



中国环境问题的国际化与日本的学术贡献

一之濑俊明（赖俊明）¹

I 概要

当今中国存在各种各样的环境问题，其影响不仅限于本国，且有国际化的趋势。这里将介绍两个由日本国立环境研究所推进的代表性课题。一是环境污染源在中国的事例，二是国外的废弃物影响中国的事例。

II 超越国境的污染

1 无国境大气

首先是中国污染对日本的影响。近几年，随着亚洲经济的迅猛发展，东南亚和东亚的大城市中的硫氧化物(SO_x)和氮氧化物(NO_x)的排放量也正在显著地增加。大气无国境，这些排气物作为酸雨的组成物质，也影响到了日本。

臭氧层所在的平流层中的臭氧浓度的不断减少已经成为一个严重问题。与之相反，对流层的臭氧浓度正持续增加着。臭氧(O_3)是被汽车和工厂排出了的 NO_x 以及挥发性有机化合物(VOC: Volatile Organic Compounds)等污染物的光化学反应的产物。这些大气的氧化性物质，对人和生态系统带来危害的同时，在对流层的平均浓度也有上升趋势。在远离日本的隐岐等孤岛，也发现了从中国大陆而来的大气污染物，其浓度超过了日本的环境标准。(秋元，2003)。

2 东亚诸国的能源消费

酸雨带来的危害不仅是发生在污染源地区，它的影响已经超越了国境涉及到了更广大的范围。特别是在经济发展迅速的东亚，在东亚的发展中国家当中既有能源消费量增加的问题，也有能源利用效率低的问题。根据国际能源机构(IEA: International Energy Agency, 2002)的预测，亚洲发展中国家的能源需求占世界总需求的比例，将从

2000年的23%上升到2030年的29%(图1)。1980年以来，东亚地区的能源需求量增加迅速，且呈持续增长趋势，预计2030年将达到45亿吨标准油。

上世纪90年代以来，能源消费迅速增加，以大气污染为中心的环境问题在东亚地区日益严重。东亚的环境问题加剧的主要原因是，能源的构成中对煤炭的过度依赖(图2)。2000年的世界一次能源消费中煤炭占到近26%，但在东亚煤炭占到43%。特别在中国，能源消费大部分依赖于国产煤炭，在所有能源供给中占69%。从能源供给的角度考虑，认为发电部门的煤炭利用量的增加是东亚煤炭需求扩大的原因。其中，中国的煤炭需求占东亚全体的70%以上。

在中国，来自固定污染源，即发电站等的悬浮粉尘和二氧化硫(SO_2)的大气污染已成为引发环境问题的主要原因。 SO_2 的三级标准是为保护人群不发生急、慢性中毒和城市一般动、植物(敏感者除外)正常生长的空气质量要求。空气质量未达三级标准的城市，中国北方有14个，南方有7个。南方的重庆市 SO_2 年排放量超过100万吨，呼吸道疾病等疾病危害显著存在(小川，2003)。

在东亚的发展中国家，与能源消费量增加并存的是能源利用效率低下的问题(图3)。东亚的发展中国家里的许多地方，对煤炭未进行污染物去除，便直接进行燃烧。抑制来自煤炭燃烧的污染物排放、提高煤炭的发电效率，这对亚洲的煤炭依存问题来说具有重要的意义。

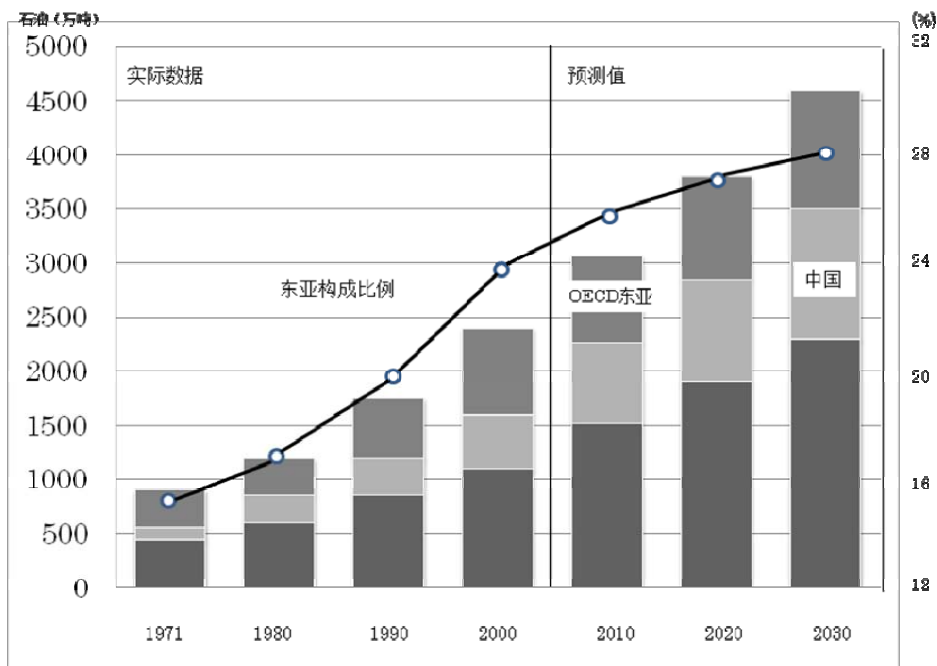
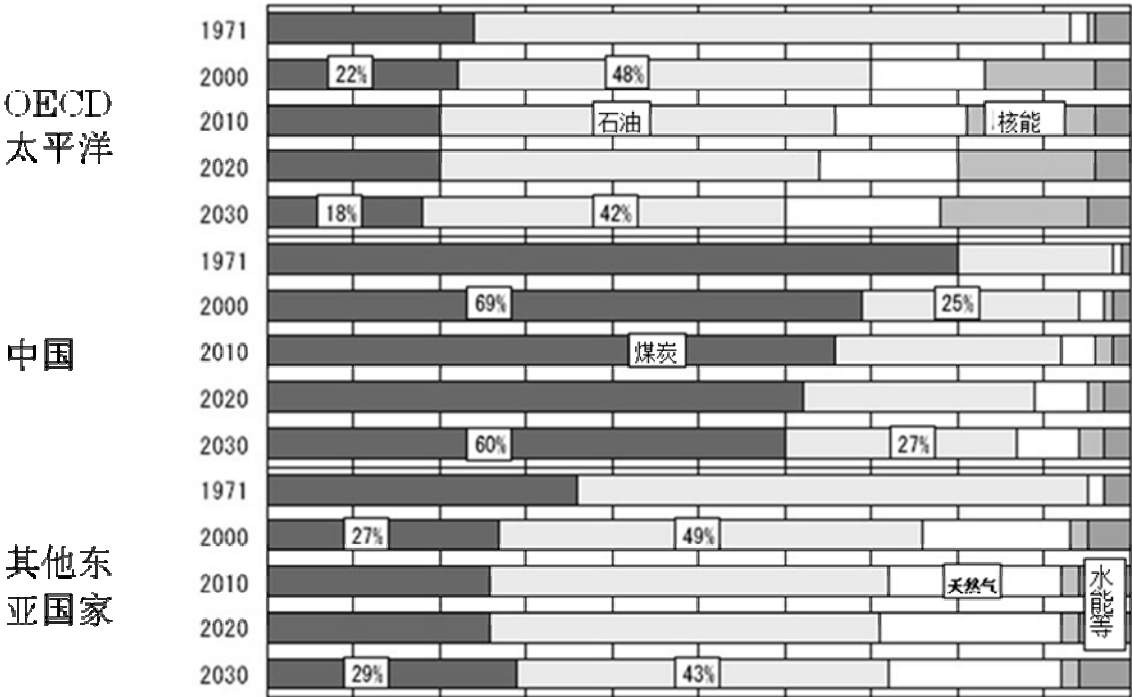


图1 东亚能源需求预测（IEA，2002）



（注）不包括非商用能源

图2 东亚能源供给对煤炭的依赖（IEA，2002）

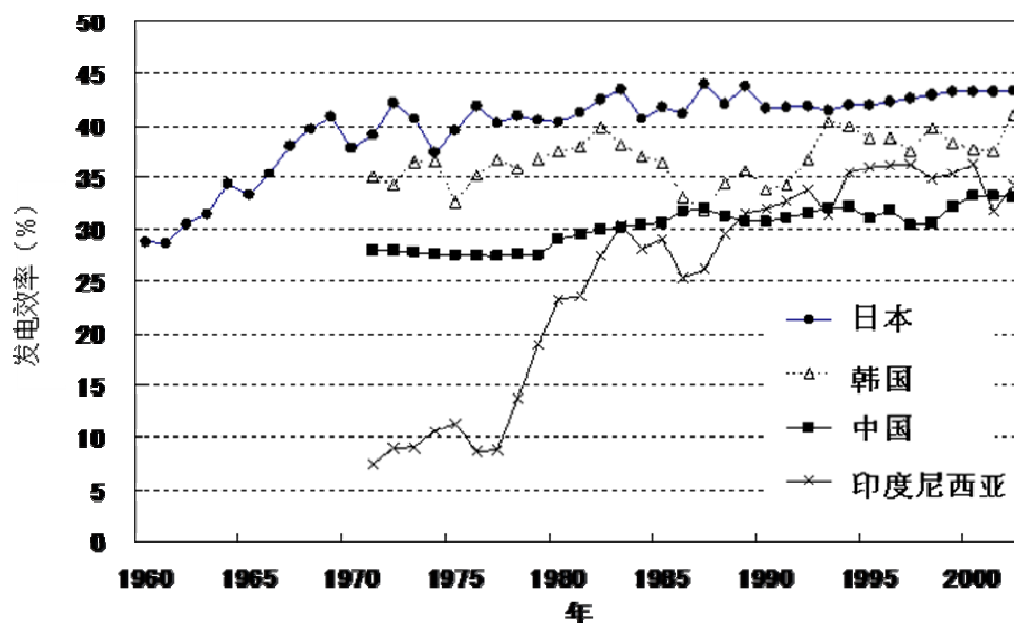


图3 东亚主要国家的发电效率 (IEA, 2004)

3 东亚大气污染物转移的现状

大气无国境, 来自境外的含有能导致酸雨污染物的大气也给日本也带来了巨大的影响。根据国际应用系统分析研究所 (IIASA: International Institute for Applied Systems Analysis) 1995 年进行的东北亚的酸雨前驱物质产生量的分析结果, 1990 年

NO_x 的产生量是年约 14, 174 万吨, 其来源为中国 68%, 日本 15%, 韩国 9%, 台湾 4%。同时, 在东北亚, SO_2 产生量约为年 26, 959 万吨, NH_3 产生量是年 12, 585 万吨, 中国各占据其中的约 90% (表 1)。

表 1 根据 IIASA (2000) 东北亚的酸雨前驱物质产生量的推算 (单位: 万吨)

	中国	日本	北朝鲜	韩国	蒙古	台湾	俄罗斯	总计
SO_2	23, 914	957	256	1, 086	74	444	231	26, 959
NO_x	9, 645	2, 121	300	1, 230	25	521	242	14, 174
NH_3	11, 738	355	73	168	96	154	—	12, 585

由于日本工厂等的脱硫系统高度发达, 观测到的酸雨特征是, SO_x 所占比例比其他亚洲各国低, 由汽车被排出的 NO_x 所占比例反之较高。日本海方面冬季的硫酸盐的沉降比夏季多, 因此认为硫酸盐是由亚洲大陆冬季风带而来的。日本国立环境研究所, 以中国、台湾、韩国、北朝鲜、蒙古、日本 6 国的 SO_x 、 NO_x 、非烃类挥发性有机化合物为对象, 开发了能阐明大气污染、酸雨实际状态的模型。该模型由能计算酸雨的大气污染物质运送情况的三维酸雨长途运输模型构成 (图 4)。研

究表明, 日本 1997 年 1 月 26~27 日的空气污染, 是受 25 日中国大陆高空的高浓度 SO_4^{2-} (硫酸离子; 硫氧化物的一种) 影响, 含 SO_4^{2-} 大气随着时间推移, 经过并覆盖了日本列岛 (图 4 右)。

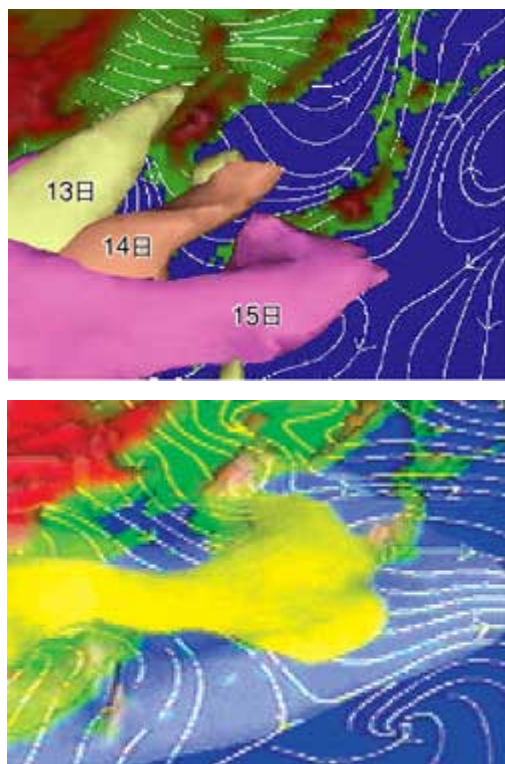


图4 大气污染的迁移例子
(国立环境研究所编辑, 2004)

日本国立环境研究所以东亚地区为对象, 构建了多成分大气污染物质发生起源物的清单。大气污染物质的产生量是由引发大气污染的各种各样的人工的“活动量”和各活动的单位产生量“产生量原单位”积算得出的。以计算活动量为例, 可由各种燃料的消费量和汽车的行驶距离算出。研究表明, 每 0.5 经纬度网格间的 SO_x 、 NO_x 差异很大, 地域间的排放量差异很明显 (图 5)。

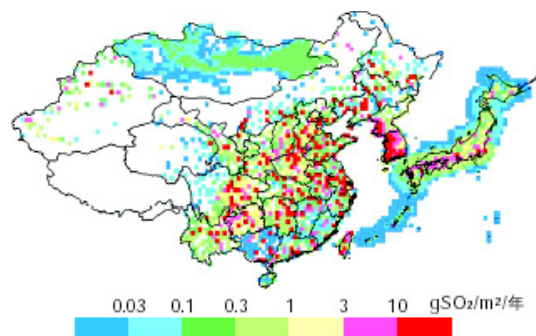


图5 东亚 SO_2 排放量分布(国立环境研究所编辑, 2004)

近几年, 尽管日本的 NO_x 和挥发性有机物的浓度减少了, 但首都圈的光化学反应的警报发布日数却增加了 (图 6)。我们的研究认为, NO_x 等能引发光化学反应的物质可能来自远方。我方的研究基于东亚酸雨监测网络 (EANET: Acid Deposition Monitoring Network in East Asia) 与全大气监视程序 (WMO/GAW: World Meteorological Organization/ Global Atmosphere Watch), 用 1998 年到 2003 年对亚洲各国 7 地点的观测数据, 分析臭氧和光化学氧化物的关系, 结果表明, 春季从亚洲大陆而来的气团含有的 NO_x 的浓度超过日本环境标准 (60ppb), 研究也表明, 中国、韩国等东亚各国的 NO_x 的排放导致 5~20ppb 的对流层臭氧浓度增加 (Tanimoto *et al.*, 2005) (图 7)。

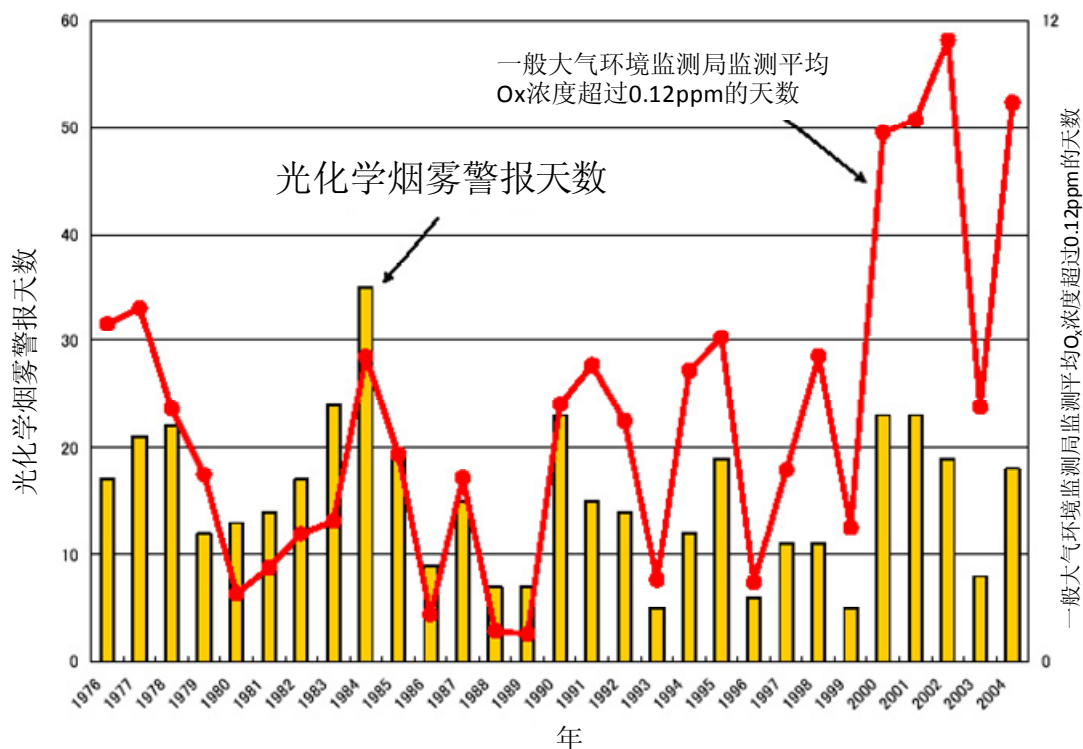


图6 东京都内光化学烟雾警报发布日数与一般大气环境监测局监测平均O₃浓度超过0.12ppm的日数
(東京都環境局光化学オキシダント対策研究会, 2005)

又例如, 每年3~5月, 从塔里木沙漠、戈壁、黄土高原而来的黄沙, 被西风吹到日本。1950年以后, 中国沙尘暴发生的次数增加, 其原因被归结于气候变化和地表植被的变化。但至今没有数据能充分说明1970年以后的沙尘暴增加是气候变化造成的。据中国科学院兰州沙漠研究所的研究, 中国的荒漠化土地面积年年增加(王·大坪, 2000), 土地荒漠化的人为原因是过度开垦、过度放牧、森林破坏、野生动物的滥捕、水资源的滥用。作为沙尘暴的防止对策, 植被的保护和再生是必要的。

III 境外废弃物流入中国

其次是国外的污染物对中国的影响。当今中国, 仅靠国内资源已不能满足其发展需要, 每年从美国、欧洲、日本等地进口废塑料, 废纸, 废铁、废铜等资源进行废弃物再

利用。2003年, 进口废塑料约302万吨, 废纸约938万吨, 废铁约929万吨, 废铜约316万吨, 废铝约65万吨(中国环境问题研究会编, 2004)。据硅谷毒性物质联合(SVTC: Silicon Valley Toxics Coalition)和巴塞尔·行动·网络(BAN: Basel Action Network)2002年2月25日公布的报告书, 来自美国的废旧电脑、家电、手机等电气电子产品的废弃物, 即所谓e-waste, 正导致中国、印度、巴基斯坦严重的环境问题(图8)。报告主张美国批准巴塞尔条约, 强化生产者的责任, 唤起消费者的环保意识。而向中国出口电气电子产品废弃物的不仅是美国, 日本的出口也在逐年增加(アジア環境白書, 2003)。

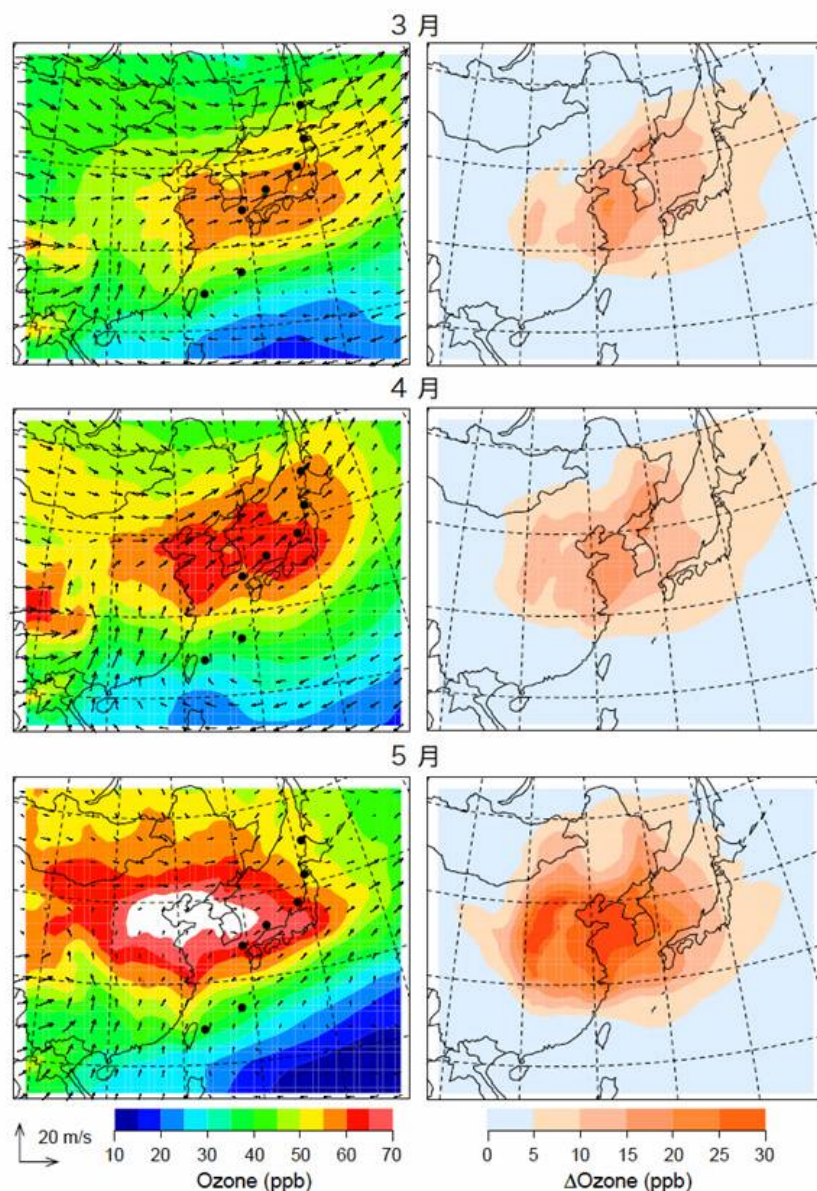


图7 根据观测数据再现日本附近臭氧背景值的季节变化与经纬度的联系
(Tanimoto *et al.*, 2005)

BAN 报告,以广东省潮阳市的贵屿为例。当地利用地理优势繁荣了废弃资源再利用产业(图9)。报告披露了当地以雇佣廉价劳动力从废弃电气电子产品中取出电线、燃烧电线外皮,燃烧所产生的致癌物质污染了空气;工人不戴防护用具就燃烧电路板、用酸浸泡电子元件以取出金银等贵金属;破坏含铅的

显示器等情况(AP 通信,2002)。结果,这个地域的地下水被污染,不得不从其他的地域输送饮用水。对这个地域的河流进行采样,其水质是世界卫生组织(WHO: World Health Organization)容许的水污染水平的190倍(AP 通信,2002)。

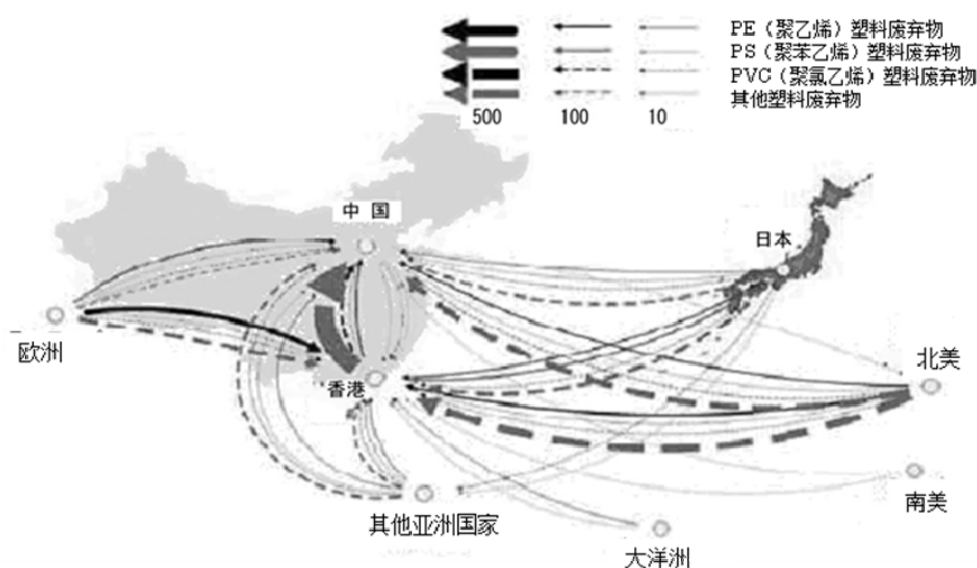


图8 根据2001年以亚洲地区为中心的循环资源的越境迁移情况
Terazono *et al.* (2004)



图9 电子产品废弃物堆（中国广东省潮阳市贵屿）
女性们正从废电线中回收铜
(National Institute of Environmental Health Sciences, 2002)

IV 今后的课题

今后，作为生产方的发达国家政府、企业，需要扩大生产者对进行废弃物处理的责任（EPR: Expanded Producer Responsibility）。而发展中国家应掌握其国内的废物利用处理实际情况，进行合理的废物回收处理。同时，为了使有害废弃物污

染实现最小化，需要采取更多的措施。包含保管、运输、处理、再处理等等概念的“环境性健全管理”（ESM: Environmentally Sound Management）也值得注意。近来，由人造卫星对产业垃圾非法丢弃进行监视的系统开发（松井等，2003）也正在推进，我们认为，中国在这一新系统的开发上也有一定的发展空间。

¹ 日本国立环境研究所高级研究员, 名古屋大学环境学院兼职教授, 华东师范大学顾问教授

[文献]

- Division of Environmental Conventions of UNEP, The Basel Convention, GRID-Arendal and DEWA-Europe (2004): *Vital Waste Graphics*
IEA (2002): *World Energy Outlook 2002*, IEA
IEA (2004): *World Energy Outlook 2004*, IEA
IIASA (2000): *A Comprehensive Assessment of Large-scale Environmental Problem in East-Asia*, IIASA

-
- National Institute of Environmental Health Sciences (2002): *Environmental Health Perspectives*, Vol. 110, Number 4
- Tanimoto, H., Sawa, Y., Matsueda, H., Uno, I., Ohara, K., Yamaji, K., Kurokawa, J., and Yonemura, S. (2005): Significant latitudinal gradient in the surface ozone spring maximum over East Asia, *Geophysical Research Letters*, 32
- Terazono, A., Yoshida, A., Yang, J., Moriguchi, Y., Sakai, S. (2004): Material cycles in Asia: especially the recycling loop between Japan and China, *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 6, 82-96
- The Basel Action Network, Silicon Valley Toxics Coalition (2002): *Exporting Harm: The High Tech Trashing of Asia*
- 秋元肇 (2003): 東アジアオゾン汚染の日本への影響, 資源環境対策, 39 (11), 90-96
- アジア環境白書 (2003): 日本環境会議/『アジア環境白書』, 東洋経済新報社
- AP 通信 (2002): 「発展途上国を危険にさらす米国の電子機器廃棄物」, 2002 年 2 月 25 日
- 王勤学・大坪国順 (2000): 中国における砂塵あらしの増加と土地利用変化, 土木学会誌, 85, 64-67
- 小川芳樹 (2003): 「東アジアのエネルギーと環境問題」, 内閣府経済社会総合研究所 其他研究材料
- 中国環境問題研究会編 (2004): 「中国環境ハンドブック 2005-2006 年版」
- 松井康弘ほか (2003): 不法投棄の発生要因に関する構造モデルの構築, 環境衛生工学研究, 16(3), 41-46