



中关村国际环保产业促进中心重点推广项目

Safe Water Is Everyone's Right

安全饮用水 生物净化法指南

〔日〕中本信忠 著

金胜哲 徐云 译

生命源于水，健康离不开安全的水
水处理技术权威专家、“爱·地球”奖获得者
——中本信忠，详尽讲述“生物净化法”
为饮水安全带来技术保障



科学出版社

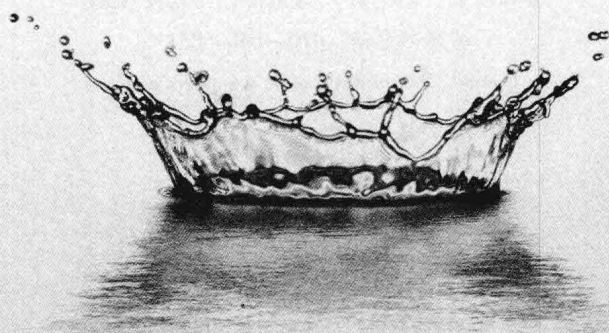
www.sciencep.com

Safe Water Is Everyone's Right

安全饮用水

生物净化法指南

〔日〕中本信忠 著
金胜哲 徐 云 译



科学出版社
北京

图字：01-2010-0667

Oishii Mizu no Tsukurikata

Copyright © 2005 by Nobutada Nakamoto

Chinese translation rights in simplified characters arranged with TSUKIJI-SHOKAN

Publishing Co., Ltd. through Japan UNI Agency, Inc., Tokyo

本书简体中文版由日本筑地书馆授权科学出版社出版发行。

图书在版编目(CIP)数据

安全饮用水：生物净化法指南 / (日) 中本信忠著；金胜哲，徐云译。
—北京：科学出版社，2010.6

ISBN 978-7-03-027784-8

I. ①安… II. ①中… ②金… ③徐… III. ①饮用水—生物净化—指南
IV. ①TU991.25-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 099866 号

责任编辑：侯俊琳 汪旭婷 席慧 / 责任校对：张琪

责任印制：赵德静 / 封面设计：无极书装

编辑部电话：010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

深泽印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年7月第 一 版 开本：A5 (890 × 1240)

2010年7月第一次印刷 印张：6 1/4

印数：1—3 000 字数：180 000

定价：28.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

中文版寄语

生物净化法制水技术，对那些追求既廉价又安全好喝的饮用水的消费者来说是求之不得的好技术，但它不是为追求利益的企业服务的技术。

我有幸能够在日本的国立大学做研究。我时刻感到应该用迄今为止所学到的知识和技术回报人民，因此在 2005 年 8 月出版了日文版《安全饮用水：生物净化法指南》的技术解说书。

那一年，我在爱知世界博览会上以“缓速过滤处理中藻类繁殖的作用”的理论获得了“爱·地球奖”。在颁奖仪式上，我作为获奖者代表作了讲演。讲演中，我提到：在 200 年前，缓速过滤制水方法就形成了，在 100 年前，我们就认识到生物在其中的作用，但是并没有变更其名。我发现了由于藻类在过滤池里繁殖，所以才带来了生物群集的活跃这一现象。总之，一般来说，科学技术的发展往往是首先有了结果，而到了很久以后才会明白其真正的原理。（如缓速过滤，直到现在才明白。）

“缓速过滤”一词没有“生物净化处理”的含义，因此，它一直被误解，没有被认识到是生物处理的过程。因此我在书中写道，有必要更名为“生物净化法”（ecological purification system），这一提法引起了日本及世界上其他国家和地区相关领域的人们的关注。作为生物处理，需要的就是生物活跃的环境。环境不同，活跃的生物种类就不同。不过，基本的现象是相同的，功能也是相同的。因此，需要理解现象，设法找出与实际环境相适应的方法。

生物净化法制水技术，具有与中医学相通之处。制造出生物群集能够活跃的环境，并期待着生物群集起到净化作用。日本和中国

都是农耕国家，自古以来非常重视自然给予的恩赐。比如，水稻培育是根本，从顺应自然的角度讲，它与生物净化法有着相通之处。之所以出版中文译本，是因为我坚信中国人民很容易接受这样的技术。

我认为大学是把过去的知识和智慧传授给后代的地方。我将于2008年3月从信州大学退休。所以，对《安全饮用水：生物净化法指南》一书再追加一些内容后出版中文版，对于作为大学教授的我来说是非常有意义的、值得纪念的最后一个大工程。借中文版出版之际，对信州大学纤维学部的倪庆清教授、中国留日同学会的金胜哲理事的辛苦劳动表示衷心感谢。

中本信忠

2007年8月于信州大学

译者的话

几年前我开始注意生物净化（原称缓速过滤）制水技术，觉得这是一项非常神奇、优秀的技术。在调查研究过程中，我认识了这个领域的权威人士——信州大学的中本信忠教授。

2007年，我赴信州大学拜访了中本教授，他见到一个中国人这样热衷于这项技术，非常高兴。他滔滔不绝地讲述这项技术的魅力，以及他的研究经历等，他那热情洋溢的讲述真是如数家珍，有一种强烈的感染力。我们一致认为这项技术非常适合当今中国的国情，决心今后共同在中国推广这项技术。此后我与中本教授一直频繁沟通、交流，中本教授也非常关心生物净化制水技术在中国的推广，还将每一个细小的进展都刊载在他的博客中，并呼吁日本社会给予支持。

2008年汶川大地震后，我赴四川帮助当地做了几处饮用水设施。2008年底，我刚从四川回到日本，中本教授就急切地约见我。寒冷的信州地区，气温在0℃左右，他走出很远，一直走到大路上迎接我。进门后，一句客套话都没有，就打开计算机，一边看我带来的录像、照片，一边听我讲解如何因地制宜地建设生物净化制水设施。他非常仔细地听取汇报、介绍，时而赞扬我能够灵活运用该技术，时而对项目情况提些问题。直到我讲完，他才松口气，说：“做得不错！”他夫人在一边笑了，说：“从得知你回日本，他就坐立不安，恨不得立刻见到你，刚才听说你到附近了，他都不肯在家等着，非要出去迎接。”我们都不由地哈哈大笑起来，其实我的心情何尝不是如此呢。

中本先生是日本生物净化制水技术第一人，也是世界上该领域

的权威，经常去日本各地以及世界各国指导建设。从大型自来水厂到独立家庭使用的装置，他一边指导建设，一边教授技术，全身心地致力于推广这项利国利民的技术。他多次表示愿意全力支援中国的项目，还委托我将这本书翻译成中文，希望更多的中国政府官员、技术人员、城镇农村的有识之士了解这项技术。

现在，这本书终于能在中国问世了，这里有中本先生的满腔热情，也有我对中本先生的敬重。希望能有更多的人了解这项技术的优越、非凡之处，相信有了这项技术，将能尽快实现我国政府的承诺，让中国人民特别是广大农村人口喝上安全、好喝的自来水。

金胜哲

2009 年 11 月

日文版前言

人类不能居住在没有水的地方。人们不懈奋斗，力求得到安全的饮用水。追溯近代自来水制造工艺的起源，最早是从人工模拟制造河川上涌出来的清水而发展起来的。看上去它仅仅是缓慢地通过沙子进行过滤处理，因此最早被称为“缓速沙滤”。这种方法充分利用了大自然的原理。这种水不仅清澈，还没有病原菌。但是，当水源是浊水时，仅采用缓慢通过沙子过滤的处理方式，得到的水就很难达到饮用标准。于是，在美国，有人开发了向混浊河水中添加絮凝剂的方法。这种处理法并不能完全除掉细菌，因此，最后必须添加氯来杀菌，才能得到无病原菌的安全饮用水。人们将这种方法称为“急速过滤法”，它作为新技术在全世界普及。然而这种处理方法由于其固有的缺陷，不断出现各种问题。例如，采用急速过滤处理曾发生过“臭水”问题，发现加氯处理会导致生成致癌物质，无法除掉的隐孢子虫（*cryptosporidium*）原虫引起集体痢疾事件。为了解决这些问题，技术开发从未间断过。为了制作安全好喝的饮用水，人们在不断探索，直到最近才开始重新认识到，利用自然原理的缓速过滤处理法才是最佳的制水技术。

利用自然原理，只需要使生物活跃起来。不同原水中繁衍的生物种类不同，现象也有所不同。因此，用同样的人工处理方法，经常会出现问题。其实根本现象几乎都一样，只要理解了河滩上涌出来的清水是如何产生的，明白生物是如何起作用的，就会知道生产廉价安全的自来水，除生物净化法之外别无选择。人们一直在误解缓速过滤处理法，因此很有必要对其原理进行简单易懂的解说。

我研究了上田市的缓速过滤处理设施，也走访了日本和世界各

地。几乎所有的自来水厂都误认为在缓速过滤池中繁殖的藻类会造成水质恶化，因此都在进行杀藻处理。冲绳县宫古岛是个珊瑚礁岛，因其充分利用雨水而著名。这个岛就是把地下水作为水源进行缓速过滤处理后用来饮用的，当时的自来水厂厂长就这种处理方式是否可靠的问题到信州大学咨询过。我应邀对宫古岛所开展的缓速过滤处理的现场作了考察，证明了靠生物处理的缓速过滤处理法，不仅在温带适用，在亚热带和热带地区也适用。只要懂得生物处理的原理，稍加努力即可自行制造出净化设施来。

我在 2002 年出版了《好喝的直饮自来水》一书。这本书主要分析了日本对缓速过滤处理法的误解，并解说了生物处理的原理。这本书出版后，在日本各地引起反响。但是，这本书还不足以使人们正确理解这项技术，而且，“缓速过滤”的称谓也容易招致误解。因此，本书按照其本质改称为“生物净化法”，以此来避免误解，并旨在强调这不是单纯物理过滤而是生物处理过程。为了使现场工作人员易于理解，本书力求做到浅显易懂。并且为了便于读者阅读理解，本书尽量多用照片和图，章节也比较短。另外，为了使读者不论从哪一章开始读，都能够理解，本书尽量使各章节相对独立，不过也因此会造成一些重复叙述，敬请谅解。

看过本书后，你将会感觉到只有能得到好结果的技术才会得到推广，而人们真正懂得它的构造和原理总是在技术发达很长时间以后。

本书不仅考虑了日本读者的需求，也考虑了热带、亚热带其他国家的人们需求，所以尽量多用照片和图。

中本信忠

2005 年 5 月于信州大学纤维学部

目 录

中文版寄语

译者的话

日文版前言

- 01 日本人喜欢泉水，不喜欢有氯味的自来水 / 1
- 02 开始研究好喝的自来水的契机 / 2
- 03 “缓速沙滤”无法说明细菌是如何消除的 / 3
- 04 缓速过滤法应冠以新名称——生物净化法 / 4
- 05 新的命名，新的思路 / 5
- 06 以合作研究方式对缓速过滤进行调查研究 / 7
- 07 上田市从大正 12 年(1923 年)开始就采用了英国式处理法 / 9
- 08 生物净化法（缓速过滤法）具有很高的面积效率 / 11
- 09 药物处理的急速过滤法处理面积效率低 / 13
- 10 商业型过滤器和自然型过滤器 / 15
- 11 从生物净化法的角度认识藻类的作用 / 16
- 12 高崎市的自来水是日本最好喝的水 / 17
- 13 安全的饮用水在哪里？ / 19
- 14 制作安全清澈的饮用水的方法 / 21
- 15 公共自来水事业的开端和纤维产业 / 23
- 16 公共自来水的起源与沙滤 / 24
- 17 詹姆斯·辛普森完成了缓速过滤处理 / 26
- 18 詹姆斯·辛普森所采用的由上而下的缓速过滤法 / 27
- 19 下水排入泰晤士河造成污染，人们却束手无策 / 29
- 20 用透明度验证泰晤士河的污浊 / 31

- 21 向缺氧的水充氧的办法 / 33
- 22 缓速沙滤, 除去了病原菌 / 35
- 23 1 毫升水中普通细菌数在 100 以下时是安全的 / 37
- 24 缓速过滤处理并不是物理过滤, 而是生物作用过程 / 38
- 25 河滩上涌出的水是清澈的 / 39
- 26 沙子的大小 / 40
- 27 缓速过滤的要点在于由上而下不间断地缓慢地流动 / 42
- 28 关键是平整均匀的沙面和向下游的一定的流动 / 43
- 29 缓速过滤池与藻类 / 45
- 30 缓慢流动的地方繁殖线状藻类 / 47
- 31 过滤池的藻类造出富氧环境 / 49
- 32 气泡中的氧有多少 / 52
- 33 采集藻类被膜的取样工具 / 54
- 34 剥离面上会马上产生气泡 / 56
- 35 藻类被覆的发生和过滤水的浊度 / 58
- 36 缓速过滤池的生态系统 / 60
- 37 藻类在生物净化法中的作用 / 62
- 38 藻类的繁殖导致软化 / 64
- 39 过滤堵塞和损失水头 / 66
- 40 认为过滤池中藻类有害的误解 / 70
- 41 日本业界领头人不理解生物处理 / 72
- 42 东京都自来水局堵塞溢流管, 无法使用溢流功能 / 73
- 43 藻类繁殖并从溢流管流出, 营造富氧环境 / 74
- 44 气泡的氧分压高 / 76
- 45 溢流管不起作用的过滤池中氧浓度的变化 / 78
- 46 覆盖过滤池对藻类繁殖的影响 / 79
- 47 过滤速度和氧的日变化 / 80
- 48 藻类易繁殖的过滤池和藻类难繁殖的过滤池 / 84
- 49 夏季藻类难繁殖的过滤池 / 86
- 50 生物的大小和食物的大小 / 88

- 51 动物的粪块与缓速过滤的意义 / 90
- 52 藻类的发达与水深 / 94
- 53 浅过滤池 / 96
- 54 水深越浅, 藻类越发达 / 97
- 55 覆盖缓速过滤池是冬季过滤池防冻的对策 / 98
- 56 沙面刮削工作 / 100
- 57 有生物繁殖的过滤池, 污浊难以进入到沙层内 / 102
- 58 缓慢地流动, 使所有的生物活跃 / 104
- 59 绿色的藻类填满过滤池 / 105
- 60 吃绿藻的动物 / 107
- 61 过滤池里也会出现贝类 / 108
- 62 缓速过滤池也会飞来鸟类 / 109
- 63 从生物学的角度去理解 / 110
- 64 进行搅拌处理的急速过滤池中生物无法作用 / 111
- 65 美军强行推广有氯臭味的自来水 / 113
- 66 游泳选手的头发变成褐色, 金鱼喝着能致死的水 / 115
- 67 欧洲的自来水没有氯臭, “氯有毒” 已经是基本常识 / 117
- 68 自来水界的权威人物亲口说 “氯是毒” / 119
- 69 在越南看到的过滤器 / 121
- 70 为印度尼西亚的居民提供安全的水 / 123
- 71 孟加拉国生物净化法的设施竣工 / 125
- 72 向上流粗过滤法比较易于维护管理 / 128
- 73 在非洲的尼日利亚建设净水设施 / 130
- 74 缓速过滤 (生物净化) 设施的建设费低廉 / 132
- 75 土地廉价, 面积效率高 / 133
- 76 底流水是自然的缓速过滤 / 135
- 77 采用缓速过滤 (生物净化) 处理, 没有必要进行膜处理 / 139
- 78 缓速过滤 (生物净化) 处理可以解决隐孢子虫原虫问题 / 141
- 79 生物净化法 (缓速过滤处理) 基本上只需要过滤池 / 142
- 80 藻类大量地繁殖并漂浮起来 / 144

- 81 如果把漂浮起来的藻类收集起来，就能从水中去除
营养盐 / 146
- 82 把溢流管做成可动式 / 148
- 83 靠自己的力量建成缓速过滤设施 / 149
- 84 不希望喝有氯臭味的自来水 / 151
- 85 利用浴缸也能制出饮用水 / 153
- 86 用塑料桶制作好喝的水 / 154
- 87 自制生物净化装置 / 156
- 88 自行制作小规模自来水 / 160
- 89 检测限度和生物 / 162
- 90 生物净化会除去蓝藻的毒和隐孢子虫原虫 / 166
- 91 没有无菌的食物，相信生物的能力吧！ / 169
- 参考书 / 173
- 附录 生物净化法在中国的实施案例 / 178
- 日文版后记 / 184

01 日本人喜欢泉水,不喜欢有氯味的自来水

Japanese prefer spring water to chlorinated tap water

有人说,现在日本的自来水经过氯杀菌消毒,因此是安全的。现在的《自来水法》中,规定必须在自来水水龙头处检测出0.1毫克/升以上的残氯,以此作为保证安全的必要措施,即把能查出氯作为安全的标志。如果用自来水厂作为饮用水标准提供的自来水来养金鱼,金鱼是会死掉的。自来水中加氯会产生有害物质,这种水对人类真的安全吗?山泉水中没有氯,很好喝。虽然谁都没有保证过它是安全的,但人们还是去山上汲取泉水喝,人们相信泉水是安全的。

自来水厂是提供安全饮用水的设施,自来水厂的英文名称是“water purification plant”(水质净化设施),或是“drinking water supply plant”(饮用水制造设施)。然而人们不相信用最先进的设施生产的自来水,而是特意去购买瓶装水来饮用。

其实,采用自然原理就能喝到安全好喝的饮用水,生物净化作用完全可以给我们提供安全好喝的水。从生物的角度考虑问题是最根本的思路。如果能够很好地利用生物的净化能力,就会喝到比“名水”更好喝的水,这就是最根本的思路。



图1 日本各地都有被称作“名水”的泉水,大家都去那里取水。在长野县和田岭附近有个从石器时代开始的黑曜石矿山。那附近就有叫做黑曜水的名水。

02 开始研究好喝的自来水的契机

The beginnings of my study on reliable tap water

长野县上田市从大正 12 年（1923 年）就开始利用被称作英国式生物处理法的缓速过滤处理法来制作自来水。只需将河川水引入底部铺着沙子的浅浅的过滤池，使水缓慢地在沙子上过滤，即可制作出安全好喝的饮用水。

1970 年，在上流建成水库后，上田市发生了自来水发臭事件。其实臭水是由于对生物的错误处理造成的。我于 1975 年到信州大学就任时，经过对上田市自来水厂过滤池的观察研究，发现池面繁殖的藻类对于水的净化具有重要作用，当时以此为契机，开始了一系列深入研究。

美国 1974 年发表了关于自来水加氯处理会产生致癌物质的报告，明确指出加氯处理会威胁人类健康。上田市自来水局也意识到过去对生物处理的错误认识，停止了对原水进行的杀藻处理和加氯消毒的行为。从此，自来水厂的生物又开始活跃起来，自来水变成了好喝的饮用水。为了解除对生物处理的错误认识以及对藻类繁殖的误解，我开始了一系列研究，至今已有 20 多年了。



图 2 上田市染屋自来水厂过滤池水面出现看似肮脏的藻类。自从藻类浮现，过滤效果更好了。

03 “缓速沙滤”无法说明细菌是如何消除的

Bacterial removal is not explained by sand filtration

200 多年前，即 1804 年，在苏格兰有一位叫做约翰·吉勃（John Gibb）的人，他注意到河滩只是通过缓慢的沙滤，涌出的水就很清澈。因此，他就参照河滩过滤出清水的原理制作了一种叫做“佩斯利过滤器”的装置，这个原理被称为缓速沙滤（slow sand filtration）。1829 年，伦敦的詹姆斯·辛普森（James Simpson）又将此方法改良为由上而下缓慢流动的方式。

当时人们已知仅仅采用缓慢地沙滤就能除去霍乱等病原菌。可以认为，细菌等杂质是靠物理的、电化学的过程消除的，可是大量的杂质（细菌）是如何被除去的？当时还不能完全用物理 - 化学的现象来解释其机制。

试想细菌的大小只有约 1 微米，而沙子的间隙几乎是它的 1000 倍，约 1 毫米之大，细菌是怎样被除去的，真是不可思议。随着显微镜的出现以及病理学的发展，人们在对传染病危害的研究中逐渐认识到沙子之所以能够去除原水中的细菌，是因为在沙层上部生息的生物群集在起作用，由此产生了生物过滤的概念。不过，缓速沙滤的名字并未被改过来，因此，人们误解，认为这只不过是个“物理过滤”的过程，所以这种处理方法其实是在被误解的情况下产生并被利用的。



图 3 过滤一般有三种。靠孔的大小来筛选是最简单的过滤法。其次是吸附于沙粒表面的深层过滤。如果大量吸附覆盖了表面后将怎么办呢？这就成了用堵塞的沙层进行过滤了。用这些解释都不能说明为何细菌能够被去除。

04 缓速过滤法应冠以新名称——生物净化法

Slow sand filtration is an ecological purification system

利用缓速沙滤之所以能够去除病原菌是靠沙层上部生物群集活跃的作用。200年前开发缓速过滤法时，认为那只是个缓速沙滤的物理过程。直到150年前，才明确在沙层里活跃的微小动物和微生物的作用是很重要的，从此开始形成了生物净化法的认识，不过，依然称之为“缓速过滤法”。

我在研究中注意到在这个净化过程中藻类作用的重要性，明确了藻类作用这个新的解释（概念），我认为对这种处理方法必须冠以新的名称，否则就会产生误解。因此我的建议是：将包括预处理在内的缓速过滤处理法称之为“生物净化法”，英语为“ecological purification system”。这样的话，就不会导致对生物群集功能的误解了。

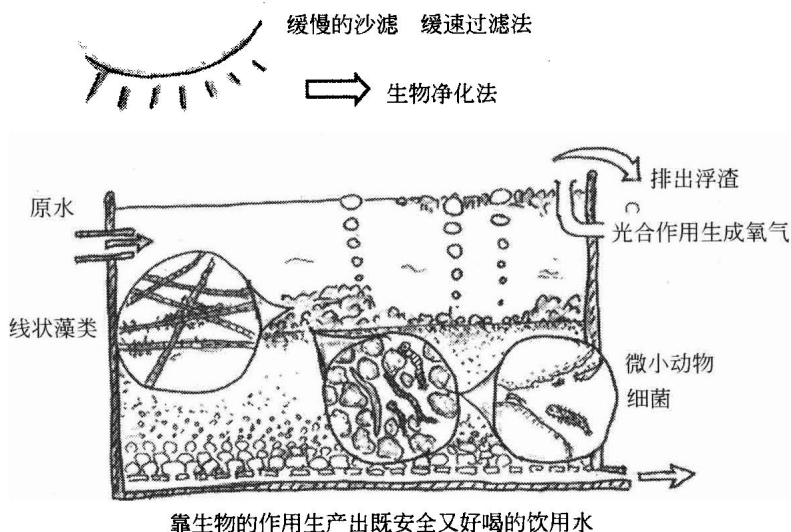


图4 缓速过滤处理是缓慢的沙滤过程，但它不是物理过滤，而是生物净化法。由于所有生物群集的作用，才能制造出安全好喝的饮用水。