的最小值以下）。

(6) Calculation by Japanese Ministry of Environment, http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/setti/index.html.

【表6】



表 6 显示出东京市中心超过 20 座焚烧厂的每项污染物监测结果的数值范围。

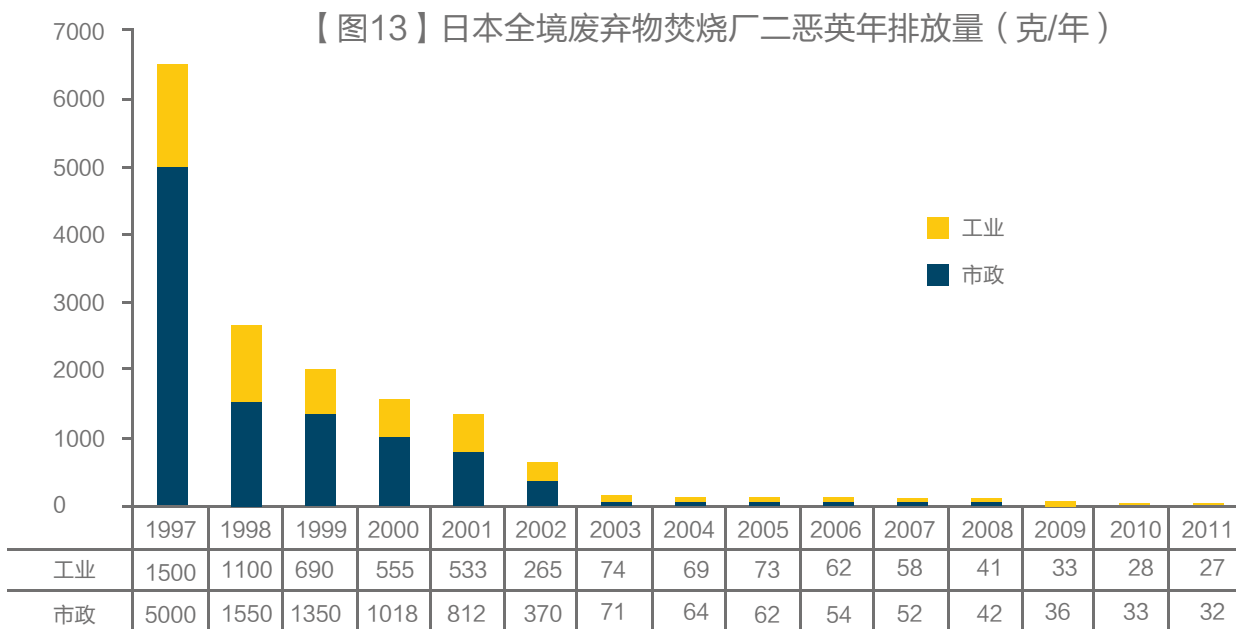
监测项目	结果
悬浮微粒	未检出 - 0.005g/m ³ N
SOx	未检出 - 5ppm
NOx	23 - 52ppm
氢氟酸	未检出 - 10ppm
CO	未检出 - 65ppm
铅(颗粒物中含量)	未检出
镉(颗粒物中含量)	未检出
锌(颗粒物中含量)	未检出 - 0.010 mg/m ³ N
锰(颗粒物中含量)	未检出 - 0.008 mg/m ³ N
总汞(颗粒物中含量)	未检出 - 0.0002 mg/m ³ N
氮氧化物	0.4 - 4.6ppm
氨	未检出 - 17ppm
醛	0.10 - 0.76ppm
氰	未检出
总烃	0.7 - 6.2ppm
氯乙烯单体	未检出 - 0.0019ppm
酞酸酯	未检出
多氯联苯	未检出
总汞	未检出 - 0.005 mg/m ³ N
有机汞	未检出
氟	未检出
苯并芘	未检出
气体浓度	190 - 2,700
氯	未检出
铬(颗粒物中含量)	未检出
砷(颗粒物中含量)	未检出
二噁英	0 - 0.0015ng-TEQ/m ³ N*

*下有更多关于二噁英的信息

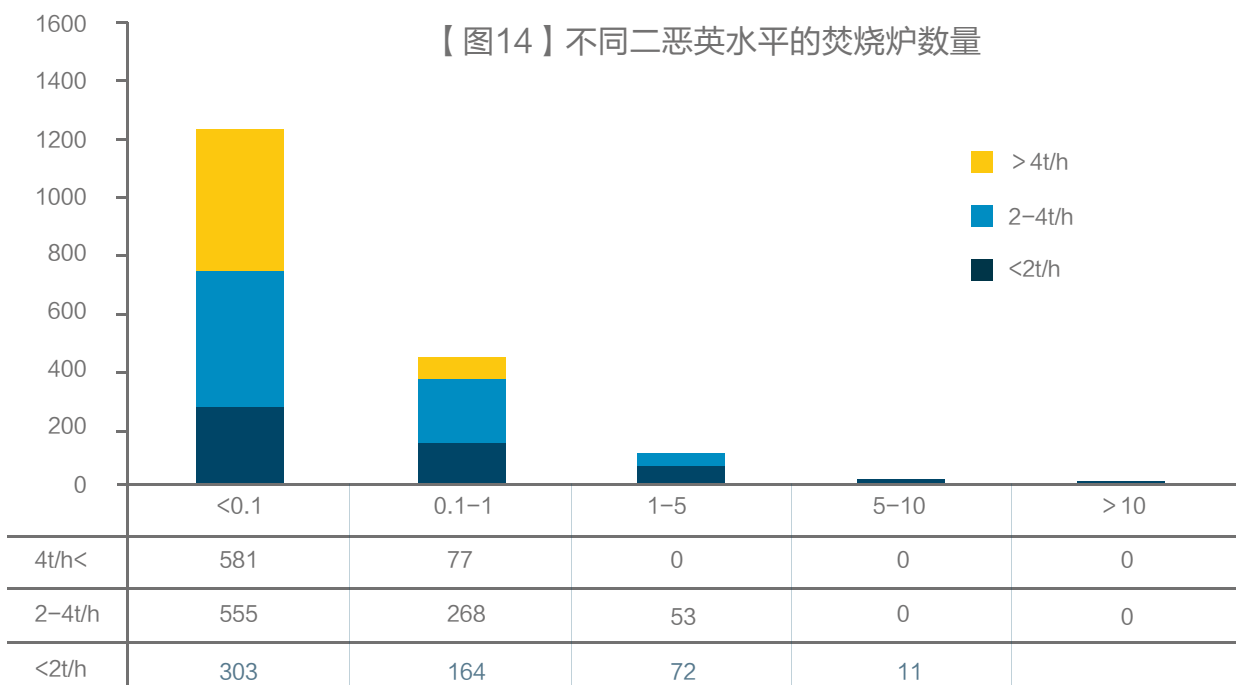
3.5.2. 二噁英排放量

2000年以来，随着垃圾焚烧厂成为日本国内二噁英最大产生源，政府一直在努力减少其排放。根据2011年的年度报告⁽⁶⁾，政府估计日本每年所有焚烧厂向大气释放的二噁英毒性当量总量为59g，其中32克来自生活垃圾焚烧厂，27克来自工业废物焚烧厂。此外，政府估计还有24.5克排放来自小型焚烧厂（处理量小于200kg/h）⁽⁷⁾。这表明所有这些焚烧厂的排放量加起来是全国总排放量的一半还多（每年141-143克）。

实际上，在2001年更严格的新标准要求所有焚烧厂装备昂贵的布袋除尘器之前，二噁英排放水平更高。过去15年的数据如下：



就2011年的情况而言，官方对于全国2081台焚烧炉二噁英排放水平的监测结果如图14所示。



根据官方统计，日本目前没有焚烧炉的二噁英排放会超过政府标准（请进一步参考表 7）。公众也可以在网上查到过去 13 年所有焚烧炉的排放记录⁽⁶⁾。

【表7】

焚烧炉大小	焚烧炉数量	废气中二噁英水平 (ng-TEQ/m ³ N)			标准
		平均数	中位数	最小值 ~ 最大值	
>4t/h	658	0.04	<0.01	<0.01-0.96	0.1 (1)
2-4t/h	876	0.25	0.04	<0.01-4.80	1 (5)
<2t/h	550	0.55	0.07	<0.01-9.10	5 (10)
总计	2084	0.26	0.03	<0.01-9.10	NA

61 个商业化运营的城市生活垃圾焚烧炉的二噁英监测结果也是相似的。然而，对于工业废物焚烧炉，在 1415 台焚烧炉中，有 20 台不达标，曾被责令解决问题。最糟的排放记录是 140 ng-TEQ/m³N，来自大分市的一座厂，以及 120 ng-TEQ/m³N，来自下关港市的一座厂，还有 93 ng-TEQ/m³N，来自秋田市的一座厂。这些厂曾焚烧地沟油、废塑料和其他废弃物，后来都被暂停营业。

(6) Japanese Ministry of Environment, Concentrations of dioxin in exhaust gas from waste incinerators, <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=16463>.

(7) Japanese Ministry of Environment, Environmental statistics, Ch.7 Chemical substances - dioxin, <http://www.env.go.jp/doc/toukei/contents/>.

(8) <http://www.env.go.jp/recycle/dioxin/ippan/kekka12.html>.

公民权利和针对焚烧厂建设的 公民运动

4.1. 废弃物管理决策中的公众参与

《废弃物管理法》要求所有市制定一份10–15年的长期废弃物管理计划。计划需包含对当前废弃物管理系统的分析，对未来趋势的预测，以及用数字明确的目标和优先顺序。不论一个市计划建设哪类废弃物管理设施，都需要预先考虑计划的可行性，而不是突然大干快上。目前每个在运行设施的状态和新设施建造的必要性分析必须包括在规划里。在规划最终完成之前，草案应当包含公众意见。尽管各市在就落实咨询公众意见的程度上不尽相同，但此制度至少保证了废弃物管理决策中的一些公众参与。

当新设施规划完成后，需要做一份全方位的综合环境评估。评估结果必须向公众公开，市政府需要组织一些由居民和废弃物管理专家参与的听证会。这个过程如何实施，在市与市之间也有所差异。但为了减少反对运动，尤其是在选址上的不同声音，越来越多的市正在努力通过和当地居民举行公众对话等手段达成令双方满意的共识。

市政府组建废弃物管理委员会也很常见，目的是收集废弃物管理的多方面意见。大多数情况下，委员会成员的选择会经过深思熟虑，不仅包含废弃物管理专家，还有当地居民（经由公开招募）和企业人士，这样才能组成一个代表性平衡的委员会。我们必须再一次强调，这项举措也因地区不同而异，但在许多城市，委员会有助于达成更加和谐的共识。

4.2. 反对意见和与焚烧厂有关的诉讼

尽管有上述的努力，许多垃圾管理官员还感觉建设新设施十分困难，特别是选址，要想没有反对意见几乎是不可能的。然而，在日本，对于焚烧厂本身存在的必要性鲜有质疑的声音。我们可以发现，在新焚烧厂建设中，选址地会爆发许多反对运动，但它们更多的是一种邻避现象，而非对焚烧必要性的质疑。如上所述，焚烧在日本废弃物管理中深深扎根，很少有人能够想象一个没有焚烧的垃圾管理体系。即使在“零废弃”城市，比如上胜町和水俣，也不能完全弃绝焚烧。在完全依赖焚烧的垃圾管理政策推行50年后，日本各地受困于已经签下的各种垃圾处理合同和已经做出的巨大投资；即使如今政府已开始大力推行3Rs，但没人真正知道如何切断和停止对焚烧厂的过度依赖。因此，更多的社会关注主要投向减少焚烧厂可能造成的损害，而不是将其彻底废除。不过，在一些地方，公众已提出要求：市政府在上马新的焚烧设施之前，应当更认真地推进预防废弃物产生与加强回收利用的工作。

在世界的很多地方，出于安全考虑，焚烧厂的建设常常遭遇反对，原因包括噪音和气味导致的不快，经济和社会影响，还有对政府本身的政治不信任。这些因素中，安全问题在日本已经处理得很好，这可以从大多数厂相对高的合格率和很少发生重大事故并影响周边地区的情况看出。如前文所述，20世纪90年代末的二噁英事件确实使日本人民感到恐慌，但由于大多数焚烧厂之后装备了布袋除尘器，许多人相信现在基本是安全的，焚烧的替代选择并未得到广泛讨论。这使得许多焚烧厂甚至可以建在居民区中心，与其他国家很不同。

以下列出的是东京一些焚烧厂与学校和医院的临近程度。

1

中央区焚烧厂

距小学 300 米

2

北区焚烧厂

距小学 100 米

3

品川区焚烧厂

400 米内有一个中学和一所私立学校

4

中目黑区焚烧厂

100 米内有一所小学和几个大使馆，
400 米处有一座大医院和一所小学

5

多摩川区焚烧厂

200 米内有两个幼儿园

6

世田谷区焚烧厂

400 米内有两座学校和一座知名医院，
还有一个人口密集的高端住宅区

曾经有许多诉讼与焚烧厂有关，但如果考虑到日本有超过 1200 座焚烧厂这个事实，诉讼数量倒不一定算多。反对焚烧厂建设本身的诉讼就更少了，更多的是关于焚烧厂技术失误、合同违约，甚至竞标过程中的腐败问题。以下是近年来的一些主要诉讼案例。

4.2.1. 鹿儿岛县市来串木野市：诉焚烧厂技术失误

2004 年，该市建设了一座“前景光明”、“创新性的”垃圾焚烧发电厂，且得到了中央政府的补助。然而，设施完全失败、事故频繁，发电量比承诺的少了非常之多。经过数年无果的努力和谈判，该市决定放弃运营这座焚烧厂，并在 2008 年起诉了建筑公司及开发者。后来，中央政府严厉批评该市，责令其退还部分补贴，因为工程没有达到获取补贴的最低标准。

2013 年，法院以“技术是新的，因此可能有未预见的问题”为由，驳回市政府起诉。尽管如此，该市还是不得不要花费 1000 万日元（相当于 50 万人民币）拆除焚烧厂。

4.2.2. 冲绳县座间味村：关于收入方面的诉讼

2003 年，这个小村庄建造了一座“理想的气化焚烧厂”，且得到了中央政府的补贴。结果，气化厂问题不断，2007 年被暂停运营。村子不满意，没有支付报酬给建筑公司，公司起诉了村子所在的市。幸运的是，2010 年法庭判决村子仅需支付一笔比合同规定数额小的钱。但村子后来在修理气化厂，以及偿还因建厂带来的每年 4000 万日元的债务中，将自己的积蓄用尽。

此外，竞标过程中违法勾结的诉讼案件也曾出现在米子市、东京市和横滨市，导致了潜在的城市财政危机。

4.3. 焚烧厂的信息公开

日本的《行政机关信息公开法》保障了公众自由获取和焚烧厂有关的信息的权利。**大多数关于焚烧厂的基本信息，比如排放数据、成本、设施维护，甚至决策过程都应公开给公众。**许多市正逐步在网上公开信息，这样所有人都可以方便地查阅到它们，但在其他地方市民还要去市政厅正式填写申请信息公开的复杂纸质文件。

举一个城市信息公开的例子。管理着东京市中心所有 20 多座焚烧厂的东京二十三区清扫一部事务组每月会公开发布所有焚烧厂的监测报告。里面的数据十分全面，不仅包括每个厂子的月度报告，还有第三方机构对焚烧厂每月监测的结果和年度环境报告。这使得我们能最大限度地追踪焚烧厂方方面面的情况，包括所有的事故、运行问题和无论多么微小的超标排放。

当事故或问题出现时，市政府普遍会立刻发出公告，否则会招致批评与不信任。这就是为什么我们偶尔会在电视的直播报道上看到与焚烧厂相关的事件。最近报道的主要事故包括焚烧厂中的工人伤亡（由于落后的管理系统等）或工厂爆炸，特别是气化厂或垃圾衍生燃料（RDF）焚烧炉事故，但近年来，我们没有发现真正严重的二噁英泄漏或足以影响到外界环境安全的有害物质流出事故。

版权所有：©磐石环境与能源研究所、自然大学，2015，保留所有权利
编辑校对：毛达、田倩
版式设计：李宇
发布时间：2015年10月



磐石公众号



自然大学公众号