

# 生活垃圾堆肥化和向农田施用

酒井信一 长谷川香织 安田和雄

一、前言 对废弃物的处理，尽管排出量年年在增加，但是，由于对废弃物处理的设施建设不充足，因此最近各地对废弃物不适当的处理和违章投弃等现象仍频频发生。

废弃物可分为消费活动中产生的一般投弃物和产业活动中产生的产业废弃物。在一般废弃物中，处理最困难的是生活垃圾，最近，堆肥化试验已在各地见到，但其多半是焚烧或填埋。

另外，在农场，虽然使用化肥和农药对作物增产稳产起很大作用，但是，由于多用这些化肥和农药，随之而来的是有机物还原减少，耕地土壤中的小动物和微生物种类与数量正在大大减少。

根据上述现状，日本信州大学农学部教授酒井信一先生，从1983年开始，对家庭生活垃圾进行发酵处理作堆肥化试验，把处理后的发酵物作为有机肥料，向农田施用。本文将“家庭生活垃圾发酵处理试验”方法与结果和关于生活垃圾堆肥化的意见，作一概括介绍。

二、发酵垃圾箱的制作与改良实验和操作方法 1.原型槽的特征和问题的提出 最初制作的发酵垃圾箱（称原型槽）是一个纵横35cm、高度70cm、内部实际容积约50l的长方体箱子。槽内有一个隔壁，将槽一分为二（1个槽约25l）。所用的材料是：槽的主体侧壁（四

中研究自然利用，而强调人文自然的发展（Naess, 1989）。它首先集中研究自我的重新确定，特别是创造不能用物质占有和消费来定义的自我。其次它寻找所有强有力联系（如男人和女人、人和自然之间的联系）的变化，以及发现某些地区这些联系的基础，作为评价手段的语言、科学认识论、高层次哲学在这些地区一般都是毫无问题的。该探索虽然不能被所有的人确定为必需的组成部分，但它却赢得了一些人虔诚的认可。

在实用主义层次上，绿色观关心的似乎是哪一种资源过程困扰着我们。淡绿色集结在末端，中等绿色和微暗绿色考察整体，暗绿色更加象座在弗雷斯安乐椅中的心理学家的传记故事而观察听众。

遥远的征程 在人类及其环境的关系问题上，正像David Stoddart (1987)所提醒我们的，地理学家感兴趣的是长时间尺度的事物，也正像Robert Kates (1987)所提醒我们的，地理学家的兴趣是研究有时被忽视了的事物。在我们的大多数人中仍然有些人积极参加了自然和人文化世界的假设研究，其尺度从个体一直到全球规模。那么谁在讨论和严格评价绿色观的过程中做得最好呢？我们观点是，我们仍有些事情要做。在制定大部分公共（和某些专业部门）物质使用计划时，对我们过去和现在的行为似乎应该逐渐灌输罪恶感。当前宣布我们无罪没有太大用处。但是在回答人类和地球之间稳定的和创造的关系在什么时候和在什么地方得以实现问题时地理学家有长远和广泛的经验。我希望我们不要抱着恐惧和愤怒的情绪回顾过去，而更应该抱着适当的强制性的乐观主义态度向前看，来建立生存在唯一地球上的所有居民之间的生活方式。

马建华译自《Geography-Journal of Geographical Association》，No.327, Vol75 Part 2, April 1990。

壁)和内部隔壁均为塑料瓦模板(厚度5mm、波数23/cm),上下框子和底板及盖子都是硬质聚乙烯,底板向中心倾斜,在中心处设置一个直径为18mm的排水孔兼给气孔,另外,在底部还设置着有孔板。使用的时候,向各槽内插入1×2mm目眼的网袋。原型槽的特征和提出的问题如表所列。

表 原型槽的特征和提出的问题

项目	原型槽的特征	提出的问题
尺寸 材料 质量 隔壁	(1) 尺寸大小适宜于家庭主妇操作、使用 (2) 重量轻、断热性良好 (3) 在投入中2个槽比1个槽的减量,并容易取出	(1) 一个槽的尺寸小,由于放热大,所以很难维持良好的发酵 (2) 在寒冷的地区使用不放心(不安全)
结构 组合	搬运和设置容易	没有特别问题
盖子	由于是密闭式的盖子,所以虫子的出入和臭气的漏出比较少	(1) 由于没有空气和水蒸气的通道,所以成为嫌气的(厌氧的) (2) 凝结水下落
底部	(1) 从底部中央的孔进行排水和给气 (2) 通过有孔板进行给气和排水	(1) 给气口和排水管的尺寸与构造有问题 (2) 有孔板的眼很细,凹凸也低,所以容易塞满
网袋	内容物的取出和取出以后的操作容易	由于网眼小,所以通气和排水受阻

2. 改良槽的制作 改良槽的制作主要是考虑了原型槽存在的一些问题,于是在实验过程中将原型槽进行改良。(1) 去掉内部隔壁:为了增大槽内容积,决定把内部隔壁去掉。但是,在实用时,长两个槽连结起来,作成二槽式。(2) 盖的改良:原型槽是密闭型的扁平盖,为了使空气流通良好,促进好气性发酵和排出水蒸气、降低内容物的含水率以及进一步预防凝结水水珠下落,决定把扁平盖作成斜角,其底面33.3×33.3cm,上面8.5×8.5cm,高度2.19cm,壁面倾斜角10°。(3) 底部的改造:为了防止排水管的孔眼堵塞和确保给气,把孔的直径扩大到80mm,再在出口处安装一个T字管,把给气孔和排水管分开;另外,有孔板可用卵石代替,搬到卫生间里使用亦可。(4) 网袋:为了防止由毛管膜的附着而引起网眼闭塞的危险,改良槽网袋使用了6×6cm目眼的农业用防风网。(5) 其他:考虑在寒冷地区使用,将改良槽的侧壁用厚度为50cm的发泡苯乙烯板被覆其上。

3. 实验步骤及测定项目 生活垃圾(以下简称“试料”)是用日本信州大学松本生活协同组合伊那店食堂中排出的剩饭和烹调时剩的下脚料等,其平均组成是:烹调下脚料为70%,剩饭20%,茶叶残渣5%,蛋壳5%。试验方法是:每星期1、3、5,向发酵垃圾箱(原型槽和改良槽的各槽内,投入一次试料,投入量是3.0l,同时投入细菌,A菌投入量为25ml,Z菌50ml。此外,还向改良槽的一个槽内加投锯末子,投入量是每次1.5l,以便对比观察。

试料内深度15cm的温度及地上90cm高度的气温,是用自记记录计连续记录的。

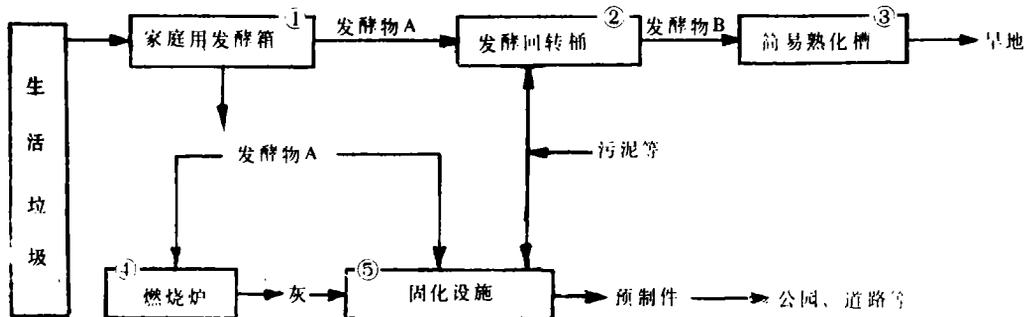
实验步骤及测定项目如下:(1) 试料投入前:测定凝结水水量→底排水水量→槽内内容物体积→投入试料的体积和质量测定,(2) 试料投入:试料投入→在表面撒布细菌,(3) 试料投入后:测定槽内内容物体积。

4. 实验结果 把发酵垃圾箱各槽内装满试料完毕后, 经过63天, 其投入量和减少量大体上均衡, 可以认为内容物几乎没有增加。经过168天, 试料投入终了以后, 观察各槽的内容物都有减少的变化, 但是在添加锯末子的改良槽中内容物只减少一点点。当试料投入累加量达20/时, 从试料表面到15cm深的试料内开始发酵, 在被覆了锯末子的改良槽内, 由于锯末子层促进通气, 所以发酵进行的良好。而且这种改良槽的盖子与原型槽不同, 从排气孔放出的水分和凝结水的排出量都多, 从底部排出的水量少。经过180天(第6个月), 将各槽内的内容物取出, 其体积和质量都减少了1/10~1/7, 原型槽内容物体积减少约1/5, 质量约1/3; 加锯末子层的改良槽内容物体积减少约1/2, 质量约2/3。各槽都产生了臭气和虫子, 但是在加锯末子的槽中却极少。在原型槽中的含水率超出投入生活垃圾的值, 并且腐败臭气很强, 虫子发生的也最多。1990年10月4日, 酒井信一教授开始进行第2次实验, 分别使用了具有调节水分和促进通气机能的锯末子及在比较短的时间内能发酵分解和减量的干燥过筛豆腐渣。为了防止凝结水珠从盖子上落下来, 把盖子倾斜角度改成30度。第2次实验时的试料是一天投入一次, 其投入量为: 生活垃圾0.5l/日, A菌0.025l/日, 锯末子和干燥过筛豆腐渣0.5l/日。

5. 通过实验 从面向实用化的角度来考察, 可以看出, 第1次实验是在连日最低气温在0℃以下的严寒期开始的, 每周投入生活垃圾3次, 得到超出当初预想的好结果(在温暖期, 最好是每天投入一次, 也能够得到很好的发酵)。(1) 在以减少生活垃圾为目的的情况下, 不使用具有调节水分和通气的材料这种方式为好, 但是, 不可避免有发酵臭气和虫子产生。(2) 在以制作堆肥为目的的时候, 用锯末子等被覆控制减量的方式为好。在这种情况下, 恶臭味和虫子的发生大大受到抑制。(3) 在控制或降低臭味和虫子发生和期望减量的情况下, 使用像干燥过筛豆腐渣之类的材料为好。(4) 把改良槽的两个槽连结起来作成二槽式是值得欢迎的。

三、生活垃圾资源化系统 对生活垃圾的处理是很重要的, 它可以减少垃圾的搬出量, 又能准确地分门别类地搬出去, 还能很容易形成可靠的再生资源。

酒井信一教授以家庭生活垃圾的发酵减量化为出发点, 制作了“生活垃圾资源化构想”流程图。流程图①的“家庭用发酵箱”是上述的经过改良的发酵垃圾箱, 即纵横35cm、高度70cm、内部容积为30l的长方体两个连结起来的箱。具体操作方法是: 把厨房垃圾每天投入到第1槽的网袋中, 在其上撒布细菌, 如果一天的投入量是1~2/时 假如厨房垃圾仍照原来那样堆积的话, 那么, 估计装满第1槽约用1个月的时间。然而, 由于投入的生活垃圾是在逐渐发酵减量, 所以要几个月后才能装满。接着对第2槽用同样方法继续接着投入, 将其装



生活垃圾资源化流程图

满后再从第1槽内把原来装在网袋中的内容物取出来(简称“发酵物A”),由于这种发酵是好气中温发酵,所以如果使用的方法适当,那么,很少产生臭味。从第1槽中取出的内容物量,已大幅度的减少。目前,在居民区每隔2~3天收集一次生活垃圾,如果使用上述这种发酵垃圾箱,重量轻,水分少,容易操作,估计要数月才收集一次。

若把“发酵物A”取出后原封不动地作为堆肥使用的话,有点不成熟,因为是中温发酵,病原微生物和各种杂草的种子等,有残留下来的可能性,所以,在作堆肥和畜舍敷料等使用的时候,就需要把收集起来的“发酵物A”进一步投入到流程图②的发酵回转桶中,同时投入Z菌,由燃烧器点火,发酵回转桶中的内容物温度徐徐上升,约3小时后达到75℃左右。此间,在桶内投入“发酵物A”时添加投入的Z菌成爆发性的增殖,进行着急速地高温发酵。在3~4个小时发酵处理后取出的内容物(称“发酵物B”)中,Z菌仍继续活泼的活动着,伴随Z菌的呼吸而产生发热的高温发酵,也在继续进行。在这个阶段,由于进一步高温,使一些有害的低温菌、中温菌、小动物、杂草种子等,全都被灭死。

把“发酵物B”作熟化堆肥时,是将其投入到流程图③的简易熟化槽中,使之进一步熟化。在农家的早田里设置的熟化槽,采用木土结构,用1m宽的聚乙烯网构成直径为2.5m的园筒形,容积约5m<sup>3</sup>,中央插一个有孔管。“发酵物B”被投入熟化槽后,从周围的网眼供给空气,从中央的有孔管跑气,在好气的条件下继续活动的Z菌在2~3个月间,边把熟化槽中内容物的温度维持在50~60℃,边制作出熟化堆肥。

另外,在不考虑堆肥化的情况下,把“发酵物A”原封不动或者将其焚烧后的残灰集中到一起,固化成预制构件。

流程图④的燃烧炉构造简单,坚固,由于用不锈钢制作的燃烧室放入水槽中,所以壁面不会因为高温而变坏。把收集起来的“发酵物A”原袋投入到燃烧室内,如果再辅之会适的鼓风机送风,那么相当湿的东西也能很容易烧掉。当然,投入到一般的焚烧炉中也可以。

流程图⑤的预制构件化使用的固结剂,是在普通硅酸盐水泥中混入数种化学物质,把“发酵物A”与大体上同量的砂或土,混合起来,再混入20~30%的固结剂,加水和成稀泥状,流进模型中,数小时后,即能得到土木建筑用的预制构件。

**四、生活垃圾堆肥施用效果** 生活垃圾堆肥化实验是从1983年开始的,通过对土壤物理性、化学性和土壤动物等各种测定及作物栽培试验等,以明确有机物的施用效果。并以此为目的,连续不断地进行实验。

试验区划分为7个区:3个堆肥混入区(1t、3t和10t/10a),2个堆肥被覆区(1cm和3cm),化学肥料区,无肥料区。每年春天施肥一次。

把过去8年间(1983~1990年)堆肥施用区与化学肥料施用区进行比较,可以看出:(1)有机物含量随着堆肥施用量的增加而有年年增加的倾向。(2)间隙率随着施用量的增加而增加。(3)保水性(pH值)在被覆区从第一年度可以看出有显著的提高,可是,在混入区的10t区第三年里和1t区第七年里发现有差别。(4)地温(地下15cm)在混入区几乎没见到差别,但是,在被覆区日高低差小,冷凉时的日最低地温高。(5)土壤硬度(抵抗力指数)随施用量的减少而减少,特别是被覆区尤为显著。(6)化学性:pH值降低、氮素的蓄积和磷的有效化。(7)小型干性土壤动物相:动物的种类和个体数增加了,捕食类动物也出现了,土壤动物相多样化起来。

这样一来,由于连年施用堆肥,结果使土壤透水性和保水性年年得到提高,土壤膨松软化,化学性也提高了,生物相丰富起来,特别是在被覆区,上述这些表现很明显。例如,

# 体感气候研究

【日】坂上 务

序 生理气象学是研究大气现象与生命现象之间的关系的一门学科，研究范围非常广泛。农作物和森林都依存于天气，家畜、家禽和其他各种动物以年为周期的繁殖、移动和冬眠也是由全年的天气过程决定的。尽管人类渴望摆脱各种自然力的影响，但是在情绪和身体反应方面我们仍然在很大程度上受着天气的支配。

人体通过皮肤及肺泡粘膜与大气接触，通过它们的媒介作用，体内组织接受大气的影 响，受到各种各样的作用。一般如果外部环境变化不大，通过内环境的调节可以修正平衡中出现的微小紊乱，从而使机体在生理上保持一定的平衡状态。这就是通常所说的“维持恒常性”。周围环境的适当刺激对于维持人体的活动是不可缺少的，但是一旦刺激过强就会引起各种疾病。所以，作为对外部环境的适应，一方面我们应该增强机体自身对气候的适应能力，另一方面通过衣、住（食）或者更大规模的自然改造征服气候环境。另外，动物和人也常常迁移或者避暑、避寒，以寻找气候比较舒适的栖息地。关于体感气候过去做过很多研究，在此想就气候（气象）和人体的反应，首先从健康人的体感和气候要素的关系入手，然后在此基础上

划分日本的体感气候区，并对体感季节做一些探讨。希望能够获得生理气象方面的一些基础数据。

内容 体感主要与身体表面的热量收支有关。热量收支既和气温与皮肤温度的差值有关，也和温度、风速等气象要素有关。过去人们为了综合表示与人的主观体感十分协调的气象要素，不断地进行着各种尝试。

人的体感之所以能够保持一定，是因为人体在体内不断产生热量的同时，也通过皮肤和粘膜面不断地向外散热，中间起调节作用的是人脑的热调节中枢。

热量的产生主要是肌肉和肝脏内的物质代谢的结果，体内热量与外界交换的方式如下。括号内的百分比是在常温、无风、直立、轻装的情况下的估计值。

$$M - (R + C + V + A + a) = \pm S$$

M: 机体产生的热量; R: 皮肤表面的辐射散热(42%); C: 对流、传导散热(26%); V: 皮肤表面的蒸发散热(28%); A: 呼吸散热(3%); a: 排泄散热(1%); S: 身体蓄热(±)。

人体感到寒冷是因为上式右边的值不断减小，其原因可能是M值减小，或者是括号内除a以外的一些项的值变大。

从1990年小芜菁的栽培试验结果来看，在堆肥施用区，特别是小芜菁根部成长良好，T/R（叶重/根重）比小。连续施用堆肥给旱地土壤带来良好的影响，效果明显。

家庭用的发酵垃圾箱应实用化，降低垃圾箱的制造费，免费传授使用方法。假设在日本3万世带地区的家庭中使用发酵垃圾箱，或只用生活垃圾或添加锯末子等材料，以“发酵物A”3个月为一期，假定回收约15%的话，一天平均“发酵物A”的收集量约5m<sup>3</sup>。把这些东西用处理能力为3m<sup>3</sup>的发酵回转桶进行一天两次发酵处理，进一步再用简易熟化槽两个月使之熟化，一天约4m<sup>3</sup>·2t（考虑原材料利用率为80%），那么，一年间就生产出700t的熟化堆肥，这是很可观的。

赵佩心摘自《农业土木学会志》第59卷第7号