

超微粒子进行污泥分解消除处理过程

上海铁道大学教授
(环境·健康研究所)
饭山 一郎

1. 序言

我们国家的产业污泥排放量在每年一亿七千万吨，占产业废弃物全体的 43%，理所当然的位于第一位。

污泥的再生资源化率只有 11%，剩余的被掩埋、烧却、海洋投弃、非法丢弃了。近几年随着居民运动的高涨，掩埋处理场的法律规定强化，掩埋地的保障变得越来越困难，可以用于掩埋的容量急速的大量的减少。烧却法产生的二恶英（Dioxin）等影响环境，以及影响柯尔蒙的问题很严重，甚至从防止地球温暖化的观点也要求规避这种做法。海洋投弃法也无法逃避国际及国内禁止法的惩罚，“海洋还原”等论调也无法适应。

这样的话，一亿七千万吨这么巨大量污泥的未来引起深刻的社会问题也就是当然的了。如果不适用什么适当的方法处理这些污泥的话，日本美丽的自然环境将被污泥污染的不存在了，现在已经在北关东及东北地区各地发现了被非法投弃的“污泥银座”地区。

关于污泥的再利用、现在有意识的人们已经在深思熟虑中，如用于农田复原、烧制、溶解，主要成分资源化、水泥固化、固化处理、自然干燥、黑土壤化、炭化、蛋白资源化、燃料化、沼气制造等等，但总是在成本和运输两方面的缺陷难以克服。

如果能够确立一个切实有效的污泥处理方法，每年一亿七千万吨的处理量，是一个巨大的商业契机，作为日本在 21 世纪以环境立国的目标奋斗的基础产业、具有成长的可能性。

但是污泥的放置会产生很严重的腐败，发生强烈的恶臭和害虫，其次是对居

民的影响很严重。对于腐败污泥的抑制以及减少数量和无害化、这是污泥处理的关键。本文就利用污泥处理的特殊分解器（开发者名：“GRNBA Engine”）进行微粒子化、细菌等极小的微生物容易生成的状态以后，在下一个工程经过无氧化发酵消化---称为去除过程、最终使称为污泥的状态消减的新技术，关于此新技术的最新信息。

表一：

产业废弃物排出量（全国）

产业废弃物的种类	排出量（千吨/年）	比例（%）
燃烧残留物	2,678	0.7
污泥	171,450	43.4
废油	3,471	0.9
废酸	2,674	0.7
废碱（电池类）	1,547	0.4
废塑料类	4,334	1.1
橡胶残渣	94	0.0
金属残渣	8,533	2.2
玻璃及陶瓷残渣	5,295	1.3
动植物残渣	3,543	0.9
纸残渣	1,193	0.3
木料残渣	6,573	1.7
纤维残渣	99	0.0
矿渣	42,507	10.8
建筑废料	54,798	13.9
家畜粪尿	77,208	19.6
家畜尸体	28	0.0
粉尘类	7,491	1.8
其它	1,218	0.3
计	394,736	100.0

（参考）1990年，厚生省调查

1993年版环境白皮书（各论）

表二：

产业废弃物的再利用状况

产业废弃物的种类	再利用率
燃烧残留物	17.5
污泥	11.5
废油	24.5
废酸	26.5
废碱（电池类）	8.0
废塑料类	31.2
纸残渣	63.2
木料残渣	43.3
纤维残渣	51.1
动植物性残渣	31.3
橡胶残渣	12.5
金属残渣	93.0
玻璃及陶瓷类	50.8
矿渣	84.7
建筑废料	16.0
粉尘类	78.0
废弃物处理时添加物质残留	7.4

（参考）1990年，通商产业省调查

1993年版环境白皮书（各论）

2. 污泥细胞破坏

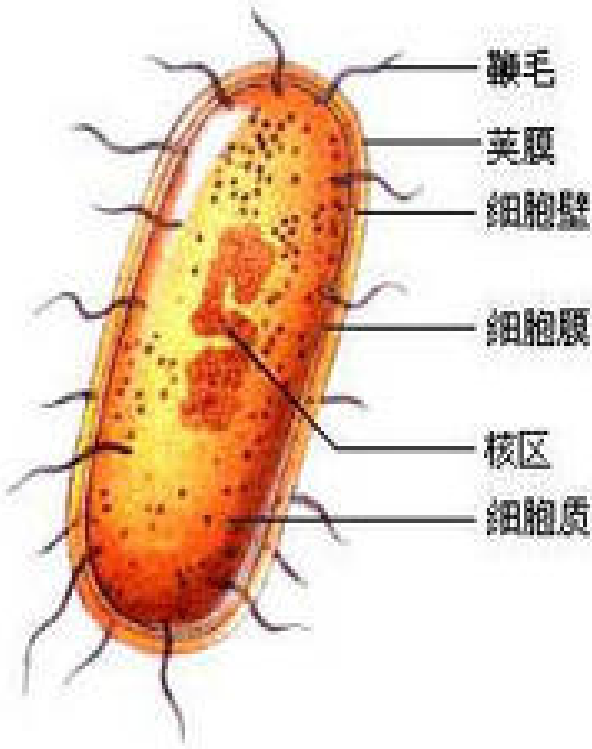
我们国家日本污水处理的主要方法是活性污泥法，这种方法的好处是能够得到清澄的处理水，缺点是产生大量的污泥。

城市下水标准的活性污泥处理、对于固态成分 1-2% 的污泥的流入水量，产生 1% 多的污泥。这样大量发生的污泥的主要构成成分有细菌、真菌类、藻类、原生动物、微少的后生动物等生物体。

生物拥有的第一特征是拥有细胞体，细胞内住着生命，细胞外则和物质进行着信息交换，这就是“生命现象”。

生物由称为细胞膜的坚固的屏障包裹着，在严酷的外部环境里保护着自己并维持着生命。

图一：细菌的构造



图一是细菌细胞的构造图，细胞膜位于菌体的外侧包围着膜状结构，从内侧开始是细胞膜、细胞壁、粘液层或荚膜所构成，细胞壁是细胞质外侧的硬膜。在多层的各种膜的保护下，生命现象安全的进行着。

图二：



图二所揭示的微生物们，全部是膜状结构保护下的生命体。

污水的生物处理工程是图二中的微生物群集合在污水中对有机物和无机物分解的基本要素构成的处理过程，这个微生物群构成的团是污泥。

生物处理最终是污泥的脱水工程和形成的污泥蛋糕的制造工程，被脱水的脱水蛋糕的水分也有 80%。再优秀的脱水机也就是 70%程度的含水率。这是因为仅仅脱水了细胞外的水，细胞内如表三所示的水分很多仍然残存着。

表三：

(表 3) 大腸菌細胞的成分

成分	%
水	70
蛋白质	15
核酸	
DNA	1
RNA	6
糖	3
脂質	2
氨基酸，核苷酸等	2
无机物	1

通常的污泥处理原理是把活着的污泥细胞变成被憋死的污泥细胞，但实际上只是把被坚固的细胞膜完全包裹着的污泥细胞处理了，也就是脱水或生物处理不完全的状态就结束了。

如果在此期间把细胞膜破坏了的话，细胞内的水分也就简单的脱掉水了。同样细胞质也就跑到外面来了，当然也就被当成处理的对象了。

图一里显示的细胞质是被细胞膜包裹着的复杂的胶体状，细胞质内核糖体那样的代谢和关系紧密的颗粒以及储藏物质的多糖类、脂质等的颗粒包含在其中。这些营养物质如果在细胞膜破坏后跑到外面的话，也能成为其他微生物的基本物质，新的生物处理的展开也就值得期待。

进行污泥的细胞膜破坏，这个工程也是新的生物处理，即污泥成分的原态分

解→消除→消灭为目的的工艺过程为出发点。

3. 细胞破坏技术

关于细胞破坏的实验，本人对小林先生的根据渗透压力冲击处理和音波处理、进行细胞破坏的实验报告非常有兴趣。

渗透压力冲击处理被破坏的菌体的细胞、里面的物质被放出、用 10Kc/sec 的音波处理、使固氮菌的细胞壁被破坏，再被破坏期间，同时进行着微粒子化....。这个报告暗示了被称为使细胞破坏→里面物质散出→微粒子化→原态分解的工程实验。

但是，渗透压力冲击处理和音波处理也不是大量污泥的处理方法，每年 1 亿 7000 万吨的巨大的产业污泥、细胞破坏→微粒子化→原态分解→去除这样过程的消减技术、也不是能量消耗型的现行技术，但被认为将诞生未来新技术的飞跃。

a. 污泥细胞的分散化

物质微粒子状在水中的悬浮状态（suspension）被称为分散。粒子的直径越小、粒子的分散性能越好，因为用于制造微粒子的分散机的性能和构造、根据要制造的物质不同也不相同，所以设计条件是决定结果评价的重要因素。

本文所述的，是对菌体细胞破坏、让细胞膜、细胞质也微粒子化为基本条件而设计的。一般来说，分散机是冲击·冲突技机能和剪断机能这两种机能中的一种、或两种同时并存的机能。

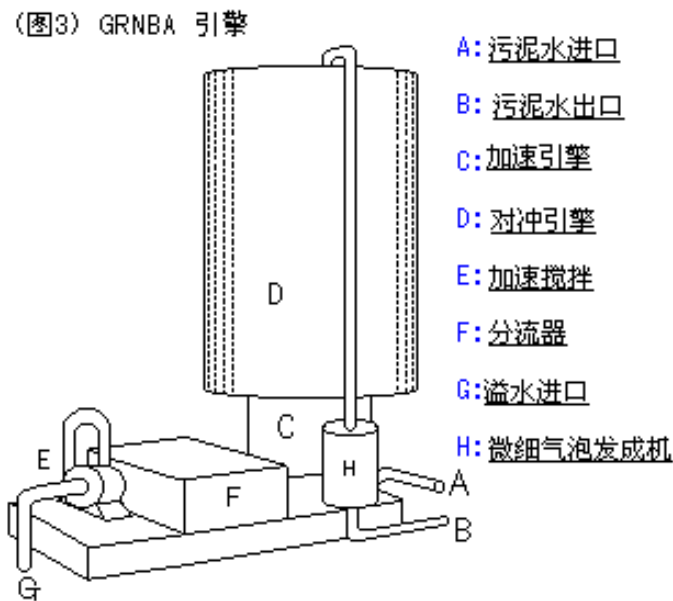
如前所述，细菌细胞有细胞质膜、细胞壁、粘液层或荚膜，是多层的膜质保护下的强韧的柔然的构造形成，为了把这种细胞构造破坏·粉碎，必须同时实施激烈的冲击·冲突现象和强烈的剪断现象。

冲击·冲突现象是根据冲击的速度，以及剪断现象是根据剪断（摩擦）的速度，产生效果更好，也就是说速度是重要的因素。特别是剪断（摩擦）速度是

利用高速层流和低速层流不间断的磨合非常重要。

b. 分散机

图三：



作者开发的分散机器（开发者名：“GRNBA Engine”）是利用高速回转到极速的污泥水进行激烈的冲突时、发生的冲击现象和剪断现象使污泥细胞破碎·粉碎的构造机器（参照图三）。

分散机器（GRNBA Engine）是想象成瀑布和瀑布壶的创造方案。瀑布和瀑布壶是使水的构造产生变化。水和水、水和岩之间产生冲突，水块激烈的被分裂、摩擦裂开、产生强烈的发泡现象和酸化作用，同时产生冲击波和超音波，使周围充满了清澈的离子（ion）。这就是 GRNBA Engine 设计的这种称为连续发生“瀑布壶现象”的机器。

实际上，瀑布壶不仅对水的群集有作用，鱼的残骸等也能微粉末化。GRNBA Engine 也能使肉片及纸箱碎片变成极其微细的 SS。而且 GRNBA Engine 的引擎部分在压入微细气泡时，维系气泡在破裂时产生超声波的作用，SS 是被单位细

分化的。

作者的实验也就是将污泥细胞破坏掉，得到被破碎·粉碎的微粒子状，在显微镜下仔细观察是否还有没有正常的污泥细胞存在。

1998年11-12月，在千叶县当地的牛奶加工企业古谷乳业得排水处理设施进行的污泥破坏处理实验中，污泥细胞的破坏状态在渗水过滤器中被确认了。破坏前的污泥细胞在过滤器中100%的被过滤留在过滤器里，用GRNBA Engine处理后的污泥在过滤器中全部通过、没有残留，这是因为污泥被破碎·粉碎成微粒子状的原因，在显微镜下观察后也得到了确认（渗透过滤器使用的是新光尼龙公司产的TN30）。

也就是说上述实验是经过2小时的GRNBA Engine处理、污泥中被溶解的蛋白质和脂肪等析化出的微细SS化得现象也被观察到了，这个超细微的SS在40-50分钟里完全凝结并沉积。

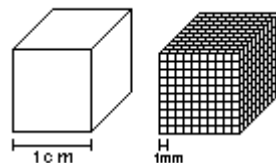
4.微粒子效果

关于分散类、粒子的直径越小、粒子的分散性能越好，这是原生分解速度的关键。

图四

A. 比表面積

（图4）1cm立方体和比表面积



有关有机物被微生物分解的速度，微生物的数量和种类越多、微生物接触基质的比表面积越大的话，越快。

基质的比表面积是指物体一克的表面积，物体越小，所对应的比表面积增大。

图四所示，一个边为 1 厘米的立方体的表面积是 6 平方厘米，把这个立方体的各边等分成十等分的话，一边一毫米的立方体为 1000 个，这 1000 个的总表面积为 60 平方厘米，像这样的物体变越小的话，比表面积就变得增大。这种关系对于球体也是同样，这种计算案例如图四所表示的。

表四中所述，球状粒子的半径 1 毫米的话，比表面积不超过 0.00120 m²/g，半径为 0.0001 毫米的话，比表面积显著增大到 12.0 m²/g。因为自然界的微生物大多数附着在固体物质的表面生存着，比表面积大的话、附着微生物的数量和繁殖率也就随着增大。

表四中所示的是和一个半径为 1 毫米的球体相比，半径为 0.0001 毫米的一方拥有的表面积为 1 万倍，微生物的数量也为 1 万倍。

表四：

半径 (mm)	比表面积 (m ² /g)
1	0.00120
0.1	0.0120
0.01	0.120
0.001	1.20
0.0001	12.0

B. 从内部的原生分解

从无机物被微生物分解的观点来说，微粒子化意味着重大的意义。按照图四，仅 1 厘米见方的立方体的表面就能进行原生分解，1 毫米见方的话，不仅仅是表面，从内部开始的分解也在进行，原生分解的反应被提高到极速是可能的。

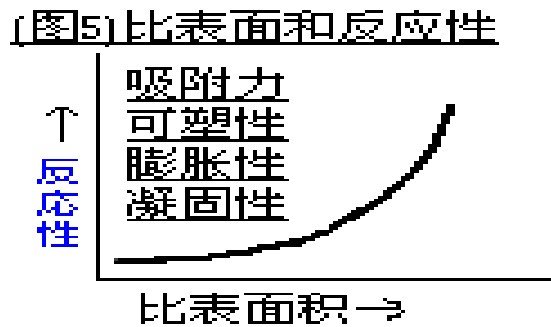
还有，为了抑制有机物的腐败进行发酵时，有机物的形状大的话，内部的腐败在持续着，发酵不只是在外部进行，因为被微粒子化的发酵菌被送到内部、理想的发酵也就实现着。

C. 微粒子和微生物间的引力

微生物的细胞通常携带的是负电荷，如果通过 GRNBA 处理被破坏的污泥的

微粒子、 Fe^{3+} 、 Co^{3+} 、 Cu^{2+} 等 2-3 价元素持有的是阳离子的话，一个污泥微粒子所附着的微生物的量会显著增加。

图五：



但是，与带电荷状态无关，像图五所示的粒子的表面积更具有吸附力、可塑性、吸水膨胀性、凝固性等的粒子活性是随着比表面积的增大而提高。

这种情况，对于微生物细胞所谓的超微粒子也是同样，微生物的细胞直径为 μm 级的，比表面积明显很大。

因此，污泥微粒子和微生物的吸附力、凝固性本身就大，他们会产生极大地及极速的结合，这种结合后，微生物的细胞外酵素（消化酵素）分泌出，也就进行着原生分解。

D. “生物美食家”

动物是用牙齿将食物嚼碎后摄取的，微生物因为没有牙齿，没办法嚼食，因此像消化酵素的高分子分解酵素分泌在细胞外，使要分解的对象分解成低分子化，这就是原生分解的过程。对微生物想要分解的对象物质进行人工分解，变成微粒子，变成使微生物能很容易吃的料理，这就是称为“生物美食家”的想法。

表五：

(表5) 光合成細菌体 (Rp. capsulata) 中的
维生素类色素含有量 (1993. 小林達治)

種 類		光合成細菌 ($\mu\text{g} / 100\text{g}$)	酵 母 ($\mu\text{g} / 100\text{g}$)
维生素	B ₂	3,600	2,900
	B ₆	3,000	2,400
	叶 酸	2,000	1,700
	B ₁₂	2,000	1
	C	2,000	-
	D	10,000IU	300,000IU
	E	31,200	
色素	細菌性葉綠素	56.1mg/g	-
	类胡萝卜素總量	41.7mg/g	-

图五所示的反应性是化学的・物理的反应性，根据比表面积의增大 (=微粒子化，分散化) 反应性提高，使微生物的原生分解的情况一样，使有机物变成微粒子化的话，原生分解进行的更快。这就比如说，人类在吃牛排时，因为太大的话没法吃，用刀切成小的再吃一样，给微生物的食物切碎后再喂食更容易吃是同样的。

油 (动植物油・矿物油) 被微生物分解去除时，使水中形成乳液状的、被分散的表面积越大的话，微生物就容易接触。有大块油的焦油球状的话，因它的表面积有限，微生物很难接触。

本文主题是污泥的“分解处理”状况时，如果没有这里所述的“生物美食家”的构想，不可能对污泥进行完全彻底的分解・消除处理。如不能对被强韧的细胞膜保护着的污泥细胞，细胞膜进行破坏，使细胞膜和细胞内的细胞质破碎・粉碎成微粒子化的话，污泥细胞的消除分解工程就无法开始。

也就是说，这个“生物美食家”的构想，不仅仅是切成生鱼片，还是要加上芥末和酱油调和后的调味的想法，这种为“调味”为目的的是添加光合成细菌。

光合成细菌如表五所示的细菌性叶绿素和胡萝卜素系的色素含量非常高的维生素也很丰富。

根据光合成菌的添加、光合成菌体中的丰富营养成分被发酵菌类（特别是乳酸菌）和放线菌所摄取并繁殖，使被破坏的污泥细胞不能腐败，同时被发酵→分解→消除的这个循环过程顺利的进行下去。

但是，在这里吸引眼球的是，作为光合成细菌培养的营养剂，为使污泥细胞微粒子化，经过 GRNBA Engine 处理后的溶液具有明显的增加繁殖的效果。这种情况是因为污泥细胞的蛋白质·脂质等营养成分非常丰富，现在，这种营养成分除了堆肥以外直接利用的方法还没有，这是向将污泥的营养成分被光合成菌和酵母等转换成其它有用形态的新技术·新系统的开发迈出的第一步。

为此所需的条件是将污泥细胞破碎·粉碎使其变成微粒子，这种微粒子自身成为其它微生物（发酵菌）舒适的“微生的生活场所（micro-habitat）”构筑所需的条件。这个基础理论就是在本文中所叙述的内容，关于具体的系统构成方法在以下的章节进行叙述。

5. 污泥的分解消除处理

自然界中最多也最常见的微生物的生活现象被称为腐食（saprophy）的过程。这是生物遗体以及其在分解过程中产生的物质、其作为营养源被微生物利用进行的生活所致。

污水处理设施使用时发生的剩余污泥、由于其难分解性的原因是、污泥是微生物体所存在着，微生物体浓缩成块状存在着，因被凝固剂等的药剂混入后形成，说深一步的话，剩余的污泥，消耗着大量的能量，被人为的、强制的进行生物化学所制造出来的非自然的产物，不是天然的和自然的腐食过程。

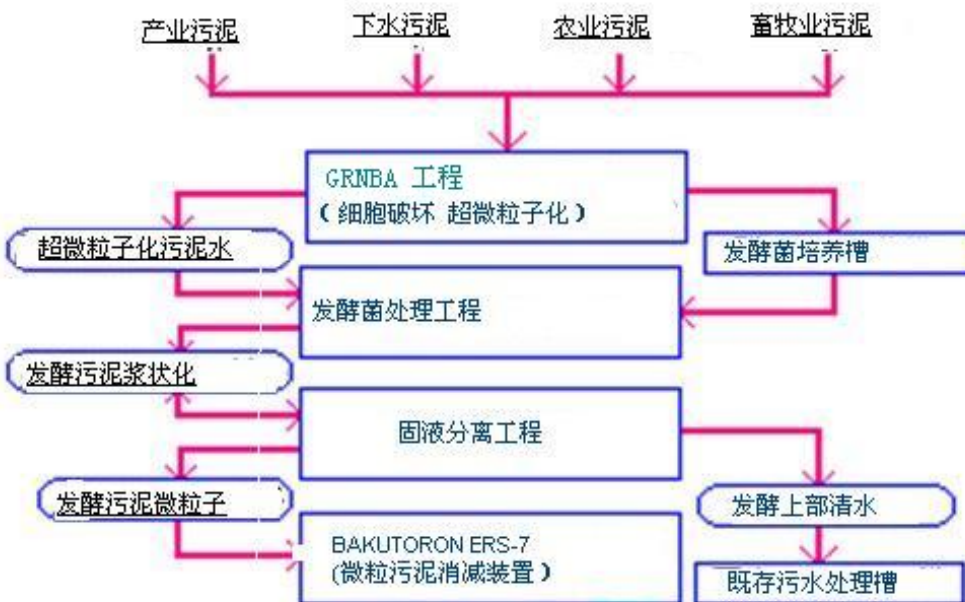
但是，如前所述的、因为腐食是生物遗体以及其在分解过程中产生的物质的原生分解过程，形成吸氧性（靠氧气生存的）微生物的巨大块状污泥，加上

污泥细胞自身也难分解，让这种“分解过程中的物质”改变，给予适当条件的
话，使腐食过程能够顺利的进行，这种“分解过程中的物质”改变的处理工程，
就是截止到上一章所述的由“GRNBA Engine”进行的污泥细胞的破碎·粉碎工
程。

因此，污泥分解·消除处理系统作为以“GRNBA Engine”为核心的处理
工程如下面得图六所示：

图六

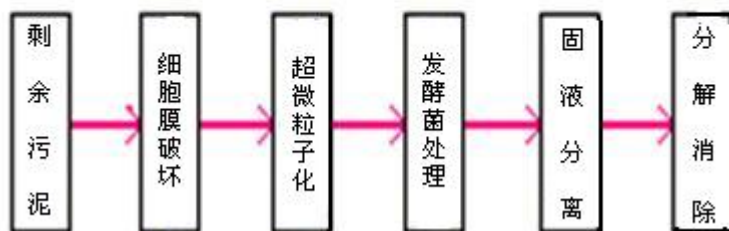
〔图6〕分解消除处理系统流程图



图六简化后就如图七所示：

图七：

〔图7〕污泥分解消除处理系统 原理图



如图七的流程图一样，污泥的分解消除处理系统就是进行破碎·粉碎污泥细

胞→微粒子化、使发酵，再在被称为“ERS-7”的破碎污泥及微粒子化分解消除装置里进行分解消除的系统。

A. 污泥分解消除处理工程的要点

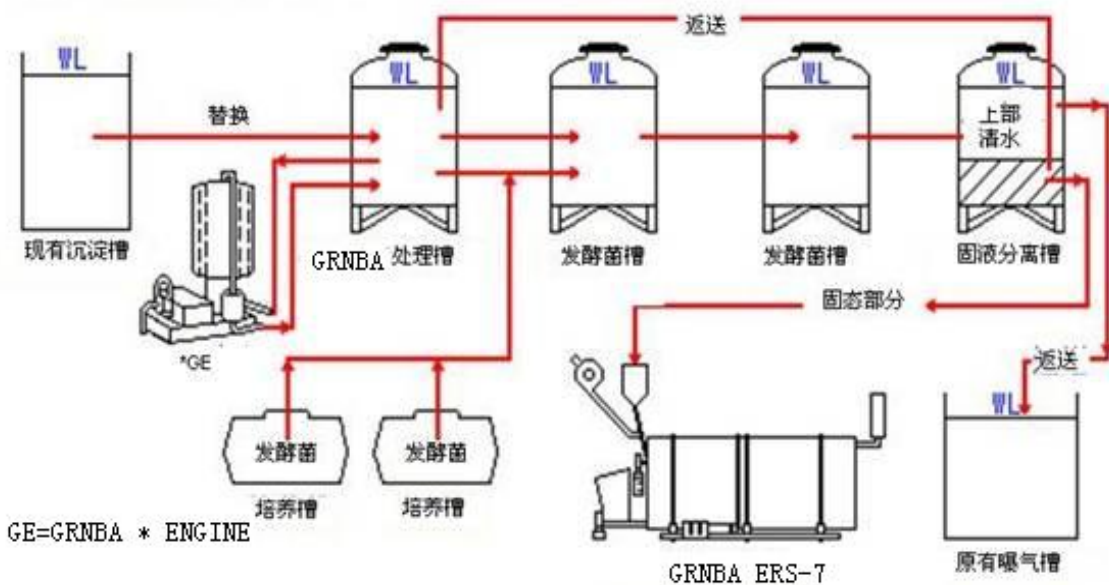
污泥分解消除处理系统（如图八），剩余污泥最终从沉淀槽中直接吸出处理开始进行。

因此不需要污泥蛋糕（为使污泥凝固、沉淀）过程，当然不需要加凝固剂，也就是省略了污泥蛋糕的移动运输→处理这部分工程。

吸出的污泥水经“GRNBA Engine”处理的污泥水中、吸氧性菌的细胞构造被全部破坏后，发酵菌再被注入，这样的话，微细的污泥细胞破片被发酵菌捕获，开始发酵分解，分解过程中的微细的细胞碎片、经过充分的发酵后，流向固液分离槽、自然流出、沉淀。在固液分离槽沉淀的细胞碎片的一部分，再次返送回“GRNBA Engine”处理槽，进行不断循环的微粒化处理。

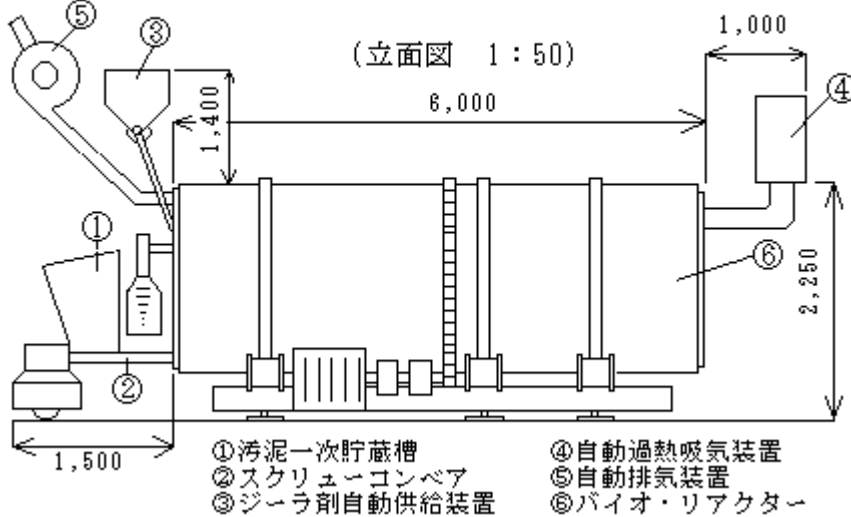
图八：

(图8) 污泥分解消除处理系统



(图 9) 『ERS-7』の概略図

★テクニカル レポート★



<消滅機の特長>

- ①有機系汚泥を基材（ゼオラ剤）内に投入しますと、微生物の発酵・分解作用で、ほとんどが24時間で水とガスになり消滅します。
- ②消滅する際に発生する炭酸ガス・水等は、強制排出します。
- ③攪拌はタイマー付で、セット時間の調節が可能です。
- ④温度設定ができ、装置内は常に一定を保ちますので、処理能力を高めます。
- ⑤基材（ゼオラ剤）は交換する必要はありませんが、年に20%程度を補充してください。
- ⑥有機系生ゴミなら、ほとんどのものが処理できます。
- ⑦もし悪臭が発生した場合は、強力な土着の発酵菌により瞬間的に消臭します。

汚泥消滅機『バクトロン』は、消滅能力が効率的に発揮できるシンプルな構造です。

消滅作用の重要な働きをするのが、杉の間伐材をチップ状にし、さらに特殊加工した「ゼオラ剤」という基材です。

ゼオラ剤に膨大な数の有用バクテリアが住みつき、水分調整・保温・消臭・消滅などの優れた効果が生まれます。

（この発酵菌群は、O157も絶滅させます。）

<仕様>

日量/20kg～10tタイプまで各種あります。

（その他、大量処理・特殊用途への対応も可能）

電源：AC 200V

消費電力：2～50KWH

（処理量により変動）

上述表框内译文：示意图（图9）'ERS-7'

简单的结构，可以有效地潜在湮没污泥湮没机'バクトロン'。

是的是毁灭的，一项重要工作和雪松木屑的"Zeala 整理"与更多的特别的材料。

为解决的错觉 Zeala 代理商是大量有益细菌、优秀水分控制、保温和臭和湮没。[的湮没的特点

(1) 面向有机污泥中微生物发酵和解体的衬底（Zeala 代理）

在 24 小时内对水、气的大多数死亡。

(B) 驱逐，不再存在时二氧化碳、水等

(C) 搅拌与计时器，设置的时间调整可能。

(D) 使您可以设置温度机在保留该常数总是增加容量。

(E)，但您不需要更换基板（Zeala 代理），大约 20%的补充。

(您可以处理大多数事情的 6) 有机原料生活垃圾。

(七) 如果您遇到发出的臭味是强大的土著发酵的菌的除臭瞬间。

（O157 是灭绝的发酵细菌。）

[规格]、负载：20 公斤 10t 型品种那里。（他人，大量的处理和特殊用途也可用）

电源：交流 200V 消耗功率：2 至 50 千瓦时

（工时量所做的更改）

B. 上部澄水（清水）

固液分离槽的上部的澄水里，存在着大量繁殖着的摄取了污泥细胞内养分的活性发酵菌群，将其返送回到原有的处理槽（曝气槽，接触酸化槽）时，不仅能消除恶臭发生，而且使原有处理装置的处理能力大幅的提升。以污泥作为营养源增加繁殖的发酵菌群，不仅使污水处理装置能力提高，放流水的性质也将发生改进。以前因为大肠菌很多，用盐性杀菌剂灭菌后的放流水，用发酵菌群对大肠菌驱除，不使用盐性杀菌剂就能使下流的环境进行净化的作用。作者考察了从栃木县足立市的川德水产污水处理装置排出的放流水，实施 3 个月后，实际放流的河流里的河底的环境就被逐渐净化了。

C. 处理槽设计的标准

以上所述的以“GRNBA Engine”为核心的“污泥分解消除处理系统”所发生的上部澄水的附加效应具有：(1)排水处理能力提高。(2)有用菌培养用的营养剂。(3)土壤的改良效果。(4)下流环境的净化。(5)恶臭的消除等显著的效果，本系统的目的是为“污泥分解消除”的，本系统在实际设计时，对产生的污泥量和污泥实际的情况进行仔细的调查研究非常重要。

如果污泥的发生量对于污水的流入量超过 1%的话，则必须考虑消减污泥发生量的措施，其中的一个方法是(1)将曝气槽改造成接触酸化槽。(2)在原水调整槽里投入浮动型的接触材料，将原水调整槽改造成调整槽兼接触酸化槽。(3)在调查MLSS的前提下，改变剩余污泥的返送量。(4)使连续曝气改变成间断曝气.. 等等的方法。

使用标准活性污泥法时，剩余污泥发生量的调查结果是，污泥的发生量对于污水的流入量在 1%以内的话，“污泥分解消除处理系统”设计时的各装置的容量等，标准数值如下表六所示：

表六：

从装置中提取的污泥量	污水流入量 × 3 ~ 5 %
Grnba 处理槽容量	污水流入量 × 3 ~ 5 %
发酵菌槽 (1) 容量	污水流入量 × 3 ~ 5 %
发酵菌槽 (2) 容量	污水流入量 × 3 ~ 5 %
固液分离槽容量	污水流入量 × 3 ~ 5 %
发酵菌培养槽容量	污水流入量 × 1 ~ 2 %
Bakutoron ERS-7	污水流入量 × 0.5 % 的处理能力的现有机型
Grnba Engine	(污水流入量 × 10 %) H P

D. 恶臭对策和〔Bakutoron〕

用“GRNBA Engine”处理成浆状时，提高了 SS 部分的沉淀率，使固态和液态的分界面清晰、易于分离，“污泥分解消除处理系统”的固液分离槽里、被微粒子化的污泥细胞碎片集中沉淀在槽的底部。这种沉淀物投入到“污泥·原生垃圾分解消除装置〔Bakutoron(ERS-7)〕”中后，再经过 7~20 小时的污泥残渣分解消除处理。这个〔Bakutoron〕从日本国内的各公司生产销售的一般的〔生活垃圾消减机〕从构造和机能上几乎没什么差别，最大的不同是附有发酵菌培养装置和发酵菌点滴装置。考虑到一般的〔生活垃圾消减机〕由于恶臭发生而被停止使用的案例很多，因为污泥容易发生恶臭的有机物的存在，本系统很难采用〔Bakutoron〕。

E. 原生污泥的混入

流入污水处理厂的污水，通常先在沉淀槽中沉淀去除污水中的浑浊物质，最初在沉淀槽中被除去的污泥称为原生污泥。本文中论述至此的主要是最终沉淀槽里沉淀的剩余污泥的分解消除处理，本系统（污泥分解消除处理系统）里即使放入原生污泥也不会妨碍，也许农村的收集排水等拥有的原生污泥很多的营养成分的“新鲜”的有机物也多的原因，剩余污泥和原生污泥的混合处理使微生物的种类增加的生态系变得更广的原因，加大了原生分解的速度。

但是原生污泥在投入系统（污泥分解消除处理系统）前必须用破碎机进行充分的破碎、使其微粒化，然后在后面工程的微粒化使用“GRNBA Engine”。

6. 自然消减法（闲置耕田利用）

污泥含有丰富的容易原生分解的有机物，如果其用于绿的农田，使土壤中的有机物极速的被分解、土壤就会变得缺酸状态，导致农作物的根部腐烂。

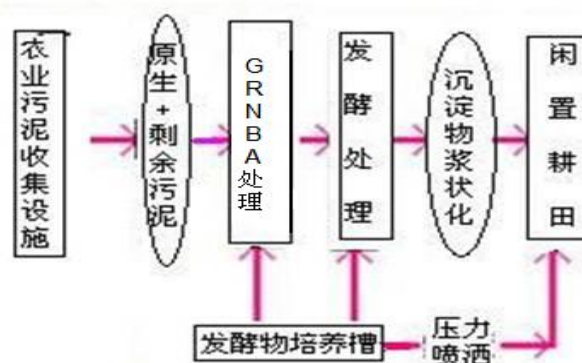
还有腐败菌、病原菌、重金属及各种难分解性的污染物质、恶臭、虫害等问题，污泥用于农田还原是有问题的。

所以污泥的积肥产业普及到现在，积肥化作为污泥的处理方法虽然理想，初始处理和实际运行成本高，品质上也谈不上很好，而且造成大范围的供给过剩，在这种状况下，还原到农田的污泥再利用方法的实施变得困难重重。

这里作为对策提案的是、利用了耕田的污泥“自然消减法”，就是用 GRNBA 处理、然后将经过发酵处理过的污泥细胞粒子用排放设施集中到附近的闲置耕田，自然放置使其成熟发酵的方法。这种方法就是替代如前所述的利用“污泥分解消除处理系统”的最后一段工程“Bakutoron 处理”的闲置耕田利用方法。

图十：

（图10）污泥自然分解消除法 原理图



经过如图十所示的工程经压力传送到闲置耕田的污泥的浆料、完全没有发

酵中的恶臭，如果有少量的恶臭发生的话，喷洒发酵菌液的瞬间就能抑制住。这个工程是让发酵在无氧化的状态下进行的、堆在野外即可，不需要重复进行。借了日本栃木县真冈市的大户农家大塚克彦家的田地进行了实验，Maruha 宇都宫工厂的污泥经过 GRNBA 处理、发酵过的污泥野外堆积后，污泥经过一个月后，减少了三分之一。使人注目的是、野外堆积污泥成铲状卷曲，其中有大量的蚯蚓繁殖着。也在千叶县的地方牛奶加工厂古谷乳业的污泥消减实际试验时，即使是在严冬季节，也有大量的蚯蚓发生和繁殖着。许多实验都证明蚯蚓无法在投入的污泥蛋糕里找到食物，蚯蚓喜欢大量吃食发酵了的污泥粒子，即使在冬季，也形成了颗粒构造的优良土壤。

7. 有益菌的培养

说污水处理设施的维持管理费有，电费和污泥蛋糕用的固化剂费用、以及污泥处理费不为过，比起用“GRNBA Engine”为核心的“污泥分解消除处理系统”投入来说，固化剂和污泥处理费用为零，这是很大的节约、使其成本减少到零的有利因素。由于“污泥分解消除处理系统”的投入，创造了更大的附加价值，这就是破碎污泥细胞质作为光合成菌的营养源的培养和绿色农田恢复的方案策略。

A. 用污泥进行光合成菌培养

用 GRNBA 进行污泥细胞微粒子化时产生的溶液，对培养光合成菌培养具有显著的效果，这是因为污泥细胞里的蛋白质·脂质等营养成分丰富的原因，古谷乳业（株）的污泥营养成分也很丰富，以 GRNBA 处理后的溶液 20% 混合后作为培养液、光合成菌一夜就完全成熟了。

在作者的实验室里，至今光合成菌的扩大培养、营养条件和温度最适合的

条件下，最低也需要 4 天，所使用的培养液如表七所示的药剂调和成的。

表七：

塩化アンモニウム (NH ₄ Cl)	1 g
炭酸水素ナトリウム (NaHCO ₃)	1 g
酢酸ナトリウム(無水) (CH ₃ COONa·3H)	1 g
塩化ナトリウム (NaCl)	1 g
リン酸水素 2 カリウム (K ₂ HPO ₄)	0.2 g
硫酸マグネシウム (硫酸镁) (7 水和物) (MgSO ₄ ·7H ₂ O)	0.2 g
プロピオン酸 (propione 戊酮酸) ナトリウム (C ₂ H ₅ COONa)	0.2 g
DL-リンゴ酸 (HOOC·CH ₂ CH(OH)·COOH)	0.3 g
ペプトン (蛋白胨)	0.2 g
酵母エキス (酵母浓缩物)	0.1 g
ビオチン (生物素・维生素 H)	5mg
ナイアシン (niacin 菸酸)	50mg
微量元素溶液	1ml
蒸留水	1000ml

用药剂进行光合成菌的扩大培养费用很贵，按此方法，散布到农田里的话，是无法计算的成本。

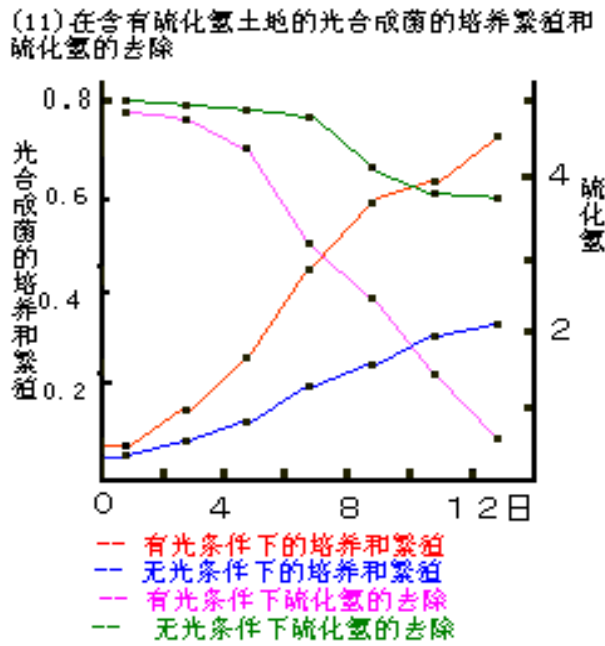
但是，利用 GRNBA 处理后的污泥细胞破坏溶液的话，光合成菌液的成本为零，而且短时间就能完成成熟。

B. 光合成菌液的绿色农田还原

光合成菌如图 11 所示的是使硫酸还原菌产生的硫化氢 (H₂S) 作为营养源被积极的利用。

根据小林先生的研究，光合成菌不仅对硫化氢、有毒性的胺类 (amine) 的腐胺和腐臭、而且对有放射性致癌的二甲基亚硝胺 (dimethyl-nitrosamine) 也喜欢，其基本物质被利用，进行分解并去除。

图十一：



还有就是光合成菌被还原到绿色农田，能分解、去除对农作物的根喜欢的有害物质，保护根部的呼吸、营养代谢系统，并且进行固氮作用，因此实现了作物的大幅增收。因为光合成菌富含着氨基酸、矿物质、维生素等优良的营养成分，该菌体作为有机肥料对作物有很好的营养。

还有引人注目的是，光合成菌喜欢土壤中含有的放射性菌，并能利用其基本物质，在绿色农田施用光合成菌到土壤中的话，能够促进以镰刀菌 (*Fusarium oxysporum*) 等植物病原性的强性线状菌为食的、并能杀死其的放射线菌的繁殖，防止植物病原性的强性线状菌对连年作物的侵害。

GRNBA 处理污泥的水用于光合成菌的培养，使绿地还原，防止连年作物被侵害，大幅增产有机栽培的农作物的功能，其附加的恶臭彻底消除的农村集中排水处理系统，这就使相邻的农地所有者喜欢提供土地进行实施。

8. 终结语

每天在全国各地的污水处理设施发生着巨大量的污泥（原生污泥，剩余污泥）含有着丰富的营养成分，现在该营养成分积肥化以后直接利用的方法还没

有。

本論文对使称为污泥超微粒子化→发酵→生物分解→分解去除的时代开始的技术、及利用污泥的营养成分转换成光合成菌液形态的方法、进行了实际应用方法的描述。截止至今的策略，这被认为是使每天变得深刻的污泥问题能够解决的最有效的方法。

【参考文献】

- 1) 環境白書(平成5年版).1993.p167~171.環境庁編.
- 2) 須藤隆一.1980.浄化に關与する微生物群,p20,活性汚泥法,思考社
- 3) C.R. Curds.1975.Protozoa In Ecological Aspects of Used-Water Treatment,edited by C.R.Curds and H.A.Hawkes,Academic Press.
- 4) 小林達治.1993.光合成細菌で環境保全,p163.農文協.
- 5) 森山 登.1995.分散・凝集の化学,p150.産業図書.
- 6) 岡島秀夫.1989.土の構造と機能,p39.農文協.
- 7) 服部 勉.1978.微生物生態入門,p47.東京大学出版会.
- 8) 服部 勉.1978.細胞の表面特性と固体表面への付着,p54,微生物生態入門,東京大学出版会.
- 9) 飯山一郎.1998.世界初の『超微粒化バイオとは』,pos-2,汚泥と光合成菌活用法を核とする新事業.Z-lantPress.
- 10) 加藤良樹,林 昌宏,1994.微生物製剤による油の分解除去,p655,用水と廃水.
- 11) 佐々木 健.1993.光合成細菌の生理と生態,p156,嫌気微生物学,上木勝司,永井史郎編著,養賢堂.
- 12) 小林達治.1984.光合成細菌の自然界における役割と利用,p344,光合成細菌,北村博 森田茂廣 山下仁平編,学会出版センター.
- 13) 小林達治.1984.光合成細菌の自然界における役割と利用,p349,光合成細菌,北村博 森田茂廣 山下仁平編,学会出版センター