

福岡工業大学 機関リポジトリ

FITREPO

Title	中国における食品廃棄物及び都市生活ゴミの現状と課題
Author(s)	李 文忠
Citation	福岡工業大学研究論集 第42巻第2号 P153-P164
Issue Date	2009-9
URI	http://hdl.handle.net/11478/989
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher

Fukuoka Institute of Technology

中国における食品廃棄物及び都市生活ゴミの現状と課題

李 文 忠 (社会環境学科)
野 上 健 治 (社会環境学科)
仁 科 信 春 (社会環境学科)

Study on the Status Quo and the Problems of the Food Waste and Municipal Waste in China

Bunchu RI (Department of Social-Environmental Studies)
Kenji NOGAMI (Department of Social-Environmental Studies)
Nobuharu NISHINA (Department of Social-Environmental Studies)

Abstract

Firstly, we surveyed the household and industrial waste of the whole country in China. We emphasized investigation of food waste and municipal waste of conditions for not only the whole country, but also Beijing and Shanghai specifically. Based on these fact finding surveys, we have made clear the problems concerning the recycling of food waste and municipal waste in China, from the viewpoint of the construction of “the Sustainable Recycling-Oriented Society”. In addition to the sways, we have proposed several ideas to be studied and considered immediately.

Keywords: *food waste, municipal waste, biomass, sustainable development, soil pollution, recycling oriented society, environmental policy*

1. はじめに

中国は、1978年から改革開放政策を実施した後、過去15年間のあいだ、年平均経済成長率は10.1%に達している。OECDの資料によれば、中国では、一人あたりの年平均GDPは6,000ドルとなっている(OECD環境績效会議, 2006)。中国はすでに、世界の第四大経済拠点の一つになりつつある。

一方、経済成長につれて環境問題も顕著に現れている。多くの先進国が歩んだ道と同じように、工業化と都市化による水質汚染、大気汚染、廃棄物、二酸化炭素の大量排出など、様々の問題が山積しており、その問題の現れとして環境関連事件が後を絶たず頻発している。2006年度、国家環境保護総局(日本の環境省に相当)は、161件の突発した環境関連事件の報告を受けた。2005年より85件も増えている。そのうち、特別重大事件3件、重大事件15件、大事件35件、一般事件108件であった。その対応として、政府の環境監視員が延べ167万回も出勤し、72万社の企業を検査し、2.8万件の案件を立案した。そのうち、廃棄物違法排出の企

業は3,176社であった(国家環境保護総局, 2007, p.53)。中央政府のみならず、地方政府、各自治区、企業、住民なども対応に追われている。

また、環境問題と持続可能な経済成長は人類にとって21世紀の共通課題と考える。物質文明の発展と都市化の加速につれて、工業廃棄物と都市生活ゴミが日々増え続けている。統計によると、世界の都市ゴミが経済成長スピードの3倍で増え続け、都市ゴミの年平均増加率は約8.2%である。先進国、すなわちアメリカ、日本、ドイツ、オランダ及びオーストリアなどの国が毎年投下した資源の50%~75%が一年以内に廃棄物の形であらためて自然に戻ってくる。中国経済の高速発展について、GDPの平均成長率は約8%であるが、都市ゴミの増加速度は10%を超えた。世界銀行の中国環境公報の測定によれば、環境汚染が中国大陸に与えた損失は毎年540億ドルにもものぼり、ほとんどGDPの成長率を相殺してしまった。さらに、世界資源研究所と中国環境総観測所の報告によると、世界都市汚染が最も嚴重な都市ランキングについては、中国の都市が80%を占めている。現在、社会発展によって発生した都市ゴミがもたらした環境汚染と資源浪費は、既に生態環境に多大な悪影響を与え、経済発展と人類の進歩を阻止する主要因となっている(安恩科, 2006, p.1)。

他方、中国政府は環境投資も行っている。2006年度の環境投資2402.8億元（1元約15円、以下同）のうち、都市環境インフラ整備に関する投資1314.3億元、工業汚染対策に関する投資492.7億元であり、環境汚染対策の投資額は、国内総生産の1.15%を占めている。また、環境産業について、2006年の統計によると、全国では、年収益200万元以上の非国有企業・事業は約1.25万社、従業員人数は約170万人、年間収益総額は約6千億元、実現した利潤は約520億元、納税総額は約450億元である（国家環境保護総局、2007、p.51、p.85）。それにしても、経済成長の引換としてもたらされる環境問題に対して政府の環境対策、環境投資、廃棄物処理などの資源化政策においてはまだまだ不十分である。

経済成長につれて、大量の人口が都市に移住した結果、都市化が加速し、中国の都市化率は43%に達した。それは都市生活ゴミの増加と外食産業による食品廃棄物が増え続ける最大要因となっている。それに対して、中国政府は環境都市作りを推進するプロジェクトを奨励している。2006年全国では97都市（区）が「国家緑化都市（区）」及び10の県が「国家緑化県」と命名された。同年、深圳、大連、杭州、南寧、石河子、青島、廈門、三亜、海口、煙台、揚州、威海、紹興と張家港の14の都市が「中国人居住環境都市」、及び193都市は「中国人居住環境モデル都市」、35の都市が「中国人居住環境都市（水環境モデル）」に指定されている。

また、農村環境について、2006年国が25億元を投資して農村におけるメタンガスの普及プロジェクトを推進した。畜産排泄物でメタン発酵したガスを燃料として利用する農家が400万世帯も増えて、累計2200万世帯がメタンガスを利用している。累計約3500施設が畜産排泄物のメタン発酵プロジェクトを導入した（国家環境保護総局、2007、pp.78-84）。それにもかかわらず、食品廃棄物と都市生活ゴミの問題は相変わらず、政府、企業、市民などにとって喫緊な課題となっている。

以上のような背景をふまえ、本稿は、中国における廃棄物の概要を紹介し、とりわけ食品廃棄物及び都市生活ゴミの現状について、全国の概要、北京市のケース、上海市のケースを通してこれらを明らかにする。さらに、持続可能な循環型社会を構築する視点から、中国の食品廃棄物と都市生活ゴミの再資源化における問題点及び今後の課題について言及する。

2. 中国の廃棄物概要

2.1 中国固体廃棄物の分類と排出量

『中華人民共和国固体廃棄物汚染環境保護法』の規定によると、固体廃棄物とは、生産（製造）、建築、日常生活とその他の活動のなかから、環境汚染のある固体、半固体の廃棄物をいう。いわゆる「固体」とは「液体」に対する概念と思われる。日本における廃棄物から液体廃棄物を除いた廃棄物が中国のいう固体廃棄物にあたる。図1によると、

固体廃棄物は産業廃棄物、生活ゴミ、その他業種別固体廃棄物に分けられ、産業固体廃棄物は一般産業廃棄物と工業危険廃棄物に分けられる。また、生活ゴミは一般生活ゴミと危険物に分けられ、その他業種の固体廃棄物は一般と危険物に分けられている。すなわち、第1段階の分類基準は廃棄物の出所（企業または住民）であり、第2段階の分類はその廃棄物が環境にあたる危険度、とりわけ人間などに対して危険があるか否かという基準で分類されている。

また、固体廃棄物の分類について、食品加工業からの廃棄物は産業廃棄物に分類され、都市ゴミは市民生活ゴミ、商業部門とオフィス等の廃棄物、行政機関と都市管理部門の廃棄物とに分類される。さらに農業廃棄物は農林廃棄物と水産廃棄物に分類される（庄偉強・尤崢、2004、pp.1-2）。

2007年中国産業固体廃棄物の発生量は17.56億トン、総合再利用量は11.03億トン、貯蔵量2.41億トン、排出量は約1197万トンである（中国国家統計局編、2008、p.405）。

2.2 食品廃棄物と都市生活ゴミの排出量

中国では、2007年食品産業廃棄物の発生量は460.6万トン、総合再利用量は424.0万トンであり、農産物食品廃棄物発生量は1732.4万トン、総合再利用量は1677.4万トンであり、飲料産業廃棄物の発生量は803.3万トン、総合再利用量は792.2万トンである（中国国家統計局編、2008、p.406）。したがって、食品関連産業廃棄物の総量は3001.3万トン、総合再利用量は2893.6万トンであり、再利用量は発生量の96%を占めている。

外食産業とは、ホテル、レストランなどの外食産業、行政機関、軍隊、学校、企業事業組織の食堂の厨房、飲食サービス業における食堂などのこと（中国では「飲食業厨房廃棄物」と称し、以下外食産業廃棄物と称する）をいう。また、食品廃棄物とは、それらの食堂などにおいて、その飲食サービス中に発生した食品のかす、残滓などを使用後の油などのことをいう（温雪峰、2007）。また、食品廃棄物の出所は次の5つに分けることができる。①都市生活ゴミ、都市公共場所、観光地等、②食品卸売りと小売店、③ホテル、レストラン、各種飲食店（外食産業）、④政府機関、行政と学校などの食堂、⑤食品加工企業（厨房廃棄物に分類され、収集料が極少ない）である（何晶晶、2009）。このように、2人の学者による分類の特徴は、温雪峰氏が外食産業を中心に分類し都市生活ゴミは除外されているのに対して、何晶晶氏が再資源化を中心に都市生ゴミも含んで分類していることである。本稿は再資源化の視点から食品廃棄物と都市生活ゴミを分けて考えているため、何晶晶氏に近い分類である。

外食産業に関する推計によると、北京市1万人あたり一日の外食産業廃棄物の発生量は約1.22トンであり、全市の毎日外食産業廃棄物は約1,200トンと推定され、その発生量は年々増え続け、現在の中国における年間発生量は約730万トン以上と推定される（温雪峰、2007）。

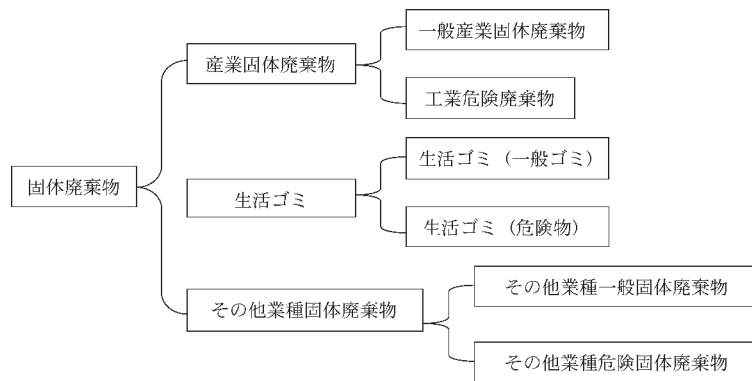


図1 中国固体廃棄物の分類
出所：(温雪峰, 2007)

外食産業廃棄物の主な成分は、表1で示すように、食糧、野菜、植物油、動物油、肉と骨などがあり、また少量の食器、爪楊枝と紙（ナプキン等）などが含まれる。主な化学成分は、澱粉、繊維、蛋白質、脂類と無機塩などが含まれ、同時に少量の窒素、燐、カリウム、カルシウム、ナトリウム、マグネシウム、鉄などの微量元素が含まれる。

2.3 中国都市生活ゴミの総排出量

2000年の都市ゴミは1.5億トンにのぼった(庄偉強・尤崢, 2004, p.3)。その後、年々増え続け2006年における処理した生活ゴミと排出物は1.70億トンである(国家環境保護総局, 2007, p.90)。

2.3.1 中国都市生活ゴミ統計

中国都市生活ゴミは表2で示すように、1979年の2508万トンから毎年約1000万トンのスピードで増え続け、2000年は1億2100万トンにも上った。また、表3によると、2003年の実際排出量は1億4857万トンとなった。さらに2010年の排出量が2億2029万トン、2015年の排出量は2億7254万トン、2020年の排出量はなんと3億2963万トンと予測されている。

2.3.2 1人1日当たりの排出量

都市生活ゴミの排出量をはかるもう一つの指標は、1人1日当たりの排出量を「kg/人・d」（以下同）で表している。

表1 外食産業廃棄物の主要成分の検査・測定の結果

外食産業	調査対象	水	有機物	粗蛋白	粗脂肪	水と油
		(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/L)
星級ホテル	重慶ホテル	73.70	91.45	27.61	21.62	9360
	皇家ホテル	73.30	94.02	34.99	24.02	2153
高級レストラン	小白鳥レストラン	76.29	93.84	24.13	27.70	786
	京信ダック	71.28	95.36	25.81	33.15	1641
一般レストラン	天倫レストラン	77.36	92.87	21.31	22.80	5301
食堂	航天301所食堂	76.60	92.84	23.68	22.98	2408
	総平均値	74.75	93.40	24.59	25.37	3608
全体分析	分散 (最大値)	6.08	3.91	6.30	11.53	8574
	相対標準偏差	3.16	1.42	8.64	17.10	88.80

出所：(温雪峰, 2007)

表2 中国都市生活ゴミ統計表

単位：万トン/年

年度	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
運搬量	2508	3132	2606	3125	3452	3758	4477	5009	5398	5751	6291
年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
運搬量	6767	7636	8262	8791	9981	10671	10825	10981	11302	11400	12100

出所：(張越, 2004, p.21)

表3 中国都市生活ゴミ量予測

指標	2003年	2010年	2015年	2020年
都市人口/億人	4.43	5.68	6.60	7.53
一人あたりゴミ排出量 (kg/人・d)	0.92	1.06	1.13	1.20
都市生活ゴミ排出量 (万 t/d)	40.70	60.35	74.67	90.31
都市生活ゴミ排出量 (万 t/a)	14857	22029	27254	32963

出所：(邹首民・王金南・洪亜雄編, 2006, p.94)

都市生活ゴミの排出量は、都市人口に一人あたりの平均生活ゴミ排出量を乗じた積である。都市人口数の予測は経済予測モデルによる。一人あたりの平均生活ゴミ排出量に影響を与える主な要素は、経済発展速度と燃料ガスなどの普及率といわれている。多元的線形回帰予測方法で計算した結果、2010年に中国における都市ゴミの一人あたりの排出量は1.06kg/(人・d)と予測され、2020年の排出量は1.20kg/(人・d)と予測されている(邹首民・王金南・洪亜雄編, 2006, p.94)。以上のことから、表3に示すように、2003年の都市生活ゴミ排出量14857万トン(365日で割って、1日あたりの都市生活ゴミの排出量を40.70万トン(万 t/d)と算出した。中国の都市人口の4.43億人で割れば、1人1日当たりの排出量は0.92kg/人・dという結果が出てくる。

国外の都市生活ゴミの一人あたりの排出量データを見ると、アメリカの都市ゴミ発生量は毎年一人あたり3.2トン、韓国2.2トン、フランス1トン、発展途上国は0.5トンとなっている。中国都市ゴミ排出量は1.0kg/(人・d)を超えている。都市ゴミの累計堆積量は60億トンにのぼり、中国における大中都市がすでにゴミに包囲されている。また、都市人口が引き続き速いスピードで増えている。中国建設部の予測によると、これからの15年間において、中国の都市は800を超え、人口が6億から7億に増加し、これは総人口の約50%に達する(安恩科主編, 2006, p.3)。このように、都市ゴミ処理はこれから中国政府の重要な課題の一つである。

3. 都市生活ゴミの処理状況

3.1 処理方法と処理総量

2003年中国都市生活ゴミの処理状況は表4で示すように、年間総排出量約1.5億トンである。中国においては、「無害化」処理と「有害化」処理という概念があり、無害化というのは、埋立、堆肥、焼却、その他の無害化処理を指す。いわゆる無害化処理はゴミ全体の50.8%を占めている。

2003年における無害化処理のうち、84.9%は埋立であるため、中国の都市生活ゴミの処理は伝統的な「埋立型」といえよう。

しかしながら、今後は、中国都市ゴミ処理は埋立型から焼却型に転換するようである。表5はこれから10数年の間、中国都市生活ゴミ処理の目標を比率で示している。それに対して表6はその比率に相当するゴミ量を示している。

3.2 処理施設と処理能力

2006年度における建設部(省)の統計によると、全国の661都市では、生活ゴミ処理施設が479カ所、処理能力25.7万トン/日、処理総量8108万トンである。そのうち埋立地は365カ所、処理能力21.3万トン/日、処理量6924万トン(全体の85%)である。生活ゴミ堆肥施設は46カ所、処理能力1.18万トン/日、処理総量は345万トン(全体の5%)である。焼却場は66カ所、処理能力3.22万トン/日、処理総量780

表4 2003年中国都市生活ゴミ処理状況

発生量/t	無害化処理量/万 t					無害化処理率/%				
	埋立	堆肥	焼却	その他	合計	無害化処理率	その内			
							埋立率	堆肥率	焼却率	その他
14857	6404	717	370	54	7545	50.8	84.9	9.5	4.9	0.7

出所：(邹首民・王金南・洪亜雄編, 2006, p.94) 注：「その他」は主にリサイクルなどを指す。

表5 中国都市生活ゴミ処理無害化処理目標

年度	無害化処理率/%	埋立率	堆肥率	焼却率	その他
2003	50.8	84.9	9.5	4.9	0.7
2010	70	67	15	15	3
2020	90	42	18	30	10

出所：(邹首民・王金南・洪亜雄編, 2006, p.95)

表6 中国都市生活ゴミ処理無害化処理量予測 単位：万t

年度	無害化処理量	埋立量	堆肥量	焼却量	リサイクル量等
2003	7545	6404	717	370	54
2010	15420	10332	2313	2313	463
2015	21632	11790	3569	4867	1406
2020	29667	12460	5340	8900	2967

出所：(邹首民・王金南・洪垂雄編, 2006, p.95)

万トン(全体の10%)である。

国家発展改革委員会の統計によると、十五カ年計画の間、全国都市環境を整備するための固定資産投資額は476億元(そのうち、都市生活ゴミ処理の関連投資額が198億元)である。プロジェクト別でみると、約490都市の生活ゴミ処理施設の建設計画(そのうち、十五カ年期間中、完成予定施設が292箇所)を立て、その投資額は約400億元に達し、そのうち国債累計投資額が約100億元である(環境技術サイト, 2007)。

現在、中国は800以上の都市生活ゴミ埋立場、10以上の焼却場及び数カ所の堆肥工場を建設した(趙由才, 2006, 序文)。そして、都市ゴミ処理はこれまでの埋立型から焼却型に転換している。1987年、はじめてのゴミ焼却発電所が深圳市に建設された。これは、日本の三菱重工の技術と設備によるものであり、1日あたりの都市ゴミ処理量は300トンである。2003年11月には、中国最大のゴミ焼却場が上海において完成し、稼働している。深圳市が4.9億元を投資し、2005年深圳最大のゴミ焼却発電所が完成した。その他の都市にも焼却場が相次いで完成している。中国政府は2.4億元を投資し、上海近郊に江橋ゴミ焼却発電所を建設した。第一期工程完成時の1日の処理能力は1000トンであり、年間処理能力は約33万トン(EU型、年間発電約8000万ワット)である。また、北京オリンピックの重点プロジェクトでもある北京高安頓ゴミ焼却発電所には、7.5億元を投資し、2005年に完成した。ここでの1日あたりのゴミ処理量は1600トンである。天津市は2003年7月に5.7億元を投資し、1日あたり1200トンのゴミ焼却発電所を建設している。2003年9月には、蘇州市が5億元を投資し、2005年にゴミ焼却発電所を建設した。1日あたりのゴミ処理量は1000トンである(張越, 2004, pp.39-40)。

このように、2003年までの中国都市ゴミ処理について、自然循環型の都市ゴミ処理法を推進するどころか、処理能

力がゴミの排出量に追い付かない状態にある。都市ゴミの堆肥処理方法は全体のゴミ処理法のなかに占める割合は非常に低いと分かる。2003年にはこれから中国都市生活ゴミの処理方法が埋立型から焼却型に転換する年ともいえよう。

4. 中国食品廃棄物と都市生ゴミ利活用の可能性

表7は、中国の上海市、北京市、広州市、貴陽市における都市生活ゴミの成分構成データである。日本でいう家庭生ゴミは中国において、動植物による廃棄物と厨房残滓(以下、生ゴミという)などの有機物である。その生ゴミが都市ゴミ全体に占める割合は、上海市の67.50%に対して、北京市が44.15%となっている。4都市の単純平均は約53.65%である。2003年中国における都市生活ゴミの総量1.5億トンで計算すると、少なくともその約半分の7500万トンは生ゴミ(有機物)であり、さらにその半分は堆積のまま放置されている。

4.1 都市生活ゴミ収集管理

中国都市生活ゴミ収集管理について、国務院(総理府)が統括し、その下に環境総局並びに建設部(省)が中央管理部署となっている。国務院の環境保護行政主管官庁、すなわち環境保護総局(現在の環境省)は全国の固体廃棄物による環境汚染の防止対策に対して統一的に管理、監督を実施している。建設部と県以上の地方人民政府の環境行政主管部門が生活ゴミ清掃、収集、貯蔵、運搬と処理の管理監督責任を負う。

2006年では生活ゴミ、糞尿運搬量約1.7億トンであり、そのうち、家庭ゴミは1.5億トン以上に推定される。なお、農村生ゴミは約2億トンと推定される(温雪峰, 2007)。

表7 中国部分都市生活ゴミ成分構成 単位：%

都市	生ゴミ	紙	プラスチック	竹・木	繊維	金属	硝子	その他	年度
上海	67.50	8.02	13.93	1.43	2.87	0.85	4.14	1.36	2000
北京	44.15	14.28	13.61	7.47	2.02	1.17	6.34	10.46	2000
広州	60.97	6.39	17.54	2.43	4.31	0.79	3.01	3.86	1997
貴陽	41.97	7.96	7.46	0.45	1.21	0.52	2.47	37.92	1995

出所：(安恩科主編, 2006, p.4)

① 中小都市のゴミの成分構成

中小都市の家庭ゴミに含まれる有機物の成分はおよそ、その総量の20%を占めている、無機物の成分はおよそ65%を占めている。その他の廃棄物の割合は更に低い。大都市は、地理環境などの基本条件が異なるが、都市住民の消費水準が比較的高いため、都市ゴミの有機物の割合は比較的小さい。

中小都市の住民の消費水準と生活によるエネルギーのガス化率は比較的低く、有機物の成分は家庭ゴミの総量約22.48%を占めている。無機物の成分は約65%を占め、残りは廃棄物である。南の都市においてゴミの中の有機物は北の都市より多く含んでいる。

② 都市のガス化率は、集中的な熱供給の面積及び1人当たり石炭の購入量（消費量）と、ゴミの発生量と明確な相関関係がある。都市のガス化率が低いと集中的な熱供給の面積が小さい都市または地域では、そのゴミの発生量の絶対値と石炭の含有量は相当高くなり、逆の場合低くなる。

③ 無害化処理能力

前述したように、中国における無害化処理とは、埋立、堆肥化、焼却、その他の無害化処理をいう。全国ゴミの無害化処理能力は15.87万トン/日であり、無害化処理率は37.19%である。2005年全国の661の都市において家庭ゴミの埋立地の総数は372箇所であり、297の都市に分布している。日処理能力は5.47万トン/日である。その372箇所の埋立地のうち、156箇所において濾液処理装置があり、埋立地総数に占める割合は、41.82%である。56箇所の埋立地では濾液処理装置が外部汚水処理場による処理方式をとっている。27箇所では気体埋立処理方式を採用し、埋立地総数に占める割合は、7.24%である。

④ 家庭ゴミ収集の有料化

現在、中国では数多くの都市は次々と家庭ゴミ収集に処理費を徴収し始めた。住民に対して定額徴収制を実施している。料金基準は一般的に一家3～5元/月、徴収方法としては、主に市町村の住民委員会（町内会に相当）が家庭単位で徴収するか、または税務署による代理徴収の2種類がある。企業に対しては、排出量によって徴収し、政府の環境関連部門より徴収する。各都市のゴミ有料化収集について、次のとおりである。

a. 北京市は1999年9月から、都市生活ゴミ処理費の徴収を開始した。徴収基準としては、住民の一世帯あたり、毎月3元、短期滞在者は一人あたり、毎月2元、各町内会が代理徴収する。

b. 天津市は2001年7月1日から都市生活ゴミ処理費の徴収を開始した。徴収基準としては、不動産委託管理を実施しない団地（町内会）住民は一世帯あたり、毎月5元、不動産委託管理を実施した団地（町内会）の住民は、一家庭あたり毎月3元、短期滞在者は一人あたり毎月2元を徴収する。各町内会が代理徴収する。

c. 広州市は2002年8月1日に都市生活ゴミ収集料の徴

収を開始した。徴収基準としては、住民の一世帯あたり、毎月5元、企業・政府事業部門、個人経営者は1パレル（0.3立方メートル）あたり6元で、ICカードを持つ短期滞在者は一人あたり、毎月1元で、町内会より代理徴収する。

d. 江蘇省は2000年12月1日に都市生活ゴミ収集料の徴収を開始した。家庭ゴミ収集料は企業負担の場合、従業員一人あたり毎月2～4元であり、個人負担の場合、一人あたり毎月4～6元である。なお、マンションなどの居住者の場合、この収集料は不動産管理費に含んで、町内会が代理徴収する。

⑤ 家庭ゴミの埋立、堆肥、焼却に関する経済性について総合的比較

ゴミ焼却コストと稼働コストについては、1日あたり1000トンのゴミを焼却した場合、4～6億円の投資が必要である。平均1トンあたりのゴミ処理コストは150元を上回る。

環境保全基準によって焼却灰は、有毒有害の物質を含んでいるため、危険廃棄物として取り扱う。処理コストは1トンあたり1500元に上る。そして焼却灰の処理コストを含むと、1トンあたりのゴミ処理コストは数十元から数百元以上に増加する。具体的なデータは次の通りである。

a. 埋立、堆肥、焼却の処理コストは1トンあたりそれぞれ46元、90元、150元である。その中の堆肥残滓、焼却灰残滓の処理費は稼働費に含まれている。

b. 埋立、堆肥、焼却の処理施設に必要な土地面積は毎年それぞれ、14.9畝（1畝約666.67㎡）、4.5畝、2.2畝である。現在の土地収用コストは60万元/1畝に基づいて計算すると、将来には埋立地がなくなる恐れがある。堆肥と焼却の残滓率は30%と15%で試算される。

c. 浸透液体の処理コストは25元/トンで計算する。堆肥センターの浸透液体は循環使用ができるが、その処理コストは計算しなくてよい。埋立、焼却処理方式の処理コストは浸透液体処理コストの約15%と10%で計算する。

d. 埋立で生じたメタンガスの処理費用は1トンあたり1元に換算して計算する。しかもこの場合にメタンガスの発電による収益と費用を含んで計算する。

e. ゴミの収集コストは1キロあたり0.9元/トンに基づいて計算する。表8で示すように堆肥工場または焼却工場までの運搬距離は約20キロであり、埋立場までの運搬距離は約40キロで計算する。

⑥ 外食産業から出た廃棄物処理の法整備については、各都市では、外食産業に関連条例を公表している。次の表9は中国の各都市における外食産業食品廃棄物の収集、運搬、管理に関する条例の一覧表である。前述したように、現在661都市があるのに、その法整備都市は3%も満たしていない。

4.2 外食産業廃棄物処理及び技術

外食産業廃棄物処理の規模は、廃棄物の発生地における

表8 生活ゴミ埋立、堆肥、焼却技術の効率の総合比較（例：1000トン/日）

番号	項目（耐用年数25年）必要経費	埋立（万元）	堆肥（万元）	焼却（万元）
0	建設費	8000	12000	60000
1	稼働費	41975	82125	136875
2	借地費	22389	6717	3358
3	浸透液処理費	3422	0	2281
4	メタンガス処理費	913	0	0
5	運送費	32850	16425	16425
6	1～5の合計	109548	117267	218940
7	1トンあたりのゴミ処理費（元）	120	129	240
8	差額（元）	0	8	120

出所：（温雪峰，2007）

現地処理，小規模施設または大規模施設で集中処理に分けられる。外食産業廃棄物の小規模処理技術の主な経済指標は表10で示すように，処理能力1日あたり50トンの場合，投資額は2050万元が必要で，1トンあたりの処理費は130元である。外食産業廃棄物の発電技術（バイオマス発電）は，図2と図3で示すように，基本的に日本のバイオマス発電の技術と大きな違いはない。

① 董村バイオマス発電プロジェクト

表11は董村ゴミ総合処理工場における外食産業廃棄物と家庭ゴミを混合して，飽和発酵（バイオマス）発電プロジェクトを行う主な経済指標である。処理規模650t/dの内訳は生活ゴミ150t/d，その他の食品廃棄物300t/dと飲食厨房廃

棄物200t/dである。その他の食品廃棄物は主に飲食厨房関連廃棄物である。なお，処理費は発電収益を控除した。

② 南宮外食産業廃棄物処理工場

前に述べたように，図2と図3では食品廃棄物と都市生ゴミの利活用，すなわち再資源化の環境技術（バイオマス発電，堆肥化などの技術）の面において中国も衰えていない。また，表12で示したのは食品廃棄物の堆肥化における主な経済指標である。その初期投資及びその後の維持運用コストデータも把握されているが，普及，推進していないのが現状である。

表9 中国外食産業廃棄物に関する条例

中国都市条例	制定年度
《北京市飲食厨房廃棄物収集，運搬，処理の管理方法》	2006年
《上海市飲食厨房廃棄物処理の管理方法》	2005年1月13日
《蘇州市飲食厨房サービス業環境汚染予防対策の管理方法》	2007年1月1日
《済南市飲食厨房廃棄物の管理規定》	2006年7月1日
《鞍山市飲食厨房廃棄物管理方法（草案）》	2006年9月
《大連市飲食厨房廃棄物処理と管理方法（試行）》	起草中
《ウルムチ市飲食厨房廃棄物処理と管理の暫定方法》	2003年9月17日
《杭州市飲食厨房廃棄物処理と管理の暫定方法》	2003年4月21日
《景德鎮飲食厨房廃棄物管理方法》	2005年11月7日
《石家庄市飲食厨房廃棄物処理と管理方法》	2007年9月1日
《寧波市飲食厨房廃棄物管理方法》	2006年12月1日
《長沙市都市飲食厨房廃棄物収集，処理の管理方法》	2007年公布
《ハルビン市飲食厨房と食品加工業廃棄物汚染予防・対策の監督管理規定》	2004年3月2日

出所：（温雪峰，2007）

表10 小規模処理技術の主な経済指標

処理規模 t/d	総投資（万元）	処理費（元/t）	占有面積（km ² ）	年収益率（%）
50	2050	130	0.67	6.02

出所：（温雪峰，2007）

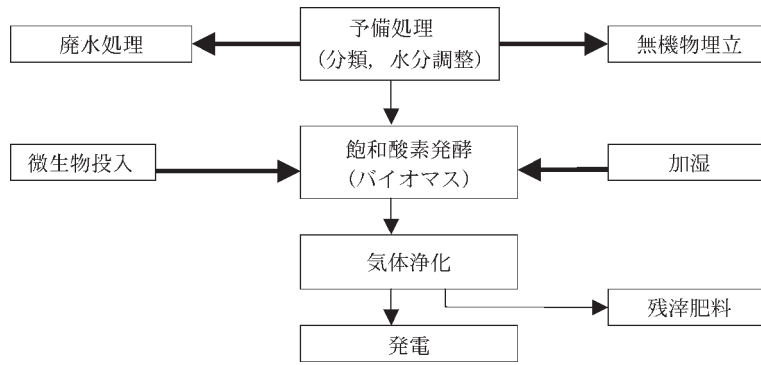


図2 外食産業食品廃棄物発電技術工程
出所：(温雪峰, 2007)

表11 バイオマス発電プロジェクトの主な経済指標

処理規模 t/d	総投資 (億元)	処理費 (元/t)	年収益率 (%)
650	1.8	115	8.06

出所：(温雪峰, 2007)

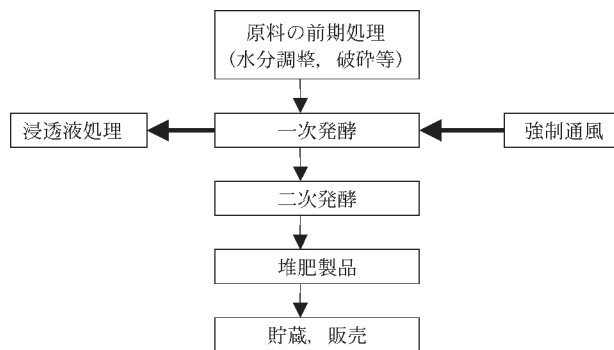


図3 外食産業廃棄物の堆肥生産プロセス
出所：(温雪峰, 2007)

表12 外食産業廃棄物堆肥生産主要経済指標

処理規模 t/d	総投資 (万元)	処理費 (元/t)	占有面積 (km ²)	年収益率 (%)
200	2265	106	0.67	4.4

出所：(温雪峰, 2007)

表13 1999年北京市区別ゴミ成分構成

単位：%

区域	生ゴミ	紙	プラスチック	竹・木	繊維	金属	硝子	その他
普通住宅	53.52	10.53	14.13	6.83	1.45	0.97	4.85	15.48
高級住宅	30.95	30.26	16.02	4.79	4.20	1.45	12.23	○
商業区域	33.25	29.79	17.05	2.85	3.70	2.05	11.32	○
事業	39.89	11.44	9.80	17.56	1.11	2.31	5.14	12.75
病院	30.59	23.34	11.64	6.04	4.24	1.56	22.59	0

出所：(安恩科主編, 2006, p.5)

4.3 北京市生活ゴミの収集管理

北京市の人口は約1213万人である（中国国家統計局編，2008，p.362）。2003年の生活ゴミ排出量について，1人あたり1日0.82kg，全市1日あたり1.15万トン，年間421万トンである。また，1日あたりの外食産業の残滓が1050トンに上る。そして2006年度の資料によると，年間ゴミ総量は585万トン，毎日約1.47万トンであり，都市発展により生活ゴミは増加する傾向にある。市のゴミ堆積場は23カ所あり，6カ所の焼却場，13カ所の埋立地がある。そのほかに，建設中の朝陽区高安屯郷，通州区次渠鎮，海淀区六里屯郷に3カ所のゴミ処理工場が建設され，2008年に完成し稼働している。

北京市における国家の十一次五カ年計画（2006年～2010年）によると，生活ゴミの収集処理のために，都市計画としては，29カ所の新築，3カ所の拡大，6カ所のゴミ運搬センター，4カ所の焼却場，10カ所の埋立地を増設する予定である。2010年になると，全市生活ゴミ処理場は44カ所となる。ゴミ処理能力は16,510トン/日となる。食品廃棄物は1,200トン/日と推測されている。

ゴミ分類については，中国では2003年国家規格を公表した（規格番号：GB/T19095-2003）。それによると，14種類の分類がある。しかし，現在の北京では，リサイクルゴミ，その他の生活ゴミと分けられ，また，飲食業と家庭厨房の残滓（食品廃棄物または生ゴミ）と分類して収集することは推進されている。住宅地において基本的に以上の3種類を分類収集している。オフィス街，企業，駅，公園，体育館，商業施設においては，リサイクルゴミとその他のゴミの2種類を分けて収集している。外食産業と家庭生ゴミの容器を設けている住宅団地は，環境評価が高く，これに補助金が支出されている。

収集した食品廃棄物の処理は他の先進国と同じように，バイオマス処理と堆肥化が推奨されている。1999年北京市のゴミの成分構成は表13の通りである。2006年部分地域のゴミ成分構成は生ゴミが1999年の構成比率より増えて60%以上となっている。バイオマス処理と堆肥化の可能なゴミ，すなわち生ゴミの比率は約50%ぐらいである。現在，大興区瀛海郷にある北京南宮飲食厨房廃棄物処理工場が試運転を開始した。毎日の処理能力は200トンに達する（北京市市政管理委員会，2007）。

4.4 上海固体廃棄物処理の現状

4.4.1 上海市ゴミ排出量

上海市の人口は約1379万人である（中国国家統計局編，2008，p.362）。90年代においては毎日のゴミ排出量は8060トンであり，2000年に入った後増え続け，2005年は増加率が12.3%に上がった。平均毎年3.5%増えている。上海市は2010年平均2%の人口増加を前提に計画を立てている。1日1人あたりの排出量は90年代の0.84kgから1.13kgへ増加

すると予測している。排出量は1,700トン以上増え，90年代より倍に増加すると推測されている。改革開放前では，ゴミ問題にならない理由は，農民が都市ゴミを処理していた。しかし，1985年からゴミが山となり，1990年に1200万トンのゴミ山ができた。埋立地の海浜に（5,000畝，1畝約666.67m²）3.33億元を投資して，処理能力は4000トン/日から6000トン/日に高まったが，2003年は再び一杯となった。

現在，フランス，香港，上海が共同出資で7.4億元（実際9億元）を投資して初期段階の処理能力は，5000トン/日であり，現在の実際の処理能力は6000トン/日である。完成後，実際の処理能力は7800トン/日となる。

4.4.2 上海市の食品廃棄物

上海市都市生活ゴミにおける再資源化可能なゴミは70%を占める。2007年は10675トン/日にのぼり，2015年には16048トン/日になると予測されている。外食産業からの食品廃棄物は1100トン/日，廃油は約40トン/日である。その内訳はホテルから13.29%，レストランから55.24%，企業から19.72%，学校から11.75%である。上海市2007年度の生活ゴミの総量は702.5万トンに達した。2006年度に比較し6.7%が増加した。そのなか，110.0万トンは焼却し，11.8万トンは再資源化し，358.3万トンは埋立地であり，あわせて550.8万トン（全体の78.4%）はいわゆる無害化処理している（何晶晶，2009）。

また，1日あたりの外食産業食品廃棄物1100トンについて，約300トンはバイオマス処理工場に運搬し再資源化されている。残りの約800トンは外食業者と畜産業者との間，1トンあたり100円で飼料として取引されている。すなわち，これまで農耕文明による再資源化の処理となっていた。外食業者にとってはゴミ処理費を支払って食品残滓を処理することより，「飼料」として販売したほうが収益となり，正しく「一石二鳥」の合理性がある。しかし，未処理のまま飼料として使うことは，畜産上の衛生，疫病発生への恐れなどの社会問題が残る。

4.4.3 生活ゴミ収集と運搬

ゴミ収集方法については現在ゴミ箱収集（ゴミ置き場など），専用のゴミコンテナ収集，ゴミコンベア，圧縮収集場，バイオマス処理及び，ゴミ収集車による収集がある。

全市では，家庭ゴミ収集車は2909台を有して，そのなか密封式ゴミ収集車は2502台であり，全体の86%を占める。なお，中心市街のゴミ収集がすべて密閉式収集車である。

都市中心地区の大部分のゴミと近郊地区（嘉定）の一部のゴミはゴミ収集車でゴミの埠頭まで運んで，続いて水路を経て運搬している。全市は生活ゴミの運搬センターの75箇所を共有して，それぞれの地区から中間運搬センターを通して目的地に運搬している。

4.4.4 生活ゴミ成分構成及びバイオマスの現状

表14で示すように、90年代の上海市市民生活ゴミの成分構成表と水分含有率において、上海市市民生活ゴミに食品と生ゴミの含有率は73.32%である。表15は2015年までの予測である。バイオマス処理及び堆肥化にとって非常に良い原料と考えられる。前述したように2007年の排出量が既に約702.5万トンに達したので、そのなか約7割の生ゴミ(何品晶, 2007)はバイオマスなどの環境に配慮した処理法で処理する選択肢もある。

上海市の都市生活ゴミのなか、再資源化できる生ゴミについて、現在のゴミ分類収集現状から見ると、生ゴミの徹底した分別がなければ、その再資源化も不可能である。2007年8月に上海市厚生局は黄浦区、盧湾区、閔行区のなか、7団地を選んで、約1万世帯に対して、生活ゴミ分類のテストをした。その分類は①有害ゴミ(電池、蛍光灯、薬品など)、赤色で表示、②ガラス、緑色で表示、③その他のゴミ(生ゴミ)、黒色で表示、④リサイクルゴミ(紙、金属など)、青色で表示の4分類である。

一方、食品廃棄物の再資源化について、表16で示すように、実際の処理能力は設備処理能力の50%も満たないが、設備処理能力も実際1日あたりの発生量の50%に満たないのが現状である。

5. 中国食品廃棄物と都市生活ゴミの問題点

5.1 問題の背景—都市化と都市人口の増加—

中国においては、これまでの30年間、農業型社会から工業型社会に転換した結果、都市化が進み、現在、661都市、そして4.3億人の都市人口に膨れあがった。2020年までに800都市、6～7億人の都市人口になると予測されている。元来、中国は農業国であった。農耕文明は、環境に優しく自然との共生によってその文化、生活慣習が育まれ、自然から採取した物の余剰は自然に帰すという、まさしく「農業循環型社会」が形成されていた。

しかしながら、現在の中国の工業型社会では人口が都市に集中する都市化現象が特徴である。そして市民生活は、

表14 上海市市民生活ゴミ成分構成の測定 単位：%

年度	紙	プラスチック	竹・木	繊維	食品	生ゴミ	金属	硝子	残渣
1994	7.49	9.16	1.37	2.13	59.45	13.87	0.56	4.00	1.89
1995	6.50	11.21	1.47	2.17	59.66	11.99	0.91	3.81	0.90
1996	6.68	11.84	1.96	2.26	58.55	11.75	0.68	4.06	2.23
1997	8.05	11.78	1.44	2.24	58.06	12.03	0.58	4.01	1.82
1998	8.77	13.48	1.27	1.90	53.23	14.10	0.73	5.15	1.37

出所：(趙由才, 2006, p.182)

表15 上海市生活ゴミの水分含有率及び予測

項目	2000年	2005年	2010年	2015年
含有率%	57.60	54.15	51.60	50.33
容積 (t/%)	0.275	0.250	0.225	0.220

出所：(趙由才, 2006, p.176)

表16 上海市食品廃棄物再資源化処理企業

番号	施設名称	再資源化方法	設備処理能力 t/d	実際処理能力 t/d
1	普陀区廃棄物総合利用センター	飼料	60	30
2	徐汇区外食産業食品廃棄物処理場	堆肥	20	10
3	上海市耀峰環境科技有限公司	堆肥	40	20
4	上海市鑫銘環境科技有限公司	飼料	40	20
5	上海市綠銘環境科技有限公司	飼料	100	40
6	浦東新区有機ゴミ総合利用センター	堆肥	100	40
7	風亭商行		1	1
8	龍龍農業發展有限公司	バイオマス飼料	100	40
9	上海市新開環保総合処理有限公司	飼料	40-100	12
合計			500-560	212
10	上海市廃棄食用油処理工場	バイオマス油	40	30

出所：(何品晶, 2009)

大量生産・大量消費・大量廃棄という「豊かさ」を享受していると評価された。しかし、その反面、都市インフラの整備は遅れ、とりわけ廃棄物処理施設の整備が遅れたために、都市環境が極めて深刻なものになっている。

このように都市化と人口増加は、これからの中国にとって、最大の課題であると考えられる。

中国におけるゴミ問題を解決するカギは、それ以上の都市化を食い止めるか、または政府は、新たな都市を認可する際には、環境に配慮した都市作り、都市インフラの整備などを行うことが先ずもって必要不可欠である。すなわち、政府が主導する環境ガバナンスが必要である。

5.2 中国の食品廃棄物と都市ゴミ処理の問題点

① 廃棄物分類の問題

現在の中国における固体廃棄物と液体廃棄物の分類は、政府の立場から、つまり、収集者・管理者の視点からの分類であること。また、ゴミの無害化処理という分類も、政府の立場からの分類である。しかしながら、果たして現在の分類処理が本当に無害であろうか。埋立後の水汚染、焼却時の有害ガスなどは人間にとって無害であろうか。現在では無害処理という認識でも、これが数年経てから有害となる可能性が高いかもしれない。

つまり、政府の環境意識を改めて、上からではなく、国民、住民の視点から、さらに持続可能な循環型社会の視点に立って、現状の分類を見直すべきである。

② 処理施設の不足と処理施設建設の遅れ

前述したように、全国では、年間730万トンの外食産業廃棄物が推計されているのに対して、外食産業廃棄物の処理能力はその1割にも満たない。また、中国の都市は、ほぼゴミに囲まれているといわれているが、政府が、それに気づいてから、重いみこしをあげて、処理施設の建設等の対策をはじめても、そのときには取り返しのつかない状態になっているかも知れない。可及的速やかに処理能力を高めるべく対策を講じる必要がある。

③ ゴミ資源化率が低い

大部分の都市ゴミの収集場所では、ゴミの分別収集が行われていない。さらに、ゴミ減量化措置も実情とはかけ離れており、資源化レベルは非常に低いといえる。

現在のゴミ埋立場では、92.76%もゴミを処理できるため、ゴミの再資源化の意識が薄いように見受けられる。

④ ゴミ分類後の処理

前述したように、中国においては、ゴミは、法律上、14種類に分けられるが、公共施設などにおいては、リサイクル可能ゴミ、非リサイクルゴミ、外食産業関連ゴミの3種類である。

ゴミ分類の必要性はその後の処理方法に関連する。中国では、缶、瓶、ペットボトルなどのリサイクル可能なものは、一部貧困層の人々がそれらを収集して業者に売り、そして特有の流過程を経て、資源として再利用されている。

その「無政府状態」は、後に様々な社会問題をもたらす恐れがある。ゴミ収集、管理などの免許制は中国の喫緊の課題である。

⑤ 有料収集による3Rの推進

現在の中国では、ゴミの有料収集を行っているが、問題は1ヶ月単位又は1年単位の定額徴収にある。定額徴収の弊害は、ゴミ排出量を問わずに、一定額を徴収することになるので、結果的にゴミ減量にはならない。因みに、日本の場合は、分別用の指定ゴミ袋の単価が決められており、それぞれのゴミの量に応じて使用するゴミ袋の数によって、支払額が増えていくシステムである。そして3R（Reduce, Reuse, Recycle）を推進しているが、中国もゴミの有料分別収集による徹底した3Rを推進すべきである。

6. おわりに

本稿は中国における食品廃棄物及び都市生活ゴミを中心に検討してきた。中国は、日本などの先進国と比較して、国民の環境意識、企業の社会的責任、環境配慮型投資、環境製品、環境先進都市・地域等において出遅れているといえよう。

農村では、伝統的にメタンガスやバイオマスなどの有効利用が行われているが、現在の先進国で推進されているようなゴミの利活用は少ないといえる。これまで検討してきた食品廃棄物および都市生活ゴミの再資源化問題も、先進国が目指しているような循環型社会作りとは程遠いものがある。

それゆえに、持続可能な経済成長を維持するため、政府、企業、市民それぞれの環境意識を高め、三位一体となった環境ガバナンスの確立が重要な課題の一つである。環境意識を高めるには、全国的な環境教育が不可欠である。とりわけ、中央政府と地方政府の官僚、企業管理者、すなわち政策の意思決定者と実行者に対する「環境に配慮した経済成長」の研修が必要と思われる。それによって環境に配慮したGDPの成長を成し遂げて、持続可能な循環型社会の形成ははじめて可能となる。

本研究は、まだ明らかにしていないところが多い。例えば、前にも述べたように、上海市のケースでは闇に消えた外食産業から出た食品残渣などを、畜産業者が飼料として使用されている実態は明らかにされていない。また、何よりも、これまでヨーロッパ各国をはじめ、アメリカ、日本、そして現在の中国などは、何故、農業または畜産業から工業化を進め、経済成長、都市化、都市ゴミ処理、環境問題などの、ほぼ同じ歴史的な経路を歩むのか。何故、他国の歴史的な教訓は自国の教訓にならないのか。それらの歴史的な経路の必然性はあるのか等について、今後の課題にしたい。

参考文献

- 1) 安恩科主編：都市生活ゴミ処理と再利用技術，化学工業出版社，2006年
- 2) 北京市市政管理委員会編：北京市生活ゴミ分類指導手帳，北京市市政管理委員会，2007年.
- 3) 何晶晶：上海食品廃棄物処理処置現状，同済大学固体廃棄物処理と資源化研究所，2009年2月26日.
- 4) 環境技術サイト：<http://www.cnjlc.com/sw/6/20070708/7696.html>，2007年7月8日.
- 5) 国家環境保護総局編：中国環境状況公報2006，国家環境保護総局，2007年.
- 6) 李国建・趙愛華・張益主編：都市生活ゴミ処理プログラム，科学出版社，2007年.
- 7) OECD 環境績效会議：中国環境績效評估—結論和建議（終稿），北京2006年11月8日.
- 8) 温雪峰：中国固体廃棄物環境管理政策及其利用与処置現状，中国国家環境総局固体廃棄物管理中心，2007年.
- 9) 陶淵・黄興華主編：都市生活ゴミ総合処理道論，化学工業出版社，2006年.
- 10) 張越：都市生活ゴミ減量化管理経済学，科学出版社，2004年.
- 11) 趙由才：持続可能な生活ゴミ処分と処置，化学工業出版社，2006年.
- 12) 中国国家統計局編：中国統計年鑑2008，中国統計出版社，2008年.
- 13) 庄偉強・尤崢：固体廃棄物の処理と処分，化学工業出版社，2004年.
- 14) 邹首民・王金南・洪亜雄編：国家“十一五カ年”環境保護企画研究報告，中国環境科学出版社，2006年.

付記：本稿は平成20年度，平成21年度日本学術振興会科学研究費補助金【基盤研究(C)，課題番号19510052，代表者：野上健治】の交付を受けて進められた研究成果の一部である。中国現地における調査研究の際，政府機関，大学などの方々から多大な協力を得た。とりわけ，中国国家環境総局固体廃棄物管理センター温雪峰博士並びに，上海同済大学固体廃棄物処理・資源化研究所長の何晶晶教授，交通大学固体廃棄物処理技術研究所長の朱南文教授などから貴重な資料を頂戴したことに対して，心から感謝を申し上げる次第である。

「福岡工業大学研究論集」投稿規程

第1条 「福岡工業大学研究論集」（以下「研究論集」という。）には、福岡工業大学及び福岡工業大学短期大学部（以下「本学」という。）の専任教職員の研究論文を掲載する。

- 2 共著者のある研究論文の場合は、著者代表が本学の専任教職員であることを要する。
- 3 大学院学生の博士論文要旨・修士論文要旨を「研究論集」第1号に掲載する。

第2条 投稿論文は未発表のものに限る。

第3条 投稿論文は、別に定める『「福岡工業大学研究論集」投稿の手引き』に従って作成する。

第4条 投稿論文の締切日は、第1号を5月末日、第2号を10月末日とする。

- 2 投稿論文はコピー1部を添えて附属図書館に提出する。

第5条 投稿論文の受理日は、論文が附属図書館に提出された日とする。

- 2 一旦受理された論文を投稿者が取下げ、再投稿したときは改めて投稿した日を受理日とする。

第6条 校正是投稿者が行う。

- 2 校正にあたっては、字句の追加・削除等原文を変更することは原則として認めない。

第7条 投稿者は1編につき別刷30部を分与される。

- 2 分与数を越えて必要とするときは、必要部数を原稿表紙に明記し、有料で申込むことができる。
- 3 別刷30部を必要としないときは、必要部数を原稿

表紙に明記する。

第8条 本学の専任教職員は前年の4月1日から当年3月末日までに発表した学術論文・著書・学会等における講演の一覧表を各年度の第1号締切日までに提出する。

- 2 本学の学部学生・大学院学生及び研究生が学会等において発表した論文についても前項に準ずる。

第9条 退職後1年以内に投稿する論文については、掲載することができる。

第10条 「研究論集」に掲載された論文、抄録の著作権は、学校法人福岡工業大学に帰属する。

- 2 著者は、「研究論集」発行後に掲載論文を利用することができる。

第11条 この規程の改廃は、研究論集委員会の議を経て教授会に報告するものとする。

附 則

- 1 この規程は、平成元年3月17日から施行する。
- 2 平成3年6月13日一部改正
- 3 この規程は、平成9年11月6日から施行する。
- 4 この規程は、平成17年10月28日から施行し、平成17年10月19日から適用する。

附 則

この規程は、平成20年4月1日から施行する。

「福岡工業大学研究論集」投稿の手引き

I 論文

原則として、図書館ホームページの研究論集テンプレートを使用する。

1. 原稿の構成

- (1) 原稿の構成は原則として次のとおりとする。
 - (a) 表題（和文の場合は英文併記）
 - (b) 著者氏名及び所属
著者氏名及び括弧の中に所属学科または課名を記載する。他大学や企業等の共著者がある場合は、共著者名及び括弧の中に大学名・学部名・学科名（または企業名、部・局名）を記載する。和文の場合は英文を併記する。
 - (c) Abstract（英文要旨）
研究内容を英文100語程度にまとめて記載する。
 - (d) Keywords
固有名詞・略号等を除いて原則小文字とし、5組程度が望ましい。
 - (e) 本文、本論
図、写真、表などを直接挿入することができる。
 - (f) 参考文献
- (2) 原稿は、印刷したものを2部大形封筒に入れ、投稿申込書に楷書で論文題名、氏名及び本文・図表等の枚数を明記する。また、原稿ファイルを記録した電子媒体（FD、CDなど）を添付するか、電子メールで送る。
- (3) 大学院学生の博士、修士論文要旨は、第(1)項の(a)・(b)・(c)及び(d)に準じて作成する。

2. 和文原稿の書き方

- (1) 原稿はA 4フォーマットで、MS-Word（またはTEX）を用い1頁当りフォントサイズ9ポイントで26字詰め49行の2段組とする。
- (2) 原稿は横書きとする。
- (3) 原則として常用漢字・ひらがな・現代かなづかい・アラビア数字を用いる。
- (4) 術語は、文科省制定の学術用語又は各学会制定の用語を用いる。
- (5) 句読点・括弧などは、原則として原稿用紙の1画を用いる。句読点は全角の“,”と“.”を使用する。
- (6) 字体はMS明朝で、英数字は原則としてTimes New Romanとし、半角を用いる。
- (7) 文頭、改行の冒頭は一画空ける。

3. 英文原稿の書き方

- (1) 原稿は、A 4フォーマットでMS-Word（またはTEX）を使用し、1頁当りフォントサイズ9ポイン

トで49行の2段組とする。

- (2) パラグラフの冒頭は、4ないし5字分空ける。
- (3) 句読点は半角の“,”と“.”を使用する。

4. 用字・用語及び略語

- (1) 本文の区分けは、大見出し・中見出し・小見出しなどを明確にし、それぞれ1, 2, 1, (3)のような記号を用いる。
- (2) 外国語の人名や術語は、原語のつづりで書く。
- (3) 外国語の音訳は、カタカナを用いる。
- (4) 本文最初に使用されるローマ字省略語は、括弧内にそのつづりを書く。

例 CAI (Computer-Assisted Instruction)
LSI (Large Scale Integrated Circuit)

5. 数式

- (1) 数式には、組版したとき面積を取らないように表示することが望ましい。例えば

$$\frac{\cos \frac{1}{x}}{\sqrt{a + \frac{b}{x}}} \text{ は } \frac{\cos(1/x)}{(a + b/x)^{1/2}}$$

のように書く。

また、文中に式を挿入するときには、例えば、 $(a+b)/c$, $\exp(-t/r)$, $\ln\{a^2/(x^2+a^2)\}$ のように書く。

- (2) 数式に付ける番号は一貫番号とし、行の末に括弧の中に入れて示す。
- (3) 式の中の記号の説明は、式の下に入れる。例えば、
表皮の深さ δ [m]は

$$\delta = 1/\sqrt{\pi f \mu \sigma}$$

但し、 f : 周波数 [Hz]

μ : 導体の透磁率 [H/m]

σ : 導体の導電率 [S/m]

6. 図・写真及び表

- (1) 図・表は、番号を図1・表1またはFig. 1・Table 1のように書き、電子原稿中に挿入する場合または挿入できない時は、別紙として添付し、原稿中に挿入場所を指定する。
- (2) 別紙で添付する図は、そのまま写真製版できる(camera-ready)鮮明なものとする。但し、製版の縮小率を考慮して線の太さや字の大きさに十分注意すること。
図は墨又は製図用インクを用いて墨入れすることが望ましい。コンピュータによる描画も、鮮明なものであれば認められる。
- (3) 別紙で添付する図・表は、一枚毎にその余白に、投

稿者氏名と図・表番号，及び縮尺の指定（幅寸法）を記入する。表題及び説明文は別紙に図・表番号順に一括して記載する。

但し，写真は厚めの台紙に添付することとし，刷り上りは原則としてモノクロームとなる。

図・表・写真のカラー印刷は，別途費用を著者が負担することにより可能である。

7. 参考文献

- (1) 参考とする文献は，上付きの添え字¹⁾又は^{2,4-7)}のように表示し，本文の末尾に列挙する。なお文献の番号は，原稿1編毎に一貫番号にする。
- (2) 文献の記載方法は，次の形式を原則とするが，学問分野によって記載方法が異なるときはそれぞれの慣行に従うことは認められる。文献の著者が複数のときは全著者名を記載し，...*et al.*や……等，などの第1著者だけを書くようなことは避ける。
- (3) 雑誌の場合
以下の例のように，著者名：雑誌名，巻(号)（発行年）頁の順に記載する。
T. D. Xiao, K. E. Gonzalves and P. R. Strutt : *J. Am. Ceram. Soc.*, 76(4) (1993) 987.
畠中憲之，栗原 進：NTT 基礎研究所の研究活動，4 (1994) 80.
- (4) 国際会議などのプロシーディングスの場合
以下の例のように，著者名：プロシーディングス名，開催地，編者名（出版社，出版地，発行年）頁の順に記載する。
M. Kaminska, E. R. Weber and C. Jagadish : *Proc. 8th Conf. Semi-Insulating III-V Compounds*, Singapore, ed. M. Godleski (World Scientific, Singapore, 1994) p.327.
- (5) 単行本の場合
和書の場合は，以下の例のように著者名：書名，発行所，発行年，頁（引用の場合）の順に記載する。
谷村 功：無線通信工学，コロナ社，昭和35年，p.105.
洋書の場合は，以下の例のように著者名：書名，編者（編者がある場合）（出版社，出版地，発行年）頁と順に記載する。
B. Jaffe, W. R. Cook and H. Joffe : *Piezoelectric Ceramics*, eds. J. P. Roberts and P. Popper (Academic Press, London, 1971) p.136.
E. Podolski and G. Borman : *Plasma Acceleration*, ed. S. W. Kash (Stanford Univ., Stanford, 1960) 2nd ed, Vol. 1, Chap. 3, p12.
- (6) 雑誌の略記形式は，それぞれの学問領域の慣行に従う。

II 「学術論文，著書，学会等における講演」一覧表

1. 記載項目は，学術論文・著者及び学会等における講演の区分毎に，氏名・題目・発表機関及び年月を一覧表形式で記述する。用紙又は記述用媒体については別に定める。
2. 氏名の欄
 - (1) 氏名欄には発表の著者である本学専任の教職員及び本学大学院学生並びに学部学生の氏名を記載する。
 - (2) 共著者等がある場合
 - (a) 共著者等の代表が，代表者の所属する学科(教室・部課)内のときは共著者等の氏名を連記する。
 - (b) 共著者などが代表者の所属する学科(教室・部課)以外のときは(a)に準じて連記し，氏名に学科(教室・部課)名を記載する。
 - (c) 共著者等が，本学の者以外のときは「共著者3」又は「Coauthors 3」等と記載する。
3. 学術論文は『掲載誌・巻・号・頁・年月』の欄に，掲載誌，巻，号，頁(年. 月)の順に記載する。
4. 著書は『発行所・年月』の欄に，発行所(年. 月)の順に記載する。
5. 学会等における講演は『掲載誌・掲載番号・年月』の欄に，掲載誌，掲載番号(年. 月)又は掲載誌巻・号，頁(年. 月)の順に記載する。
6. 掲載誌については，誌名の統一を図るため，別表に示す主要雑誌略語表による。この表に含まれないものはできるだけ省略しないで表示する。
7. 年月は西暦年を用いて(1994. 6)のように記載する。
8. 用語
 - (1) 各項目毎に原則として日本文・欧文等の何れかに統一する。
 - (2) アルファベットによる氏名はファミリー・ネームを大文字で記載する。
9. 掲載誌等の記載例
 - a) IEEE Trans. Magn., Vol. 27, No.2, pp.845-848 (1993.8)
 - b) 福岡工大研究論集，第26巻，第1号，pp. 21-28(1993.10)
 - c) 電学論 C, Vol.113-C, pp.102-110(1993.3)
 - d) 日本物理学会講演概要集，28P-YG-7(1994.3)
 - e) 平6九州連大，p.500(1994.10)

- f) 信学技報, PRU92-95, Vol. 92, No.2, pp.25-34 (1992.9)
- g) IEEE Ind. Appl. Soc. Ann. Meeting, Vol.III, pp. 1828-1835 (1994.10)

III その他

- 1. 投稿者は, 投稿規程第4条に基づき投稿論文原稿に同コピー1部を添えて附属図書館に提出する。
- 2. 投稿者は, 原稿コピーを必ず作成して保存する。

- 3. 校正は, 初校において万全を期し, 二校・三校においては原則として新たな追加・削除等避ける。
- 4. 校正には, 日数をかけないように早急に行う。

平成元年3月17日

平成2年11月9日一部改正

平成7年3月6日一部改正

平成9年12月2日一部改正

平成12年11月13日一部改正

平成18年11月29日一部改正

平成20年11月6日一部改正