

日本

粪便处理和分散型污水处理系统



环境省

江戸時代の糞便循环利用

日本镰仓时代(1185-1333年),为增加农作物的产量,就已经开始将粪便作为肥料施用于农地。到了室町时代(1338-1573年)中期,粪肥的使用已经非常普遍,到稍后的安土桃山时代(1568-1600年),粪肥的农田施用就已成为一种成熟的农业技术固定下来了。随着以后城镇的诞生和发展,这种趋势变得越来越明显。

到了江户时代(17—19世纪),城镇得到极大的发展。城镇居民也和农民一样,修建大型的厕所以便存储更多的粪便为农村提供肥源。农民到城镇或花钱向居民收购粪便,或用蔬菜大米等农作物与居民进行物质交换来获得粪便。这样农民一方面确保了肥源,另一方面又将用粪肥栽培的农作物提供给城镇居民消费,从而建立起了一种良性的产销循环链。

这种以粪肥施用农田为中心的传统农业循环经济,一直持续到上个世纪六十年代。

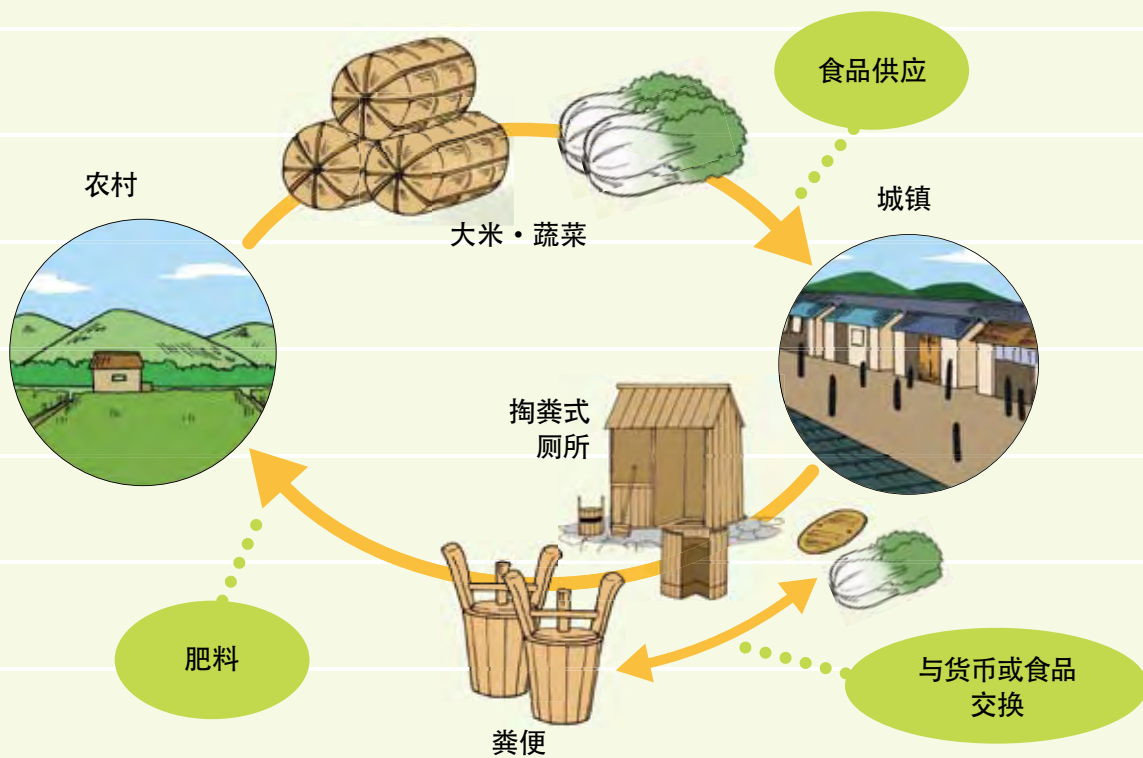


图-1 江戸時代の糞便循环利用

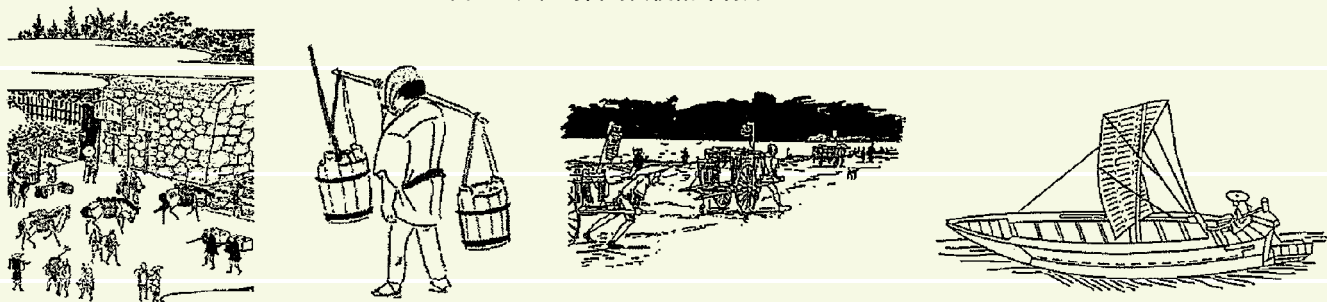


图-2 江戸時代の糞便搬运景象¹⁾

专栏 1 ● 江戸時代の糞肥收购价格²⁾

搬运方法	施用时期	价格(1艘)	每桶价格	注
船运	春耕季节(春)	3分~1两	19-25文	1艘=160桶,1駄=8桶,1桶=30升 1两=4文,1分=4朱,1朱=250文 按现在的货币来换算, 1美元=90日元=3.6文
	秋耕季节(秋)	3分~1两	14-19文	
	其它季节(夏·冬)	3分~1两	14文	
陆地搬运		1分(3駄半~5駄)	25-36文	

粪便的卫生处理

第二次世界大战结束以后，日本采取措施一方面维持和提高公共卫生的水平，同时积极推行粪便的农业施肥以促进农作物产量的增长。

当时日本对粪便处理的技术要求的重点放在①能够单独处理粪便，②能够杀死寄生虫卵、病毒细菌，③消除臭味，便于施用，④具有良好的肥效。

随着上世纪50年代后期日本进入高度经济发展期，化学肥料的迅速普及和城市化的快速推进，以施用粪肥为中心的传统农业循环体系逐渐崩溃，粪便也由“肥料”变成了需要处置的“废弃物”。如何使大城市里不断大量产生的粪便得到卫生地处置，成为一个很大的社会问题。为此日本政府大力推进粪便处理技术的研究开发。

1953年，日本政府为了促进粪便处理厂的建设，创立了国家补助金制度。从1963年起，政府开始制定和实施包括粪便处理厂建设规划在内的废弃物处理设施建设的五年计划，有力地推动了粪便处理厂的建设。

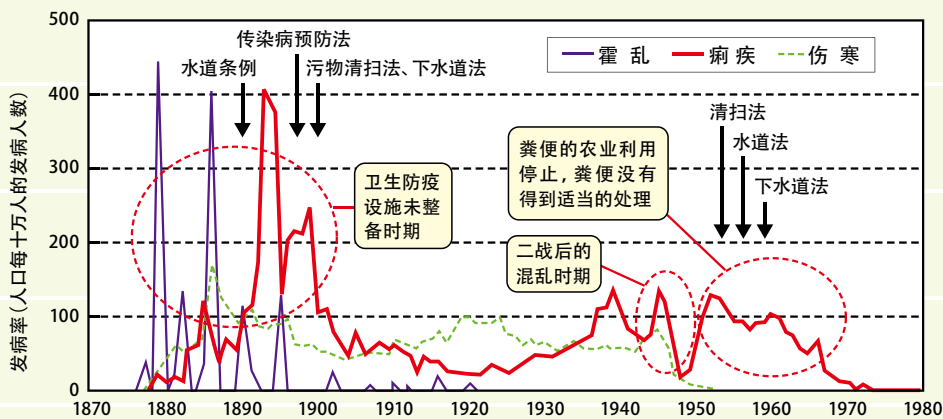


图-3 日本水系传染病发病率的变迁³⁾

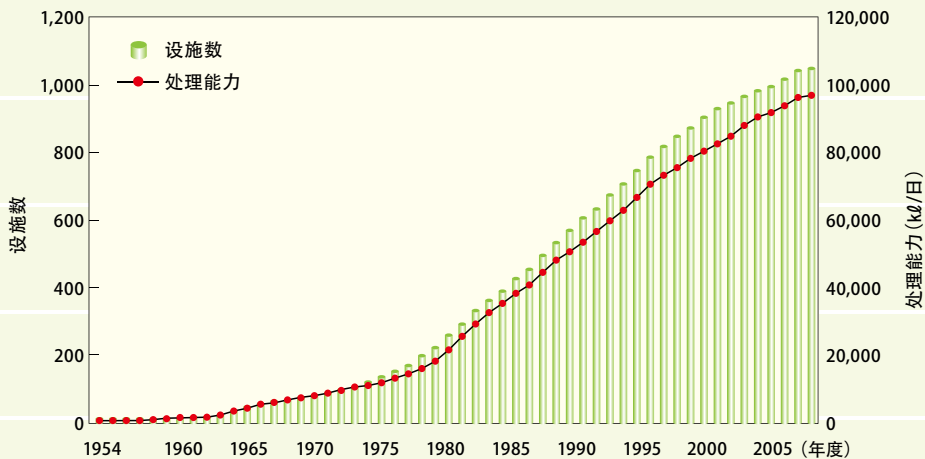


图-4 粪便处理厂的建设情况

表-1 日本近代公共卫生史上的主要事件

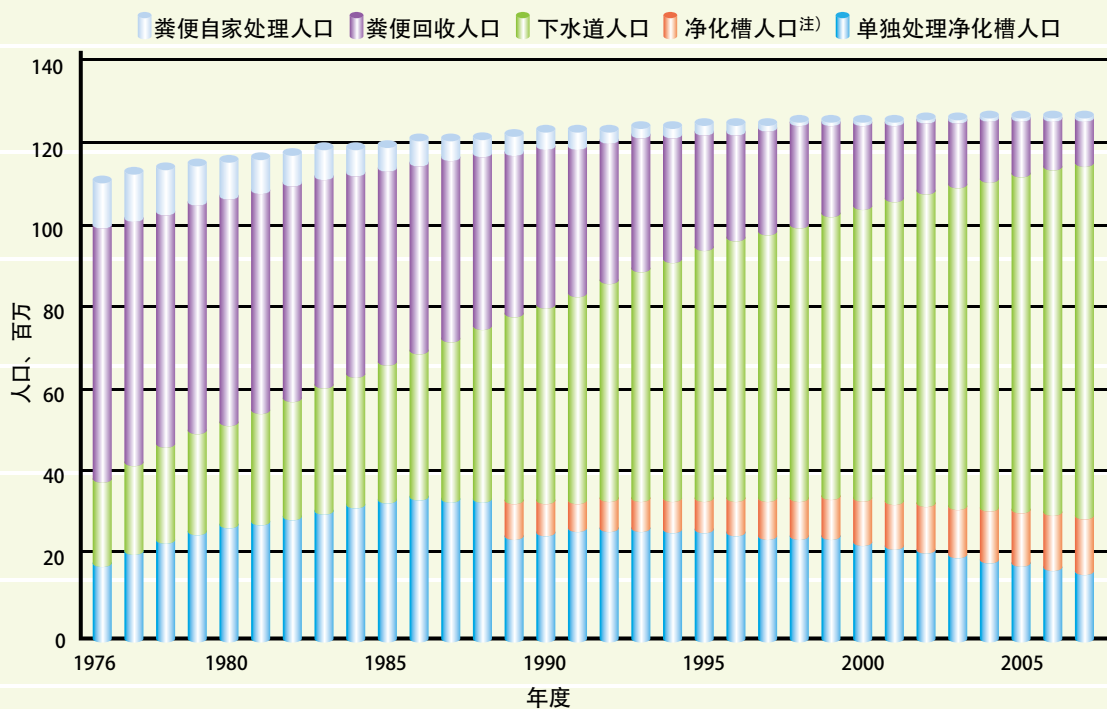
公历	大事记	公历	大事记
1879	街道清扫条例及厕所构造和粪便清扫条例	1957	水道法
1890	水道条例	1958	下水道法(新)
1897	传染病预防法	1970	废弃物处理法、水质污染防治法
1900	污物清扫法、下水道法(旧)	1977	粪便处理厂构造指针
1921	水洗厕所管理条例	1983	净化槽法
1930	污物清扫法修改	1987	合并处理净化槽的国家补助
1945	第二次世界大战结束	1990	生活污水处理规划制定指针
1950	有关粪便作为资源的卫生处理的指导性意见(GHQ经济安定本部资源调查委员会)	1997	污泥再生处理中心
1953	粪便处理厂的国家补助	2000	推进形成循环型社会基本法 污泥再生处理中心性能指针 粪便净化槽污泥高度处理设施性能指针
1954	清扫法	2005	推进形成循环型社会交付金
1956	粪便消化槽的构造等有关标准		

加强生活污水的治理

上世纪60年代日本的水质污染非常严重,成为社会瞩目的问题。水质污染的主要原因,是由于一方面大型工厂和商业设施的污水排放量的增加,而另一方面下水道建设的滞后,以及大量设置的单独式净化槽(只处理水洗厕所污水的净化槽)引起未经处理的生活杂排水的迅速增加。1970年制定的水质污染防治法加强了对工厂污水的排放管理,从那以后生活污水的污染负荷所占比例逐渐上升,生活污水成了公共水体污染的主要污染源。

到了80年代,可用于处理粪便污水和生活杂排水的家用净化槽研制成功,这种新型净化槽在郊区新开发的小区,在不适合下水道建设的乡村地区得到迅速普及。另外,从2001年起日本法律规定禁止安装新的单独处理净化槽。

随着新型家用净化槽的出现,使日本全国所有不同地区的生活污水治理变为可能。这极大地促进了日本水环境的改善和水资源循环的形成。



注)净化槽人口从1989年度起分别按单独处理净化槽人口和净化槽人口进行统计

图-5 粪便、生活污水处理人口的变迁

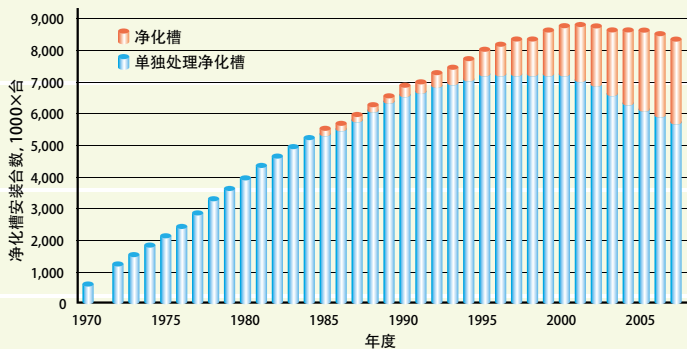


图-6 净化槽安装台数的变迁

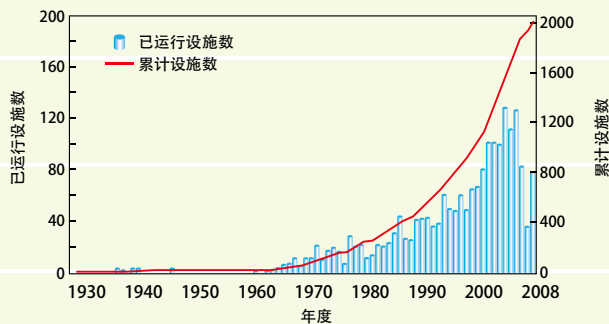


图-7 城市污水处理厂数的变迁

专栏2 ● 生活污水的有机污染物负荷

日本的人均使用水量一般是每天200升,相当于家庭浴池的1池的水量。

家庭生活污水当中,厨房污水的有机污染物负荷最高,其次是厕所污水,洗衣机排放的污水。

从家庭里排放的各种污水统称为“生活污水”,而除去厕所污水以外的生活污水称为“生活杂排水”。

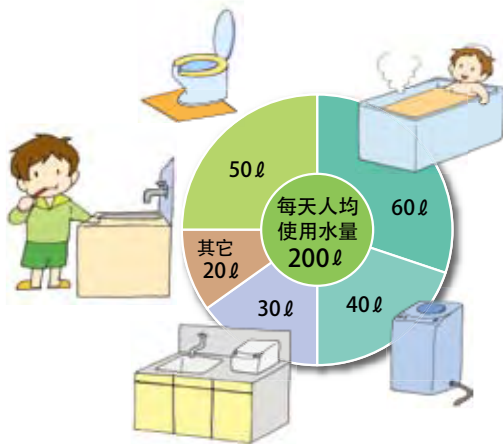
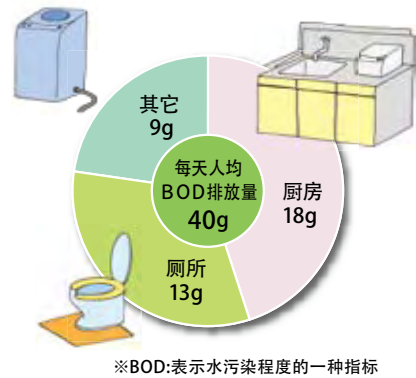


图-8 各类生活污水的日平均水量



※BOD:表示水污染程度的一种指标

图-9 各类生活污水的BOD负荷量

厨房污水由于含油成分较多,其有机污染物负荷很高,大概占生活污水整个有机污染物负荷的45%。

图-10显示如果将几种常见的厨房污水100毫升倒入河流时,为使水质恢复到鱼类能以生存的水环境(BOD 5mg/L以下),而需要加入的稀释水量。

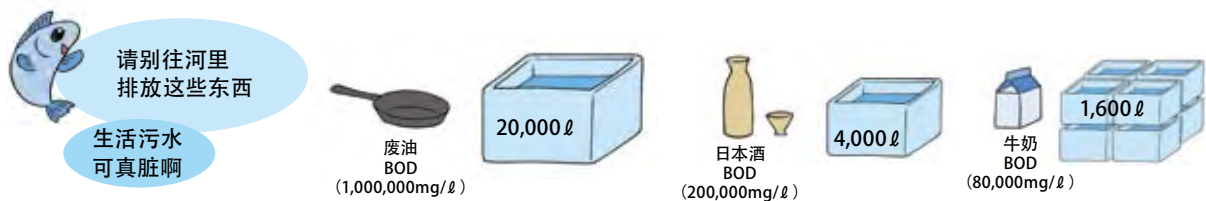


图-10 含有不同有机污染物的高负荷厨房污水

专栏3 ● 安装净化槽的改善卫生环境的效果



1970年代 单独式净化槽设置地区的排水沟
(沟里堆积了不少白色的污泥)



1990年代 净化槽设置地区的排水沟
(排水沟里流着透明干净的水)

日本的粪便处理与生活污水处理系统

在日本,根据所处理对象排水的种类、设施的规模以及主管行政部门的参与情况,处理粪便及生活污水的设施可分为“公共下水道”、“农业村落排水设施”以及“净化槽”。

此外,作为单纯处理粪便的设施,有“单独处理净化槽”和“掏粪式厕所”。“单独处理净化槽”自2001年以后原则上不得新建,而“掏粪式厕所”也早已没有新建的了。

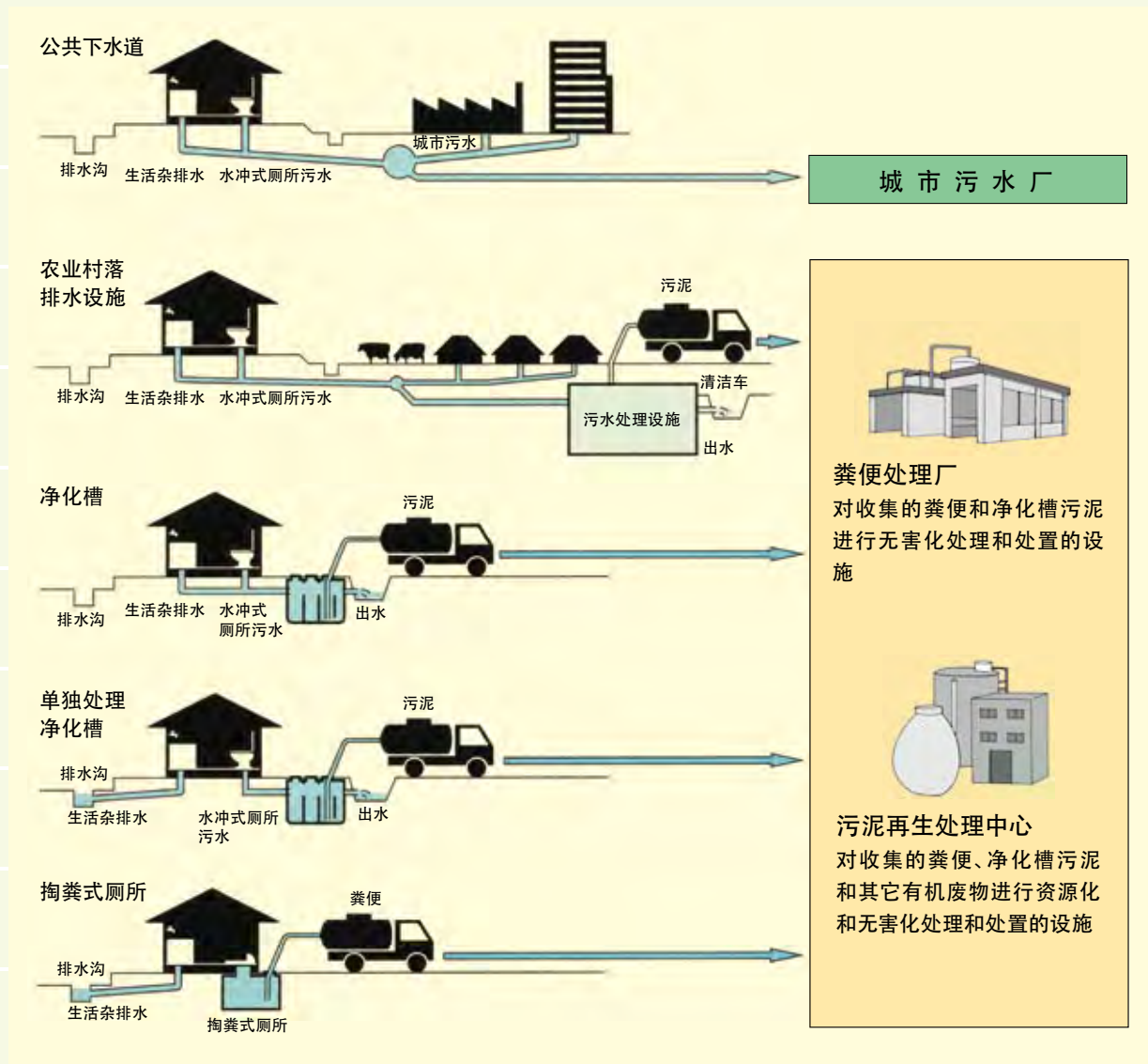


图-11 日本主要的粪便与生活污水处理系统

专栏 3

● 粪便收集搬运车辆的发展



二十世纪50年代
用两轮平板车搬运⁵⁾



二十世纪60年代
日本最早的小型掏粪车⁵⁾



现在的掏粪车



具有浓缩功能的掏粪车

生活污水的分散处理与集中处理

为了更高效地开展生活污水治理,日本坚持结合地区的特点进行生活污水处理设施的建设。根据对象地区的人口密度,来建设不同类型的生活污水处理设施。在人口密度高的城市地区或在居住比较密集的农村地区,主要建设下水道和农业村落排水设施这样的集中处理设施,而在人口密度低的城郊、农村、山区,则以安装净化槽这样的分散处理设施。

下水道是通过下水管网将城市里的住宅、工厂,事务所、商业设施的污水收集起来,利用建设在河流下游或海边的污水处理厂来集中地处理污水的设施。下水道通常为一万人到数十万人不等的规模,处理的对象也包括工厂的污水和雨水。

农业村落排水设施是主要用在农村地区的生活污水处理系统,通过下水管网收集农业村落各个家庭排放的污水,在小型的污水处理厂对污水进行集中处理,处理水就近排放到附近的小河。

净化槽包括处理以家庭为单位的生活污水的小型家用净化槽、处理楼房和学校、医院、超市等排放的生活污水的大中型净化槽,现在使用中的净化槽绝大部分都是小型家用净化槽。

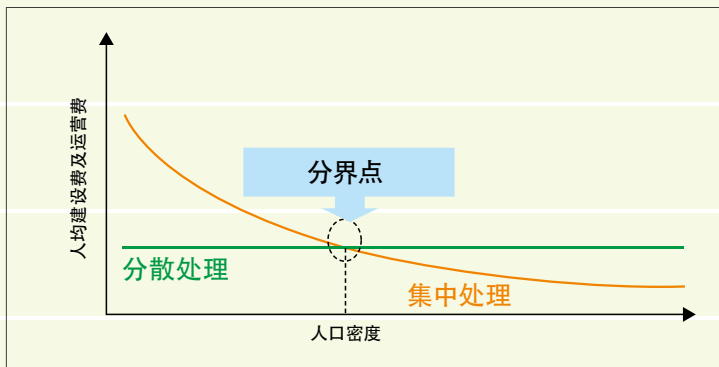


图-12 分散处理与集中处理成本比较

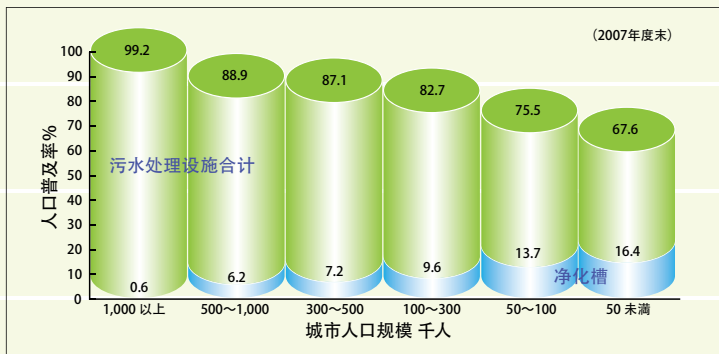


图-13 不同人口规模处理设施的人口普及率



图-14 分散处理与集中处理示意图

表-2 主要生活污水处理系统的概况

名称	公共下水道	农业村落排水设施	净化槽	粪便处理厂
宗旨	集中处理粪便、生活杂排水、工业污水和雨水,改善生活环境,保护公共水域等的水质。	集中处理粪便、生活杂排水和雨水,确保绿色安全的农业用水,改善生活环境。	在粪便、生活杂排水的排放源头进行个别处理,改善生活环境和公共卫生环境,保护公共水域等的水质。	集中处理由掏粪车等收集的粪便和净化槽污泥,改善生活环境和公共卫生环境。
实施主体	市町村	市町村	市町村、个人	市町村
适用地区	主要为城市地区	农业振兴地区	净化槽建设地区	无限制条件
设计规模	通常为10,000人以上	1,000人左右	无限制条件	无限制条件
处理污水种类	粪便、生活杂排水、工业污水和雨水	粪便、生活杂排水和雨水	粪便和生活杂排水	粪便和净化槽污泥
建设周期	5年以上	3~5年	1周~1年	2~3年
主管部门	国土交通省	农林水产省	环境省	环境省

净化槽的特长

最小的净化槽是安装在独户住宅的庭院内,将家里的所有污水就地处理和排放。这种小型家用净化槽,从对周边的水环境保护以及费用比的观点来看,有以下许多特点。

1. 安装费用低

小型家用净化槽基本是在工厂生产的,大批量生产可降低成本,其价格也为用户能够接受。净化槽一般利用庭院内的空地作为安装场地。

2. 安装工期短,能够迅速发挥其环保效果

所需安装面积仅为一台小轿车的大小,排水管道非常短,其施工基本不受周围地形的影响。施工工期仅需1周左右,短时间内即可发挥其污水处理的功能,立即达到生活污水治理的效果。

3. 对于确保小河、水路的水量和维持景观用水有积极的作用

由于污水就地处理,就地排放到附近的小河,这对于确保小河的水量,促进当地的水循环,以及保持小河周边良好的自然环境有极大的作用。

4. 有利于处理水和污泥的回用和资源化

净化槽基本上只处理生活污水,处理水和污泥里一般不含重金属等有害物质,非常有助于处理水以及污泥的循环利用。

5. 抗灾性能强

由于没有复杂的管网设施,在地震等自然灾害发生后,净化槽可以在短时间内恢复其处理功能。

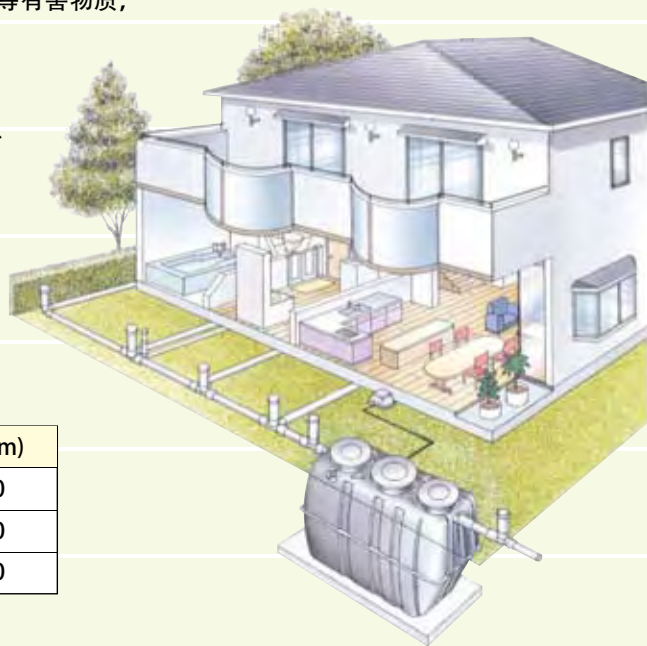
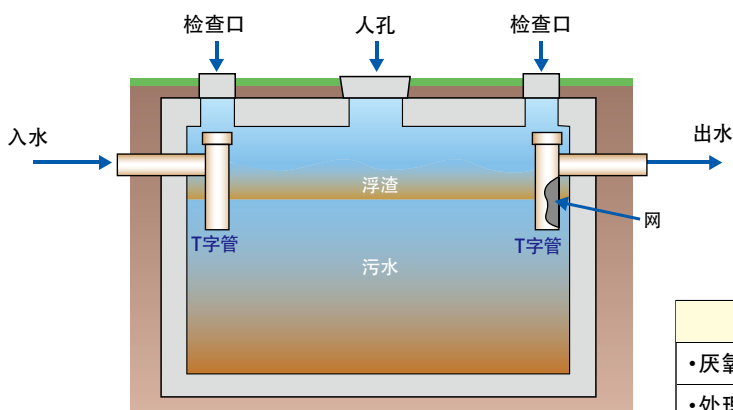


表-3 标准家庭用净化槽的尺寸

人 槽	宽(mm)	长(mm)	高(mm)
5	980	2,155	1,750
7	980	2,775	1,750
10	1,230	3,115	1,750

专栏5 ● 国外分散型处理设备「化粪池」



化粪池的构造(美国)

在国外的一些地区,通常安装化粪池来处理生活污水。在美国,化粪池的出水一般需经过土壤处理后再排入水体。

化粪池和净化槽的比较

化粪池	净化槽
·厌氧处理	·好氧处理
·处理水需再进一步处理(土壤处理)	·处理水直接排放
·处理性能低	·处理性能高

净化槽的基本构造和种类

净化槽是用来处理包括粪便污水和其它的生活污水的污水处理设施。

净化槽主要是利用生息在槽里的各种细菌和原生动物等微生物对有机污染物进行生物降解,来达到净化污水的目的。因此净化槽的构造主要是为能够最大限度地发挥微生物的生物降解功能来设计的。除此之外净化槽还具有固液分离功能,污泥浓缩和储留功能,以及消毒功能。

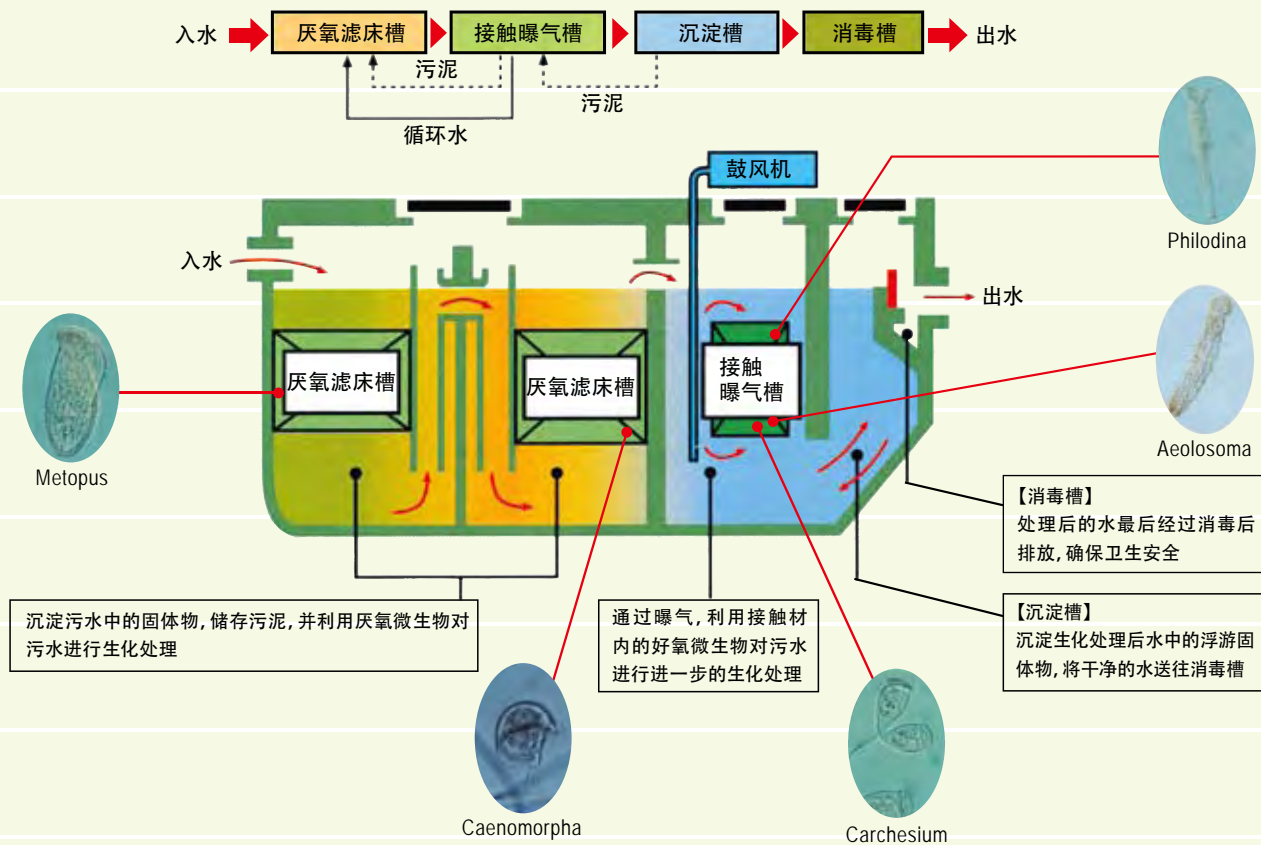


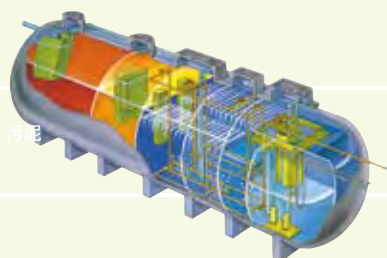
图-15 净化槽的构造和处理原理

净化槽的处理能力,处理工艺以及壳体的材料等,可根据建筑物的使用用途,所处理污水的水量和水质,以及排放水体的环境标准来决定。根据净化槽的处理能力的大小,可分为以下三类。

- 小型净化槽:用于独户住宅的小型家用净化槽,以及50人槽(日平均污水量 $10\text{m}^3/\text{日}$)以下的小规模的污水处理设施。其壳体材料一般采用玻璃钢(FRP, Fiberglass Reinforced Plastic)或者是工业塑料(DCPD, Dicyclopentadiene),基本上在工厂批量生产。
- 中型净化槽:51人槽以上500人槽(日平均污水量 $100\text{m}^3/\text{日}$)以下的中规模污水处理设施。在工場生產的产品其壳体一般采用强化塑料FRP,在现场施工的设施一般采用钢筋混凝土结构(RC)。
- 大型净化槽:501人槽以上的大规模污水集中处理设施,一般设施采用钢筋混凝土结构(RC),在现场施工安装。



小型净化槽(FRP)



中型净化槽(FRP)



大型净化槽(RC)

净化槽相关的法律体系

《净化槽法》

制定净化槽法的目的,是从保护公共水域水质的角度出发,利用净化槽对粪便和其它生活污水进行有效的处理,以此为保护生活环境以及提高公共卫生水平做出贡献。

因此,净化槽法对净化槽的生产、安装、维护点检及清扫等各个环节加以必要的规范,同时为了保证实际操作的效果,明确了净化槽相关各方的责任和业务范围,并确立了各方的身份资格。即:建立了净化槽施工企业及净化槽维护点检企业的注册制度,净化槽清扫企业的许可制度,设置了净化槽设备士和净化槽管理士的国家资格。此外,为了实现净化槽法的目的,还规定了对净化槽的检查,如发现不合理使用等情况的,都道府县知事或设有保健所的城市市长可以对净化槽管理者或受其委托的净化槽维护点检企业提出指导性意见或改进劝告。

涉及净化槽的行政部门、居民、相关企业单位之间的关系如下图所示。

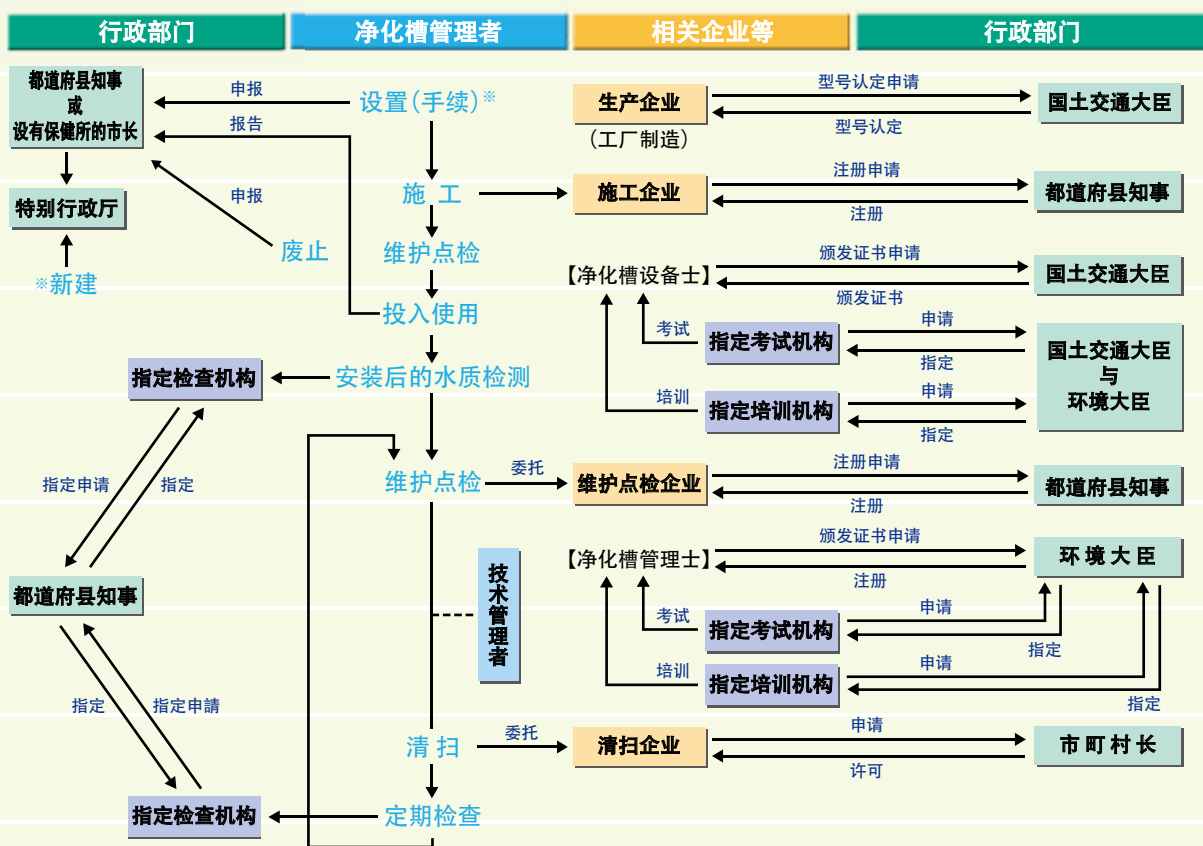


图-16 净化槽法的主要内容

表-4 净化槽法的内容

第一章 总则(第1条~第4条)	第七章 净化槽设备士(第42条~第44条)
第二章 净化槽的设置(第5条~第7条)	第八章 净化槽管理士(第45条~第47条)
第三章 净化槽的维护点检与清扫(第8条~第12条)	第九章 条例规定的从事净化槽维护点检企业的注册制度(第48条)
第四章 净化槽型号的认可(第13条~第20条)	第十章 杂则(第49条~第58条)
第五章 关于净化槽施工企业的注册(第21条~第34条)	第十一章 罚则(第59条~第67条)
第六章 净化槽清扫企业的许可(第35条~第41条)	

相关法规

根据建筑标准法的规定,在安装水冲式厕所时,如果其污水不是排放到公共下水道,则必须安装能保证出水达到卫生标准的净化槽。建筑标准法及其实施细则中同时明确规定了净化槽的构造和安装后的工程验收,安装区域及处理能力与净化槽性能之间的关系等内容。在废物处理法中则对于净化槽的建设规划,污泥的搬运等做出了规定。

此外,对于超过一定规模的净化槽,需按照水质污染防治法的规定来控制排放水的水质。

净化槽的构造标准和处理性能

净化槽的构造可分为有两种,一种是由国土交通大臣制定的标准构造(或称例示构造型),另一种是由净化槽厂家申请,由国土交通大臣批准的构造(或称性能评价型)。

1969年日本建设省首次公布了全国统一的净化槽构造标准,对净化槽的处理性能·构造等作出了详细的规定。这也是例示构造型净化槽最初的构造标准。从那以后,这个标准经过了数次的修改,2000年6月净化槽的构造标准再次修改,改称「建设大臣制定的构造方法」,并删除了原有的单独处理净化槽的构造标准。

以前安装的家用小型净化槽基本上是例示构造型。最近几年随着净化槽技术的迅速发展,采用新技术的性能评价型家用净化槽现在占了新安装净化槽的百分之95左右。

按照处理性能,净化槽可以分为以下3种。

- BOD除去型净化槽(BOD≤20mg/L)
- 除磷脱氮型净化槽(BOD≤20mg/L, T-N≤20mg/L, T-P≤1mg/L)
- 膜分离型净化槽(BOD≤5mg/L)

表-5 净化槽的构造标准(建设省告示1292)概要

构造分类	处理工艺	处理人口规模(人槽)						处理性能					
		5	50	100	200	500	2,000	5,000	BOD 除去率	处理水质(mg/l)			
										BOD	COD	T-N	T-P
第1	合并处理 分离接触曝气 厌氧滤床接触曝气 脱氮滤接触曝气							90%	20	—	—	—	—
第4	单独处理 腐败池							55%	120	—	—	—	—
第5	单独处理 地下渗透							SS:55%	SS:250	—	—	—	—
第6	合并处理 生物转盘接触 接触曝气 洒水滤床 强化活性污泥法 标准活性污泥法							90%	20	30	—	—	—
第7		接触曝气·过滤 絮凝分离							—	10	15	—	—
第8		接触曝气/活性炭吸收 絮凝分离/活性炭吸收							—	10	10	—	—
第9		硝化液循环式活性污泥法 高级处理脱磷脱氮							—	10	15	20	1
第10		硝化液循环式活性污泥法 高级处理脱磷脱氮							—	10	15	15	1
第11	硝化液循环式活性污泥法 高级处理脱磷脱氮							—	10	15	10	1	
第12	根据水质污染防止法规定,对BOD以外的水质能达到排放标准的处理工艺	COD(mg/l)	SS(mg/l)	n-Hex(mg/l)	pH	大肠杆菌群落数(个/cm³)	构造						
		60以下	70以下	20以下	5.8~8.6	3,000以下	适用于第6~第11的构造						
		45以下	60以下				适用于第7~第11的构造						
		30以下	50以下				适用于第7~第11的构造						
		15以下	15以下				适用于第7~第11的构造						
10以下	15以下	适用于第8的构造											

注)2006年1月删除了第2、第3所列的构造



除磷脱氮型净化槽(FRP)

小型膜分离型净化槽(FRP)