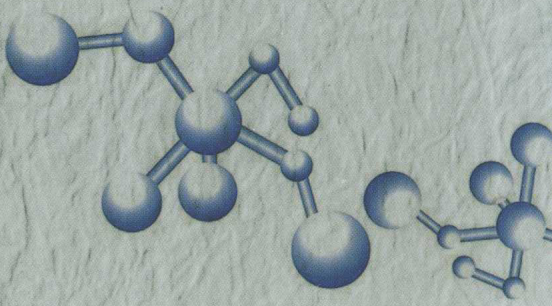
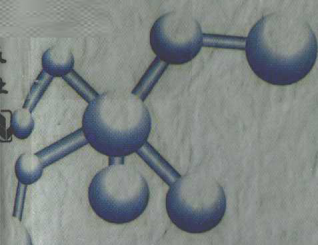




供水系统病原微生物对策

[日] 金子光美 编著 刘云俊 译



中国建筑工业出版社

供水系统病原微生物对策

[日] 金子光美 编著
刘云俊 译

中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字：01-2010-6946 号

图书在版编目 (CIP) 数据

供水系统病原微生物对策/(日) 金子光美编著; 刘云俊译. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011. 2
ISBN 978-7-112-12805-1

I. ①供… II. ①金…②刘… III. ①给水卫生-病原微生物-研究 IV. ①R123

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 260015 号

Suido no Byogenbiseibutsu Taisaku

Copyright © 2006 by Mitsumi Kaneko

Chinese translation rights in simplified characters arranged with Maruzen Co., Ltd.
through Japan UNI Agency, Inc., Tokyo

本书由株式会社丸善授权翻译出版

责任编辑: 石枫华 刘文昕

责任设计: 陈 旭

责任校对: 陈晶晶 王雪竹

供水系统病原微生物对策

[日] 金子光美 编著

刘云俊 译

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14¼ 字数: 355 千字

2011 年 3 月第一版 2011 年 3 月第一次印刷

定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-12805-1

(20071)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序

在长达 30 多年的时间里，人们一直相信采用加氯消毒技术可以彻底控制饮用水浊度，对日本的供水系统与介水传染病无缘这一点完全放心。然而，1996 年发生在埼玉县越生町的隐孢子虫病事件，却使这一坚定的信念遭到破坏。它让我们认识到，即使对现代的供水系统，也不可忽视其中的病原体致病的危险。这一事件不仅证明了供水系统内存在着对消毒具有很强抵抗性的病原体，也凸显了净水管理的重要性。以此为契机，人们重新认识到，必须彻底改变供水系统的现状，使之成为可分解病原体的系统。2001 年，美国在发生“9.11”恐怖袭击事件之后，对可能遭到炭疽菌攻击产生阵阵恐慌。与此同时，日本的供水业也被笼罩在浓厚的紧张气氛中，这再一次引起我们的警觉：供水系统不能处在对病原体毫无抵抗的状态下。发生越生町的隐孢子虫病事件之后，当时的厚生省立刻制定了《关于饮用水中隐孢子虫暂行对策方针》，并出版了对此加以解说的小册子。在此后的 2003 年，公布了经过修改的自来水水质标准。然而，此时的暂定对策仍保留着其原有形式，并没有采用与隐孢子虫含量有关的标准值。这在一定程度上表现出，要将与微生物有关的项目标准化是何等困难。正因未被列入标准项目，才使得人们对供水系统中的病原体熟视无睹，而且也说明有必要找出其中的症结所在。因此，在需要使之标准化的场合，则应该为其积累充分的资料。

如果病原体状况不发生变化，只要采用目前的处理方法便可以达到一直以来已经达到的安全性水平。之所以有必要提高饮用水处理的水平和设置新标准，则是出于以下理由：与过去相比，对饮用水的安全水平有了更高的要求；因客观环境的变化，如果采用与过去相同的手段已无法达到与从前一样的安全性水平等。尽管安全性水平已经得到提高，但由于我们面对的是微生物，因此它与人的关系亦在不断地发生变化。回想一下不久前发生的 SARS 病毒和禽流感等造成的恐慌就能够明白，仅靠以前曾经采用过的防御手段，如今根本无法达到以前的安全性水平。在供水业界也是一样，完全有必要对病原体问题时时刻刻保持高度警觉。如同阪神淡路大地震那样，即使到昨天为止几十年间都没有经历什么灾难，但说不定明天就会发生。

从预防灾难、确保供水系统安全的立场出发，便很有必要对与卫生有关的微生物知识加以整理和归纳。本书的策划和编写，正是为了满足这方面的需求。并且，在《关于饮用水中隐孢子虫暂行对策方针》内，同样亦将弥补自来水水质标准中微生物项目的不足置于优先地位。基于这一点，本书内容不仅涉及到当前有关隐孢子虫之类病原体的话题，而且还将其他原虫、细菌和病毒等作为对象，包括饮用水的安全指标及危险评价等，凡与水质卫生相关的各种问题均做了详细的阐述，并为供水系统病原微生物对策提供了有价值的信息。假如本书对保证供水安全能够起到些微作用，则吾等幸甚矣。

北海道大学的真柄泰基教授一直鼓励我们出版本书，但愿本书没有辜负真柄泰基教授的期望，并且能够真实地反映真柄教授对于未来微生物问题的一些观点。本书的出版，同时也承蒙厚生劳动省健康局山村尊房水道课长及柳桥泰生水道水质管理室长的支持。此外丸善株式会社的田岛牧子君，对本书的编写和出版由始至终地给予了很大关照。作为编著者，在此谨对以上诸君表示深深的谢意。

金子光美
2005 年 12 月

编著者及执笔者

编著者	金子光美	立命馆大学理工学部
执笔者	泉山信司	国立传染病研究所寄生动物部
	远藤卓郎	国立传染病研究所寄生动物部
	小田琢也	神戸市水道局技术部水质试验所
	片山浩之	东京大学研究生院工学系研究科
	国包章一	国立保健医疗科学院水道工学部
	黒木俊郎	神奈川县卫生研究所微生物部
	篠 武夫	横滨市水道局
	桥本 温	阿南工业高等专门学校建设系统工学科
	平田 强	麻布大学环境保健学部
	福井 学	北海道大学低温科学研究所
	保坂三继	东京都健康安全研究中心环境保健部
	真砂佳史	东北大学研究生院工学研究科
	森田重光	麻布大学环境保健学部
	米山彻夫	国立传染病研究所病毒第二部

(资料截至 2005 年 12 月，人名按五十音序排列)

目 录

第 1 章 概论	[金子光美] 1
1.1 前言	1
1.2 Mills-Reincke 现象	2
1.3 日本最近流行的介水传染病	3
1.4 介水传染病成为当今的课题	5
1.5 微生物的危险性特征	6
第 2 章 原虫	8
2.1 构成威胁的原虫种类及其生物学特征	[远藤卓郎、泉山信司] 8
2.1.1 介水传播的原虫类	8
2.1.2 其他原虫类：来自粪便的原虫类	11
2.1.3 在配水管网中增殖的原虫类	14
2.2 供水管道污染事件及其发生的背景	[黑木俊郎、桥本温、远藤卓郎] 17
2.2.1 美国实例	18
2.2.2 其他国家实例	21
2.2.3 日本群发隐孢子虫病事件	21
2.2.4 肠贾第虫（主要是贾第鞭毛虫）大面积传染事件	22
2.2.5 与自来水有关传染病的散发实例	23
2.2.6 日本河流等水资源实际污染状况	24
2.2.7 与亲水设施相关的疾病传染	25
2.3 关于饮用水的原虫污染及其危险性判断	[远藤卓郎、泉山信司] 27
2.3.1 粪便污染的指示菌	27
2.3.2 人的活动与原虫污染	28
2.3.3 原水的水质监测和保护	29
2.3.4 净水处理中的程序管理	30
2.3.5 大规模暴发传染病的前兆现象	31
2.4 检测・分类方法	33
2.4.1 概述	33
2.4.2 采样	35
2.4.3 悬浮粒子的收集及浓缩	35

2.4.4	卵囊的分离和提纯	42
2.4.5	荧光抗体染色	44
2.4.6	显微镜观察	48
附录 1	以精度管理为目的的卵囊添加试验	51
附录 2	显微镜操作	54
2.5	显微镜观察方法要点	〔远藤卓郎、泉山信司〕 56
2.5.1	显微镜装置	56
2.5.2	荧光显微镜装置	56
2.5.3	观察要点	57
2.5.4	微分干扰装置	57
2.5.5	观察要点	58
2.6	预防对策	61
2.6.1	预防对策的基础	61
2.6.2	水源对策	64
2.6.3	对供水系统采取的措施	66
2.6.4	对净水处理采取的措施	71
2.6.5	维护管理重点项目	76
2.6.6	消毒	92
第 3 章	细菌	109
3.1	致病细菌的特征和水污染状况	〔保坂三继〕 109
3.1.1	病原菌	109
3.1.2	指示菌	115
3.2	供水系统污染事故实例及其发生背景	〔保坂三继〕 121
3.2.1	自来水的普及与介水传染病	121
3.2.2	起因于饮用水的细菌性介水传染病发生状况	122
3.3	对供水系统被细菌污染的判断	〔保坂三继〕 128
3.3.1	饮用水水质标准项目	128
3.3.2	饮用水水质标准外的项目	130
3.4	对饮用水微生物群落和目标微生物监测的现状以及存在的问题	〔福井 学〕 131
3.4.1	概述	131
3.4.2	以监测微生物群落和目标微生物的核酸为主的方法	132
3.4.3	目前采用的监测方法	133
3.4.4	采用分子生物学监测方法存在的问题	137
3.5	军团菌 (<i>Legionella</i>)	〔远藤卓郎〕 138
3.5.1	军团病 (legionellosis)	140
3.5.2	供水系统污染	140
3.5.3	指标	142
3.5.4	生物活性炭过滤 (biologically activated carbon filter)	142

3.6 预防对策	[保坂三继] 144
3.6.1 水源保护	144
3.6.2 对供水系统采取的措施	145
第4章 病毒	161
4.1 病毒种类及其生物学特征	[米山彻夫] 161
4.1.1 引起急性胃肠炎(痢疾)的病毒特征	162
4.1.2 引起急性肝炎的病毒	166
4.1.3 其他病毒	169
4.1.4 疾病流行与病毒感染	169
4.2 对供水系统检测及发生病毒感染事故实例	[片山浩之] 171
4.2.1 自然水系病毒污染状况	171
4.2.2 饮用水中的病毒	173
4.2.3 介入型流行病学调查	174
4.2.4 瓶装水中的诺沃克病毒	174
4.2.5 病毒的介水感染流行实例	175
4.3 检测饮用水中病毒技术	[片山浩之] 177
4.3.1 病毒浓缩法概述	177
4.3.2 负电荷膜法	178
4.3.3 正电荷膜法	178
4.3.4 病毒检测法及其组合方式	179
4.3.5 酸洗法的开发	179
4.3.6 添加正离子型酸洗法	181
4.4 预防对策	[片山浩之] 183
4.4.1 概述	183
4.4.2 在净水程序去除病毒	184
4.4.3 加氯消毒与病毒	185
4.4.4 紫外线照射	185
4.4.5 用臭氧灭活	186
4.4.6 病毒检测法	187
4.4.7 关于指示微生物	188
第5章 介水传染病风险评价	[真砂佳史] 192
5.1 所谓介水传染病风险评价	192
5.2 介水传染病风险评价方法	193
5.2.1 有害性评价	193
5.2.2 暴露评价	193
5.2.3 剂量-反应分析(dose-response analysis)	194
5.2.4 风险记载	197

5.2.5 风险计算实例	199
5.3 风险区间估计	200
5.3.1 点估计与区间估计	200
5.3.2 不确定性与变动性	200
5.3.3 蒙特卡罗法	201
5.3.4 怎样以蒙特卡罗法对传染病风险区间进行估计	201
5.4 隐孢子虫传染病风险评价实例	204
第6章 应急预案	[远藤卓郎] 208
6.1 供水设施应急预案	208
6.1.1 建立命令系统和责任体制	209
6.1.2 设置调查机构	209
6.1.3 建立供水业界内外相关者的联络体系	209
6.1.4 监测到污染后应采取的措施	210
6.1.5 危险解除的判断	210
6.1.6 资料的整理	210
6.1.7 宣传工作	210
6.1.8 信息传达对象	211
6.1.9 信息传达手段和责任体制	211
6.1.10 调整信息流	211
6.1.11 研修培训	212
6.2 提倡饮用开水	212
6.3 对错误信息的处理	212
6.4 对集体感染事件的流行病学调查	213
6.4.1 流行病学调查概述	213
6.4.2 集体感染的确认和流行病学调查	213
6.4.3 集体感染的定义和预案的制定	214
6.4.4 患病者人数变化曲线的意义	214
6.4.5 信息处理和流行病学调查资料的归档	214
6.5 供水事业体在流行病学调查中的作用	215
6.6 其他	215

第 1 章 概 论

1.1 前言

在日本，由于医疗条件及预防医学都比较发达，加上与环境卫生有关的各项设施又相当完善，因此普遍认为传染病的流行早已经是过去的事了。研究病原体的人正在逐渐减少，便充分地印证了这一现象。然而，就像几近绝迹的结核病现在又开始增加一样，事实上传染病不仅没有完全灭绝，而且有时还出现增多的趋势。其中突出的例证，就是近年来相继流行的 SARS、BSE 和禽流感。

传染病之所以没有灭绝，系因病原体也是一种生物的缘故。每个物种都不可能孤立地生活在地球上，而是在与其他物种相互影响的过程中繁衍生息的。只要强调环境保护的重要性，就如一定会想到爱护苍鹰和鳞那样，人们都将尽最大努力避免物种的灭绝。十分遗憾的是，人们在讨论各种生物之间关系的时候，往往会忽略微生物的存在。其实，缺少了微生物的作用，自然界的物质循环是无法进行的。除了这种与人间接发生的关系之外，还有类似肠内细菌那样以人体内部作为栖息环境的微生物，与人有着直接的关系。像这样的微生物，其中对人有益的则被当做有益微生物受到我们的欢迎；而另外一些则对人有害，作为病原体应该成为我们努力消除的对象。所谓病原体，不过是站在人的立场而对某些微生物的称呼。

在某种环境中生物间会相互作用，如果环境发生变化，也会使这种相互作用受到影响。因此，病原体与人的关系也不是一成不变的。现在，人类的影响力变得十分强大，通过自然环境、生活环境、居住环境、包括营养条件在内的饮食习惯以及医疗水平等的改善，导致了与微生物的关系发生了很大变化。人与微生物关系的这种变化，并不见得都有利于人类一方。两者共同栖息的环境发生变化的结果，原有的病原体或许式微；然而一些本来无害的微生物却可能演变成具有病原性的病原体（如日和见传染病）。像不准确病毒那样只传染人类的病原体，如果对患者采取适当的治疗手段便能够将病原体彻底消灭。只是这样的例子极为罕见，更多的病原体都与人类一样存在于自然环境中，而且人畜均可感染，要将其从人体中排除是不容易的。如艾滋病毒（HIV），或许在未排出感染者体外之前已经使其他人受到了感染。正因为我们面对的是具有很强感染形态的病原体，所以就不可能构筑成一个不存在病原体的环境。假如硬要制造出那样的环境形态，则会影响到维持自然或人体平衡不可或缺的微生物，其结果甚至将危及到人类的存在。

如此看来，病原体是不可能灭绝的，其危险性亦在不断增加。可是，随着传染病对策的推行和传染病流行趋势的减弱，人们对传染病的警惕性亦开始松懈下来。在毫无戒备的情况下突发的事件，对人们的冲击更大；而且，人们对疾病可能从别人身上传染给自己有着无比强烈的厌恶感。因此，一旦传染病流行起来，便会看到一片慌乱的景象，人们茫然

不知所措。在未出现传染病大流行的情况下，过了没有几年，人们便忘记了这一切，觉得传染病与自己的国家没什么关系，只是在要去国外时担心那里的饮用水安全与否。

为了不轻易被传染上疾病，最好在日常生活中与微生物接触，以增强对病原体的抵抗力。而经常处于无菌的环境中，身体的抵抗力则会下降。因此，也出现这样一种意见：最好不对供水系统进行消毒。但如果真的这样做是很危险的。至于理由，是因为大量的水在供水系统中连续地流动着，人难以进行个体性的防卫。被污染的供水系统成了一个搭载病原体的系统，一旦由饮用水引起的传染病流行开来，其深刻的影响将很有可能波及到广大的区域。恰恰是为了防止出现这种情况，目前的供水系统正处在日臻完善的过程中。

尽管何时会发生地震谁也无法预料，但发生介水传染病这样惨痛的事件却是因水质管理的疏忽造成的。水的消费者忘掉这些教训不要紧，那说明他们正在放心地享用着自来水的便利；但重要的是供水者不能放松警觉，应该时刻关注消费者没有注意到的那些问题。

1.2 Mills-Reincke 现象

随着供水系统水的普及，消化系统传染病的患者人数明显减少（图 1.1）。日本近现代的供水系统，本来就是作为一种传染病对策兴建起来的。明治初年（明治元年为 1868 年。——译注），当西方文明被引入日本时，传染疾病也随之被带进来，开始呈现患病者及因病死亡者多发状态。一些想方设法要采取对策的外国技术人员，根据产生的 Mills-Reincke 现象，提出了这样的忠告：最好建设可过滤水的供水系统。按照这一提议，首先在横滨市布设了现代形式的供水管线。在对 Mills-Reincke 现象进行解说之前，有必要提一提防疫学的创始人、公共卫生领域的伟大先行者 John Snow。1848~1849 年，霍乱在伦敦大爆发，有 3 万人罹患该病，死亡者超过 1 万人。在经过流行病学调查之后，John Snow 认为，产生霍乱的原因在于自来水中含有病毒。病毒经口摄入后致人患病；而患者排泄的病毒又成为出现新患者的原因。当 1854 年霍乱再一次流行时，伦敦市按照 John Snow 的意见，关闭了出现霍乱患者地段的供水系统。结果，使霍乱的流行走向了终结。

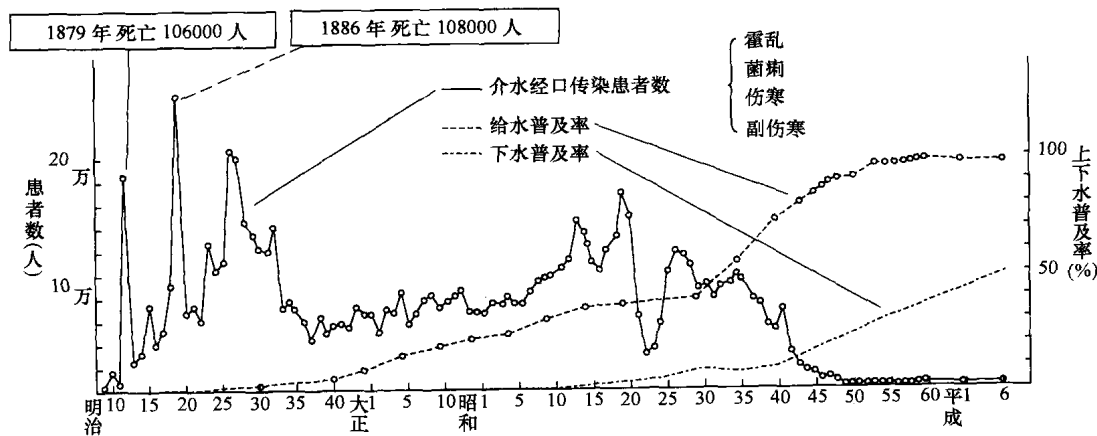


图 1.1 发生介水经口传染疾病逐年变化情况

这是霍乱菌发现之前 30 年左右的事。这是一个证明了对于某种原因不明的突发现象，防疫学所具有的效用性的事件。而将其病因与水处理联系起来的，则是 Mills 和 Reincke。

1893 年，美国的 Mills 根据主要在从梅里马克河（Merimack）取水的劳伦斯市（Lawrence）（马萨诸塞州）流行伤寒病的经验，还有 Reincke 根据罕布尔克市流行霍乱的经验，二人都认为，只要将水净化后再供给用户，这一地区不仅介水传染病的发生率，而且连一般疾病的死亡率也会下降。对此，Sedgwick 和 MacNutt 为了向二人表示敬意，将其称为 Mills-Reincke 现象^{1,2)}。霍乱菌的发现者是 Filippo Pacini（1854 年）；可是活跃程度如 Robert Koch 者，对病原体亦缺乏认识。以至于当他们在强调水净化的时候，都没有弄清楚介水传染病与细菌的关系。因此，在普遍通行 Mills-Reincke 现象时期的供水系统，只是将水过滤，而没有对其做消毒处理。

就这样，供水系统作为一种传染病对策逐渐得到普及。普及的结果，则收到了如图 1.1 所示的成效。当然，这与医学和环境卫生方面在同一时期取得的巨大进步相比要逊色得多；但却足以证明供水系统也是防疫体系的重要一环。对供水系统的管理出现失误，导致其成为搭载病原体的系统，是发生在 1996 年的越生町隐孢子虫病事件。

1.3 日本最近流行的介水传染病

由于医疗及制药的进步、公共卫生的推广和环境卫生相关设施的完善，像日本这样的发达国家，传染病的流行正在呈现逐渐减少的趋势。可是，如在 1.1 小节中所述，不仅病原体没有灭绝，而且日本也同样被置身于爆发 SARS、SBSE 和流感等全球性的威胁之中。除此之外，类似医院内传染、患艾滋病和结核病人数的增加等，如同媒体广为宣传的那样，传染病问题在日本正逐渐显露出来。其中的一些传染病是以水作为媒介流行起来的，却没有引起人们足够的重视。即使是包括日本在内的发达国家，也散发过介水传染病³⁾。下面，仅举几个在日本发生过的具有代表性的介水传染病流行事件的例子。

稍微远一点儿的事情可能会忘掉，但发生年代较近、由供水系统引起的传染病流行事例，则有 1953 年千叶县茂原市出现的“茂原菌痢症”³⁾。其主要症状是，水溶性腹泻、恶心和呕吐等，患病者达到 7000 人左右。限于当时的诊察水平，并未确定系饮用自来水所致，这当然亦无可厚非。不过，根据发生疫情的自来水供给区域以外的其他区域的流行病学特征看来，应该是介水传染病；而供水系统集水设施的破损和加氯消毒装置的故障系导致这一后果的直接原因。另外，当时连降暴雨使原水浊度提高则系其间接原因。为了确定腹泻症的原因，还罕见地利用志愿者进行了人体试验，并据此判断出病毒系造成腹泻的元凶；但尚未对病毒的种类做细致的鉴别。直至 1955 年，才明确地认定这是一次由痢疾病毒引起的介水传染。

病毒传染较为典型的，还有 1977 年以佐贺县基山町的一所小学为中心发生的 486 人感染甲型肝炎病毒的严重事件。这是一次因净水槽工程施工粗糙造成井水污染而引起的病毒传染疫情。

患病人数更多的传染事件发生在 1982 年，在札幌市的一间快餐店出售的香肠等食品造成 1800 人患病。出现死亡的，则有 1990 年发生在浦和市幼儿园由肠道出血性大肠杆菌 O157 等引起的 55 人发病、2 名园内儿童死亡的事件，而饮用被净水槽污水污染的井水则

是致病甚至造成死亡的原因⁴⁾。1996年,又发生一次让全日本感到震惊的事件,即主要因学校配餐而导致的大肠杆菌 O157 感染前兆。尽管这次事件并非因饮用水所起,但事后证明,恰恰由于饮用水洁净的缘故才未因病死亡。

1994年,神奈川县平塚市的一所商住楼因储水槽(水箱)下面的水被污染,造成楼内 736 人中有 461 人出现隐孢子虫感染症状。当时,供水系统的隐孢子虫感染事故已经成为一个世界性的课题。此时如果提到对供水系统必要对策的检讨,也许无法回避 1996 年的越生町事件。至今还记得,在听说平塚市的事件之后,笔者曾对人流露过,假如仍然实行目前的供水系统微生物对策,早晚日本也会出事。平塚市的事件,或许是由简易专用管道(使用储水槽的高楼管道)造成的一次意外事故,最后以特定设施的维护管理不到位的结论收场。

近些年来,在日本发生的因供水系统引起的最严重事件,是 1996 年由隐孢子虫引发的埼玉县越生町集体腹泻症⁵⁾。据说这座 14000 人的村镇,有七成以上的人罹患腹泻。按其绝对数来说,1993 年美国威斯康星州以密尔沃基(Milwaukee)市为中心超过 40 万人患病自然是世界上类似事件中最严重的一次;但从居民感染率之高来说,越生町事件则成为世界之最。值得庆幸的是,尽管腹泻症状十分严重,但并未出现因病死亡者。这其中的原因之一,系所有的患病者 HIV 均呈阴性。

然而,这一事件却给日本供水业界的相关人员造成一定的冲击,直接导致当时的厚生省紧急制定出了《关于饮用水中隐孢子虫暂行对策方针》⁶⁾。这一方针的特点是,其中规定了当出现隐孢子虫污染的危险时,要将水的浊度控制在 0.1 度以下;一旦从自来水中检测出隐孢子虫,则应立即下令停止自来水的供给。这些都在一定程度上给供水业造成了冲击。因为降低水的浊度本来就是自来水处理中的基本技术,但现在要做的,是必须将水质标准浊度从原来的 2.0 度一下子降至 0.1 度,即只有原来的 1/20。而且,最让供水事业单位难以接受的是关于停水的规定,因为哪怕只存在极少的单一种类的原虫,也必须按照这一规定执行。然而,毋庸置疑的事实是,正因为实施了这样的方针,才使得日本的自来水水质得到大幅度提高,饮用水的安全性也更加可靠。

在越生町群发隐虫病事件之后,因饮用水本身引起的传染病大流行再未出现过;但因饮用水导致的集体患病事件仍时有发生。1998 年,在长崎综合科技大学有患病者 821 人,其中入院患者 346 人。这是一起由痢疾杆菌(*S. sonnei*)引起的集体患病事件。最后确认系因水源井被痢疾杆菌污染,加之设施管理不善未经加氯消毒便直接供水酿成的后果。这样多的患者都不曾得到供给的自来水,也没有强烈地呼吁供水事业体予以重视。2002 年,兵库县洲本市的高中学生去北海道修学旅行途中,有 129 人出现腹泻症状,从患病者的粪便中检出 *Cryptosporidium parvum* (即隐孢子虫。——译注)。虽然没有说明具体的原因,不过可以判定系由住宿处的水管理问题所致。2005 年 3 月,秋田县二井町由简易自来水引起的诺沃克病毒感染事件,共造成 29 人患病。病毒系自原水中检出的。这起事件表明,今后即使在水利用方面亦必须重视病毒问题。

作为并非饮用水所致、但却与水有关的,则是频频发生的军团菌感染症,其元凶则是由浴槽水和加湿器等与水利用有关的军团菌(*Legionella pneumophila*)。1996 年,东京都的医院死 1 人;2000 年,静冈县的综合疗养院死 2 人,东京都特别老人公寓的入住者死 1 人。同年(2000),在茨城县因入浴设施不善发生了罹患军团症的患者 334 人、其中

3人死亡的事件。事后人们认为,消毒不彻底导致军团菌在洗澡水内滋生繁衍是造成这一后果的主要原因。2004年8月下旬,下榻于长野县某旅馆内的千叶县和埼玉县的大批观光客去泳池中游泳,结果千叶县的239人中有184人、埼玉县的74人中有34人罹患了隐孢子虫病。经取样化验断定,事件的发生系因泳池内的水被儿童粪便污染所致。而且还确认,回到家里后只要再去泳池游泳还会造成二次污染。

1.4 介水传染病成为当今的课题

非病原性微生物也会产生病原性,微生物在自然环境下彼此之间也有基因交流,交通的发达可能使停留在某一地域的病原体迅速地散播到全世界。类似越生町那样的事件,再由其他微生物引起的可能性永远存在⁷⁾,因此要不断地采取新的对策。有关传染病应该注意的背景,可列举出以下这些:

① 对安全性水平的要求越来越高,希望提高人的健康水准,以延长人的寿命。

② 已经懂得,类似隐孢子虫那样过去知之甚少的微生物,哪怕只是微量也会引起感染和发病。

③ 我们今后还将从物理性、化学性和生物性等方面影响环境。因此环境和生活方式必将改变,并给人与微生物的关系带来变化。在这样的变化中,从前病原性不成问题的微生物也可能成为对人有害的存在。即原本习以为常并且无害的微生物,说不定会变成病原体。像这样的病原体,可举出日和见病原体(opportunistic pathogen)的例子。

④ 对婴幼儿、老年人和免疫缺失症患者等健康状况差的群体已经给予了更多的关照。由于出生率降低、老龄者增加和医疗进步,临时性免疫功能下降的例子有增无减,类似艾滋病那样因免疫功能下降导致的病症亦日益增多,因此有必要对病原微生物采取更为严厉的对策。

⑤ 即使健康状况良好的人,由于大多生活城市中,很少与大自然密切接触,因此其免疫力与过去相比整体上正呈现下降的趋势。

⑥ 由非来自人粪便的病原体感染的疾病、尤其是那种人畜共患的传染病,愈加成为人们关注的课题。由于需求旺盛的畜产品进入食品流通领域,加之饲养宠物的人越来越多,因此人畜共患传染病流行的范围较之过去越来越广。就像③中叙述的日和见传染病那样,这多半与人的粪便污染没什么关系。

⑦ 由于交通发达,国外发生的传染病在很短时间内传入国内的可能性变得更大了。而且,由于人和物的活动变化不定,使得检疫手段也无法完全奏效,至于水面的防卫则更加困难。

⑧ 关于饮用水中的消毒副生成物的毒性问题亦受到重视,那种单单注入消毒剂便告完事的低成本做法已不被允许。

⑨ 世界性的恐怖威胁正在扩散,也有必要对恐怖分子可能使用生物武器保持高度戒备。尤其是水路上不特定的多数人,更容易成为被袭击的对象。水路中的水流如系“挤出式流动”,即使添加少量的病原体便会在局部形成浓度很高的水团,造成恐怖的后果。这一点常常不为人们所重视。

⑩ 在对地震等灾害的应急预案中,也不应缺少防止发生传染病的对策。

美国地下水协会在2004年12月发生苏门答腊海上地震及海啸灾害之后,立刻根据当地每口水井的大小程度,分别制定了关于受灾地区井水管理的简易方法:排除浊水、次氯酸盐溶液净水处理和漂白粉消毒等。其采取的具体对策以及反应之迅速很值得我们参考⁸⁾。

1.5 微生物的危险性特征

在开始讲述本节之前,先对微生物的危险性特征整理如下。

① 病原体也是生物,它存在于平衡的生态系统中。类似日和见传染病和再兴传染病那样的危险始终存在。

② 微生物种类繁多,始终存在着自然产生具有新性质的微生物的可能性。所以,昨天的对策不一定能够保证明天的安全。

③ 病原体在人体内增殖(不能将其看做化学物质)和活动,并时时刻刻表现出变异性。

④ 人的健康状态对感染和发病的影响很大。

⑤ 多数情况下,人会表现出免疫抵抗力。

⑥ 病原体的宿主特异性很强。某种病原体只对特定的生物和细胞产生感染,并引起发病。

⑦ 每一次的暴露都可能造成严重后果,一旦饮用了这样的水便有可能给自己带来危险。这是与微量化学元素物质的暴露蓄积性不同之处。

⑧ 具有传播性,引起二次和三次感染,并可能扩大其传播范围。因此,像这种由肉眼看不到的东西导致的感染扩散越发诡异莫测,甚至让人感到恐怖。

⑨ 不立刻发病,而有一定的潜伏期。这让防止感染扩大变得更加困难。在人的活动十分频繁的现代,直至感染和发病之前的这段时间,病原体一直随着人移动。

下面再就由供水系统引起的介水传染病流行特征做些补充。

⑩ 出现患者区域与给水区域一致。

⑪ 不洁水的供给时间与患者发病时间吻合。

⑫ 与患者的性别和年龄没有多大关系。

⑬ 患者出现具有爆发性特点,多数人短时间内在特定区域发病。

⑭ 即使出现发病者,也未必能从自来水中找到病原体。因供给的是受污染的水,在污染水通过后患者才发病,故患病者会不断出现,并将是一个长期的、几乎无止境的过程。

⑮ 病的流行与季节没有太大关系。

⑯ 即使没有检出病原体,也完全可能推测出近乎确切的原因。

自1996年的越生町隐孢子虫病事件之后,就再也没有出现过起因于供水系统的传染病大流行。这是人们持续努力的结果,但并不意味着今后可以松口气了。因为在发生越生町事件以前的很长一段时间里,也同样没有出现过起因于供水系统的传染病大流行。如果放松了对水质的管理,对新的情况缺乏足够的认识,那么突发传染病以供水系统为媒介流行开来的可能性始终是存在的。

文 献

- 1) 広瀬孝六郎, “上水道学 訂正第3版”, 養賢堂 (1956).
- 2) 桑原麟児, “衛生工学入門—水質衛生—”, 續文堂 (1964).
- 3) 金子光美, 水系感染症の発生とその対策技術, 環境技術, 32(6): 2-8 (2003).
- 4) 埼玉県衛生部, 「腸管出血性大腸菌による幼稚園集団下痢症」—しらさぎ幼稚園集団下痢症発生事件—報告書 (1991).
- 5) 埼玉県衛生部, 「クリプトスポリジウムによる集団下痢症」越生町集団下痢症発生事件—報告書 (1996).
- 6) 金子光美編, “水道のクリプトスポリジウム対策 改訂版 暫定対策指針の解説”, きょうせい (1999).
- 7) 日本水道協会, “WHO 飲料水水質ガイドライン 第2版 —追補版 飲料水中の微生物因子” (日本語版) (2003).
- 8) National ground water association, “Water Well Disinfection” (2005).