

タイ国バンコック市
都市廃棄物整備計画調査
初年度調査報告書

昭和55年 4 月

国際協力事業団

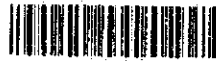
開 調



80-10-2

タイ国バンコック市
都市廃棄物整備計画調査
初年度調査報告書

JICA LIBRARY



1030796[9]

昭和55年4月

国際協力事業団

國際協力事業団		
入 月	55.7.29 84.8.24	122
登録No.	13834	61.8 SDF

序

日本国政府は、バンコックのごみ処理システムのマスタープラン作成への技術協力を求めるタイ国政府の要請に応え、日本の法令にしたがって、調査及びタイ側職員への専門知識の付与を行うため、日本人の専門家のチームを派遣することに同意した。

日本政府の対外技術協力の実施機関である国際協力事業団は、調査の内容を具体化するため、1979年3月に事前調査団を送った。

その報告に基づいて国際協力事業団は、同年8月16日に専門家3名を派遣するとともに、翌8月17日に初年度のスコープ オブ ワークをタイ側に提示した。同文書は8月22日、バンコック市当局との間で合意を見た。

同年9月14日にはインセプション レポートを提出した。以来実態調査を含む各種基礎調査を行って、同年12月19日にプロGRESS レポート、1980年2月28日にはインテリム レポートを提出した。

この間、1979年11月と1980年2月の二度にわたり、調査の進捗状況の把握、次年度の調査内容協議のためミッションを派遣した。

本報告書は、英文で提出されたインテリム レポートの内容を今後の参考に供するため整理、要約したものである。

最後に、本件調査の実施に際し、ご協力いただいたタイ国政府、在バンコック関係者および国内関係者各位に深甚の謝意を表する次第である。

昭和55年4月

国際協力事業団

理事 長 尾 満

目 次

序

I 調査団の構成等	1
1-1 調査団の構成	1
1-2 調査日程	1
II 調査結果の概要	3
1. 現存資料の収集・分析	3
2. ごみ排出量の調査	5
2-1 家庭廃棄物排出量実態調査	5
2-2 総排出量の推定	9
3. ごみ性状の調査	13
3-1 はじめに	13
3-2 調査対象ごみ	13
3-3 測定項目	13
3-4 調査期間とサンプリング回数	13
3-5 実施状況	14
3-6 調査結果	15
3-7 コメント	15
4. 収集処理システムの現況調査	29
4-1 収 集	29
4-2 コンポスト施設	34
4-3 埋立て作業	51
5. ごみ排出量の予測	59
5-1 はじめに	59
5-2 過去の収集量の推移	59
5-3 一人当り排出量の将来予測	61
5-4 人口の将来予測	61
5-5 排出量の将来予測	62
6. 今後5年間に必要な器材と施設規模	64
6-1 車輛の種類と台数	64
6-2 処理施設規模	67
7. 処理方式の代替案について	75
7-1 コンポスト	75

7-2 焼却	76
7-3 管理埋立て	78
7-4 その他	79
8. 総計データの整備	81
Ⅲ 次年度調査の内容についての勧告	84
Ⅳ 技術移転	85

表 目 次

2-1	調査世帯数	5
2-2	調査世帯の構成	6
2-3	調査結果の概要	7
2-4	ごみ排出量の季節変動	8
2-5	区別月最大収集及び一人一日当たり収集量	10
2-6	グループ別一人一日当たりごみ収集量	11
2-7	収集残量から見た三数値の比較	11
2-8	排出源別排出量から見た二数値の比較	12
3-1	サンプリング回数	14
3-2	物理組成・水分及び見かけ比重の平均値，標準偏差，変動係数	21
3-3	物理組成と水分（各期平均量）	22
3-4	(1)化学組成と発熱量（第1期）	23
	(2)化学組成と発熱量（第2期）	25
	(3)化学組成と発熱量（第3期）	27
4-1	車種別維持管理費	31
4-2	作業時間の相違	33
4-3	車種別収集時間	33
4-4	各施設の概要	35
4-5	収集地区と処分先	35
4-6	各プランにおけるごみ処理負担	36
4-7	各施設に搬入されるごみの地区面積と人口	36
4-8	コンポスト施設の各工程におけるごみの流れと回収物	39
4-9	コンポスト施設における公害発生要因の内容	43
4-10	各区におけるごみ収集と処分状況	46
4-11	発酵不適物ピット内のごみ性状	47
4-12	コンポストの性状	49
4-13	埋立地の概要	56
5-1	ごみ収集量の推移	59
5-2	一人当たりごみ収集量の推移	60
5-3	バンコック将来人口の予測	61
5-4	排出量の将来予測	62

6-1	予想されるごみの増加量と必要車両数	65
6-2	更新を要する老朽車両数	65
6-3	老朽車両の更新を加味した場合の必要車両数	66
6-4	マーケットごみを除いた場合の必要車両数	67
6-5	ごみ収集量及び埋立量	69
6-6	必要埋立容積と面積	72
6-7	処分場の使用区分毎面積	73

目 次

4-1	コンポスト施設における処理のダイアグラム	37
6-1	コンポスト施設のごみの流れ	68
6-2	必要埋立面積	74

I 調査団の構成等

1-1. 調査団の構成

調査団の構成は次のとおり。

- 団 長(総 括) 有 泉 寛 一
(財) 東京都環境整備公社 技術部長
- 団 員(都市廃棄物計画) 矢 島 紘 一
(財) 東京都環境整備公社 嘱託
(東京都清掃局から研究出向)
- 団 員(都市廃棄物システム) 阿 部 新
(財) 東京都環境整備公社 嘱託
(東京都清掃局から研究出向)

なお、この調査を円滑かつ確実に遂行するために、事業団総裁の技術上の諮問機関として作業監理委員会を別途設置した。構成は次のとおり。

- 委員長(総 括) 川 口 士 郎
東京都立大学工学部教授
- 委 員(システム) 田 中 勝
厚生省国立公衆衛生院衛生工学部廃棄物処理室長
- 委 員(処理施設) 井 出 明
東京都清掃局建設部長
- 委 員(衛生工学) 藤 原 正 弘
厚生省環境衛生局水道環境部環境整備課課長補佐

1-2. 調査日程

調査団の派遣期間は、54年8月16日から55年2月29日までで、この間、国内打合、資料収集、調査内容の整理・検討など国内作業のため54年12月21日から55年1月18日まで一時帰国した。

調査は、大きく分けてごみ排出量調査、ごみ質調査、収集・運搬および処理施設の現況調査など基礎的の調査とこれに基づく予測、代替案の提示、勧告などの調査に分かれる。基礎的の調査は、第三期のごみ排出量、ごみ質調査を除き、一時帰国までとし、これに基づく調査は、帰国中を含めそれ以降に配した。その概要は、実施日程を含め、次の調査日程表に示す。

市当局に対しては、市との取り決めに従い報告書を提出し、予定通り調査を完了した。

Ⅱ 調査結果の概要

1. 現存資料の収集・分析

調査に必要な資料は、調査団に対するタイ側カウンターパートの協力により、収集することができた。これらを分析・検討し、本調査に利用した。現在まで収集した資料を4つに分類し、次に示す。

(注) 収集資料名は番号を付し、リスト1.1に示す。また分類した資料に付した番号は、リスト番号を示す。

1.1 自然環境

- (1) 市の全域図 (2)
- (2) 地勢、地下水 (1)
- (3) 気温、湿度、降雨量、風向、風速 (2)

1.2 都市構造

- (1) 区別人口(1973~1979)、家庭、家族数(1979.7.1現在) (1)(2)
- (2) 区別面積 (1)

1.3 公共関係

1.3.1 清掃行政関係

- (1) 市政概要 (2)(3)
- (2) 市行政計画 (2)
- (3) 市予算 (7)
- (4) 市幹部名簿 (4)
- (5) 清掃行政計画 (1)
- (6) 清掃に関する条例(抜粋) (1)
- (7) 清掃局組織表 (9)

1.3.2 ごみ収集

- (1) 排出量の推定 (5)(1)
- (2) ごみ収集量 (5)(8)(3)(3)
- (3) 収集車 (5)(1)(3)
- (4) 人員 (5)(1)(3)

1.3.3 ごみ処理 (1)(5)

1.4 その他

- (1) 国民総生産および国民所得 (1)
- (2) 家庭当り平均月収 (1)
- (3) 家庭当り年平均月収 (1)

リスト 1.1 収集資料

- (1) Nongkhaem インポスト施設説明書 (泰 文)
- (2) Bangkok Metropolitan Administration (Bangkok at a glance, 他)
- (3) バンコック市行政区図
- (4) バンコック市幹部名簿
- (5) Facts and Figures Related to Bangkok Refuse Problems
- (6) Bangkok Metropolis First Five-Year plan 1977-1981.
- (7) Table 1-2 : Bangkok Metropolitan Administration
- (8) The Table Showing the Solid Waste Collection of Bangkok Metropolis during September 1978 to December 1978
- (9) Organization Chart
- (10) Ground water of Bangkok Metropolis, Thailand, Charoen Piancharoen and Charoen Chuamthaisong, Ground water Div., Dept. of Mineral Resources
- (11) Solid Waste Collection Information (I)
- (12) Meteorological observation for Bangkok Metropolis, climatology Div., Meteorological Dept., Ministry of Communication
- (13) Solid Waste Collection Information (II)
(July 1979)
- (14) Population and household information (July 1, 1979)
- (15) Market refuse, Oct., 1979
- (16) Regulation of Bangkok Metropolitan Administration on Solid Waste and Sewerage Disposal, B.E. 2521(1978)(exerpt)
- (17) Gross national product and national income at current market price by industrial origin, NESDB.
- (18) Average annual money income per households by sources of income and by households' annual money, national Statistical Office.
- (19) Average monthly income per household by source, region and Community type, National Statistical Office
- (20) バンコック市全域図 (1/50,000)
- (21) Population in each district in Bangkok Metropolis Year 1973-1979

2. ごみ排出の量調査

バンコック市のごみ排出量については、市の公式発表値がある。一人一日当り排出量が2.8ℓ又は700g（見掛比重は0.25Kg/ℓ）というものだが、この数値は実際の収集量から考えて余りにも高過ぎると思われる。そこで今回の調査では、自治体が先ず処理責任を負うべき家庭廃棄物について約20世帯を任意に抽出し、排出量の実態調査を行うとともに、既存の資料をもとにして産業廃棄物も含めた市全体のごみ排出量の推定を行った。

2-1 家庭廃棄物排出量実態調査

2-1-1 調査期間

1979年10月7日～13日

11月18日～24日

1980年1月27日～2月2日

調査は季節変動、週間変動を調べるため日曜日から土曜日まで一週間ずつ、三期に分けて実施した。

2-1-2 調査世帯数

調査期間中に実際にごみが集められた世帯数は下表のとおりである。なお、3期の平均、179世帯は、バンコック市総世帯数の0.023%に相当する。

表2-1 調査世帯数

	1期	2期	3期	平均
調査世帯数	178	187	173	179
(一日平均)	(153)	(168)	(154)	(158)

2-1-3 調査世帯の特徴

(1) 世帯人員

調査世帯の人員は一世帯当り平均6.17人で、バンコック市の平均6.50人をやや下回っている。

(2) 所得

調査世帯の月収及び一人当り月収はそれぞれ、14,614バーツ、2,271バーツである（所得は調査員の聞き取り調査をもとにタイ側職員と検討の上、住居、業種などから判断して余りに低額のもの除いてある。）

(3) 構成

住宅の形態及び商住の別による調査世帯の構成は下表のとおりである。

表2-2 調査世帯の構成

		1 期	2 期	3 期	平均
住 宅	一 戸 建	22(12.4%)	32(17.1%)	29(16.8%)	28(15.6%)
	連 棟	18(10.1%)	24(12.8%)	21(12.1%)	21(11.7%)
	中高層公営住宅	18(10.1%)	22(11.8%)	21(12.1%)	20(11.2%)
	合 計	58(32.6%)	78(41.7%)	71(41.0%)	69(38.5%)
商店・工場等	商 店	103(57.9%)	93(49.7%)	87(50.3%)	94(52.5%)
	工 場	15(8.4%)	14(7.5%)	13(7.5%)	14(7.8%)
	そ の 他	2(1.1%)	2(1.1%)	2(1.2%)	2(1.1%)
	合 計	120(67.4%)	109(58.3%)	102(59.0%)	110(61.5%)
合 計	178(100.0%)	187(100.0%)	173(100.0%)	179(100.0%)	

この表からうかがえるように、住宅が40%に対し、商店、工場等が60%と後者の比率が高い結果となっている。これは後述のように、調査器材、とくに収集車の制約から、世帯の抽出にあたって主要道路沿いの世帯（そのほとんどが商店又は工場）が多く抽出されたためである。

2-1-4

(1) 調査世帯の抽出方法

(a) 区の種類と調査世帯の抽出

収集用器材の制約から、24区をその地域特性によって9グループに分け、その中で収集経路から見て可能と思われる16区を選んだ。次いで当該区内の主要道路を選び、その道路沿い、あるいは数区画背後から世帯を抽出した。なお、世帯数は1979年7月現在の人口をもとにして、抽出総数が200になるよう各区に比例配分し、抽出しない区については、同一グループに分類された他の区から、その分だけ余計に抽出した。

(b) 調査表の記入と協力意向の確認

抽出した世帯には、調査票をもったタイ側職員と学生が訪問し、協力を依頼するとともに家族構成、所得等の聞き取り調査を行った。なお、協力が得られなかった場合には、隣接の世帯に協力を依頼した。

(c) 調査世帯の追加抽出

第一期目の調査が終了した時点で多くの世帯が途中で協力を拒否したこと、さらには、前述のように世帯構成の上で住宅の比率が著しく低かったことから、11月に住宅ばかり26世帯を追

加抽出した。

(2) ごみ収集用袋の配布

調査開始 2～4 日前に、ごみ収集用袋（厨芥と雑芥用の大小二袋を各7枚）とひも14本を各世帯に配布した。

(3) ごみ袋の回収

配布されたごみ袋は排出日の翌日回収した。ただし、土曜日排出分については、人員、器材の制約から、翌々日の月曜日に回収した。

2-1-5 調査結果

調査結果の概要は次のとおりである。

表 2-3 調査結果の概要

		1 期	2 期	3 期	平 均
調 査 世 帯 数 (1 日 平 均)		178 (153)	187 (168)	173 (154)	179 (158)
回 収 ご み 総 量		2408.930g	2311.128g	2091.851g	2270.636g
世 帯 当 り ご み 排 出 量 (g/日)		2.245g	1.960g	1.940g	2.046g
一 人 当 り 排 出 量 (g/日)	全 体	357g	314g	309g	326g
	住 宅	337g	285g	275g	296g
	商 店 等 工 場 等	365g	329g	334g	343g
週 間 変 動 (対平均比)	日	380g (107)%	368g (117)%	345g (112)%	365g (112)%
	月	364 (102)	318 (101)	314 (102)	331 (101)
	火	343 (96)	300 (96)	286 (93)	310 (95)
	水	366 (103)	278 (89)	291 (94)	311 (95)
	木	326 (91)	300 (96)	291 (94)	305 (94)
	金	308 (86)	284 (90)	279 (90)	290 (89)
	土	413 (116)	351 (112)	359 (116)	374 (115)

2-1-6 コメント

(1) 一人一日当り排出量

上表に見られる如く、3期の平均一人一日当り排出量は326gという結果が出た。しかし、この数値は実際の排出量よりも幾分高いと思われる。それは既述のように調査世帯の構成が商店、工場に偏っていると思われるためである。バンコックにおける住宅と商店、工場の実際の比率は不明だが、仮に両者の比率を6:4と考えると、一人一日当り排出量は315gとなる。

(2) 週間変動

ごみの排出量は、表2-3に見られるように土、日曜日に多く、金曜日が最も低いという結果が出た。これは、週末にごみの排出量が多いという一般的な傾向に合致する。

土曜日の排出量は金曜日に比べて約3割多いが、実際にはこれ程の差はないと思われる。というのは、土曜日のごみは翌々日の月曜日に回収されたため、翌日の日曜日のごみが一緒に回収された恐れがあるからである。

しかし、それでもなお、週末と平日の排出量にはかなりの差があるように思われる。

(3) 季節変動

表2-3を見ると、ごみの季節変動もかなり大きなものがある。また、季節変動は商店、工場よりも住宅において著しいという結果である。しかし、これは2期目の調査が始まる前に住宅ばかり26世帯を追加抽出したという点にも影響を受けていると考えられる。そこで、3期の調査を通じて協力した世帯についてだけ見ると、下表のとおり、際立った差は見られなくなる。平均を100として1期が105と や多く、2期と3期はほぼ同水準という結果になる。

表2-4 ごみ排出量の季節変動

	1 期	2 期	3 期	平 均
一人当り排出量	351g	330g	326g	336g
(対平均比)	(105)	(98)	(97)	(100)

(4) そ の 他

(a) 所得とごみ量の相関

日本では一般に所得とごみ量の間にかなり強い相関があると云われている。そこで、調査世帯の一人当り月収と排出量との相関を調べてみたが、相関は見られなかった。

(b) 調査世帯の協力度

調査に対する各世帯の協力度を調べるため、回収された袋の中味及び使われた袋の種類を調べてみた。調査世帯には予め二種類の袋を配り、小さい方には厨芥を、大きい方には雑芥を入れて出すよう依頼してあったので、それがどのくらい守られたか調べたわけである。

結果は、袋を指示どおり使用した世帯が全体の約2割、そのうち、厨芥と雑芥を比較的良く分けていたのはその半分、全体の11%に過ぎなかった。

なお、全期間を通じて比較的良く協力した世帯数は全体の約12%で、商店、工場よりも住宅の方が協力度は高いという結果となった。

2-2 総排出量の推定

上記調査により、家庭廃棄物の排出量は一応明らかとなったが、他の排出源からのごみ量については、マーケット（公・私設小売市場）のみが知られている。

2-2-1 マーケットごみ

1979年10月時点で、マーケットごみは日量 $1.959m^3$ 、一個所当り $8.3m^3$ で、収集量全体の約28%を占めている。

ただし、マーケットごみはそれ自体が別途収集されるわけではなく、他の排出源からのごみと混載されるので、この量は区による大まかな推定である。したがって実際の排出量は、車両の積載率を考慮して、その約90%とするのが妥当と思われる。すると、マーケットからの排出量は $1.763m^3/日$ となる。重量では、マーケットごみの大半が生ごみであることを考え、見掛比重を $0.40Kg/l$ として計算すると、日量 $705t$ ということになる。

2-2-2 総排出量の推定

既述のように、マーケット以外の排出源からのごみ量がわからないので、ここでは1979年5月～9月のごみ収集量をもとにして、収集残量と家庭系及びマーケット以外の排出源からのごみ量とを勘案しながら全体の排出量の推定を試みた。

下表は、上記期間中の各区の月間最大収集量と一人一日当り収集量を多い順に並べ、各区の平均 $1.47l$ 及び既述の $315g$ を見掛比重 $0.29Kg/l$ として換算した $1.09l$ という二つの尺度を用いてグループ分けしたものである。（ $0.29Kg/l$ はコンポスト施設受入れピットで採取した14試料の見掛比重の平均値である。）

表2-5 区別月間最大収集量及び一人一日当り収集量
(1979年5月~9月)

グループ	区	31日の月 (m ³)	30日の月 (m ³)	平均日量 (m ³)	人口 (人)	一人一日当り 収集量 (t)
A	Phranakhon		16720	557.3	124960	4.46
"	Samphanthawong	7755		250.2	78457	3.19
"	Khlongsan		10738	357.9	141508	2.53
"	Bangrak		8967	298.9	124158	2.39
"	Minburi	3371		108.7	51900	2.10
"	Dusit		25578	852.6	458859	1.86
"	Ratburana	5995		193.4	107520	1.80
"	Phrakanong	27599		890.3	497058	1.79
"	Huaykhwang		9229	307.6	192508	1.60
"	Pomprapsattupai	9496		306.3	194993	1.57
"	Pathumwan	10597		341.8	233147	1.47
B	Bangkapi	8731		281.6	212357	1.33
"	Phyathai	26863		673.0	511847	1.32
"	Bangkokyai	3548		114.5	99766	1.15
"	Yannawa		12712	423.7	374073	1.13
"	Bangkhen	12845		414.4	365901	1.13
C	Latkrabang	1182		38.1	40571	0.94
"	Thonburi	7423		239.5	255453	0.94
"	Pasicharoen	4805		155.0	174839	0.89
"	Bangkoknoi	9452		304.9	377493	0.81
"	Bangkhunthian	3975		128.2	195179	0.66
"	Nongkhaem	648		20.9	39682	0.53
"	Thalingchan	557		18.0	64732	0.28
"	Nongchok		384	12.8	49864	0.26
合	計	138842	84328		4967625	
平	均			7289.7		1.47

(注) 人口は1979年9月現在である。

上表のグループ分けに応じて、一人一日当りごみ収集量を計算した結果が下表である。

表2-6 グループ別一人一日当りごみ収集量

グループ	月間最大収集量			人口 (人)	一人一日当り収集量	
	31日の月 (m^3)	30日の月 (m^3)	日量 (m^3)		容積 (l)	重量 (g)
A	64,813	71,230	4,465	2,205,868	202	586
A+B	110,800	83,942	6,372	3,769,812	169	490
A+B+C	138,842	84,328	7,290	4,967,625	147	426

(注) 見掛比重は 0.29 Kg/l と仮定した。

先ず、収集残量との関係で上の三数値の妥当性を見てみよう。

下表は、それぞれの数値に1979年9月現在の人口を乗し、一日当りの量(以下排出量と云う。)を算出し、それを上記5か月間の平均収集量及びこの間の最大値である9月の収集量と比べてみたものである。

表2-7 収集残量から見た三数値の比較

一人一日 当り排出 量 (l)	人口 (人)	一日当り 排出量 (m^3)	収集日量		収集残量 ($m^3/日$)	
			5か月間の 平均日量 (m^3)	5か月間の 最大平均日 量(9月)(m^3)	$F=C-D,$ $(\frac{F}{C} \times 100)$	$G=C-E,$ $(\frac{G}{C} \times 100)$
A	B	$C = \frac{A \cdot B}{1000}$	D	E	$F=C-D,$ $(\frac{F}{C} \times 100)$	$G=C-E,$ $(\frac{G}{C} \times 100)$
2.02	4,967,625	10,035	6,708	7,093	3,327 (33.2%)	2,942 (29.3%)
1.69	4,967,625	8,395	6,708	7,093	1,687 (20.1%)	1,302 (15.5%)
1.47	4,967,625	7,302	6,708	7,093	594 (8.1%)	209 (2.9%)

上表からうかがえるように、一人一日当り排出量を 2.02 l と仮定すると、一日当りの総排出量は $10,035 \text{ m}^3$ となり、5か月間の平均収集日量に対して $3,327 \text{ m}^3$ 、最大値である9月の平均日量に対しても $2,942 \text{ m}^3$ 上回っている。この数値はそのまま、収集し切れなかった分、つまり残量として町に残るか自家処理された量ということになる。ちなみに、見掛比重を 0.29 Kg/l とすると重量では $3,327 \text{ m}^3$ は 965 t となる。

確かにバンコック市は周辺に農村区を抱え、自家処理の余地が今だに十分ある区も多い。また、人口密集区においてもクローン（河川）にはごみが浮び、一歩裏道に入ると空地にはごみの堆積が見られる。

しかしそれにしても、毎日排出量の約1/3、1,000t近いごみが収集されずに処分されていたとは考えにくい。というのも3,327 m^3 という量は、人口約10万のBangkokyai区の一か月分のごみ収集量に相当する程の量だからである。

1.69 l が正しいと仮定すると収集残量は約半分になる。それでもなお、やや多過ぎる感じがしないでもないが、上述のようなバンコック市の状況を考えれば許容できる数値と見ることができよう。

1.47 l は全く問題がない。

では、残った二つの数値を別の観点から検討してみよう。下表は、排出源別の排出量がどうかを比べたものである。

表2-8 排出源別排出量から見た二数値の比較

一人当り排出量(g /日)	人口(人)	総排出量(l /日)	排出源別排出量		
			家庭系(t)	マーケット(t)	その他(t)
A	B	$C=AB \div 10^6$	$D, (\frac{D}{C} \times 100)$	$(\frac{E}{C} \times 100)$	$F=C-(D+E),$ $(\frac{F}{C} \times 100)$
490	4,967,625	2,434	1,565 (64.3%)	705 (29.0%)	164 (6.7%)
426	4,967,625	2,116	1,565 (74.0%)	705 (33.3%)	— (—)

この表からわかるように、1.47 l (426 g)では、家庭、マーケット以外のごみはないことになり、この数値はこの面から受容し難い。

1.69 l は490 g の場合も、他の排出源からの排出量の占める割合がやや低過ぎるように見える。しかしこれは、当地の活発な再資源化の活動を考えれば受容できると思われる。企業、大商店、大工場などからのごみは再利用可能なものを多量に、しかもより均質な形で含んでいるからである。

以上の検討結果から、一人一日当り排出量1.69 l 又は490 g が唯一の妥当な数値と考えられる。

3. ごみ性状の調査

3-1 はじめに

ごみ性状をいかなる形で把らえるかについては種々の方法が考えられるが、今回の調査にあたっては、現在東京都清掃局が行っている手法を基本とし、現地状況を加味して、実行可能な方法を採用した。

対象としたごみは市当局が直接処理責任を負うされているものの中で、処理対象の基本と考えられる日常生活において排出される一般家庭ごみとし、調査時期は季節変動を考慮して3期に分けて実施した。

以下実施内容および得られた結果について報告する。

3-2 調査対象ごみ

家庭が保管し排出するときの状態を示すもの(以下「袋ごみ」という)と処分先に搬入されたときの状態を示すもの(以下「搬入ごみ」という)について行った。

3-3 測定項目

測定事項は、(1)見掛比重 (2)湿状態における物理組成 (3)乾状態における物理組成 (4)水分 (5)発熱量 の諸項目とし、物理組成を示すものとして12項目を定めた。

組成項目は可燃物、不燃物および雑物の三つに区分される。

可燃物には、紙、繊維、厨芥、草木の4項目と焼却を考慮した場合に問題となりうるプラスチック、皮革・ゴムの2項目を含めてある。

不燃物は、再利用可能な鉄、非鉄、ガラスと無機物として石・陶器の4項目である。

雑物は可燃物と不燃物の混合物であるが、既述の区分項目になじまないものおよび区分不能のものを該当させ、篩目5mm上に残るものと通過するものの2項目とした。

各項目ごとの具体的な内容、事例を附表3-5に示す。

3-4 調査期間とサンプリング回数

3-4-1 調査期間

(1) 第1期

(a) 袋ごみ 10月9日～12日

(b) 搬入ごみ 10月16日、18日

(2) 第2期

(a) 袋ごみ 11月20日～23日

(b) 搬入ごみ 10月29日, 11月1日, 5日

(3) 第3期

(a) 袋ごみ 1月29日 ~ 2月1日

(b) 搬入ごみ 1月22日, 24日

3-4-2 サンプルング回数

期間中における測定項目に対するサンプルング回数は、状況の許す限り多く取り、資料としての信頼度を増すこととした。各期における測定項目に対する回数を表3-1に示す。

表3-1 サンプルング回数

実施時期	測定項目	サンプルング回数	
		袋ごみ	搬入ごみ
第1期	見掛比重, 組成, 水分	4	4
	発熱量	1	1
第2期	見掛比重, 組成, 水分	4	6
	発熱量	1	1
第3期	見掛比重, 組成, 水分	4	4
	発熱量	1	1

3-5 実施状況

3-5-1 サンプルング

(1) 袋ごみ

家庭ごみの排出量調査のために収集された袋ごみの中より協力度が高く、排出状態を代表すると思われるものを約50Kgになるまで抽出し、袋ごとに計量し試料とした。なお、見掛比重の測定用として、上記のものの残りのうちから任意に採取した。

(2) 搬入ごみ

On-noochにある1号および2号コンポスト施設のごみ受入れピット内より、家庭から排出されたと思われるものを選び採取した。

サンプルングはピット内において、クレーンクラブによりごみ質の均一化を図るため、ミキシング作業を行ったのち、約0.5~1.0トン採取した。計量後プラント内の発酵棟コンクリート床上で4分法による縮分作業を約50Kgになるまで行い、試料として蓋付プラスチック容器(容量約65ℓ)に採取し計量した。

なお、縮分作業において4分法になじまない50cm以上の長大物、組成分類作業を困難にする

袋入り厨芥、もみがら、灰などは取り除き、後で縮分比に応じた重量を試料に加へ、これを検体とした。

なお、見掛比重は縮分終了後、現地において測定した。

3-5-2 組成分類、水分および発熱量の測定

採取したそれぞれの試料は、バンコック市当局が提供した実験室において、下記の測定作業を実施した。

(a) 組成分類

既述12項目の組成に分類するため、手作業により実施した。終了後各項目ごとに重量測定を行い、湿状態における組成を求めた。

(b) 水分測定

組成分類作業終了後、各項目の検体について乾操作業を行った。乾燥機の容量上の制限から数量の多いものについては、縮分後乾燥検体とした。乾燥温度は70～80℃とし、検体が恒量値を示すまで実施した。乾燥に要した日数は約7日間であった。乾燥終了後、乾重量を測定し項目ごとの水分重量を求めた。

(c) 発熱量

乾燥終了後の試料のうち、袋ごみ、搬入ごみそれぞれについて1期1検体、合計として6検体を発熱量測定のため選び、東京都清掃研究所に試験を依頼した。

3-6 調査結果

調査結果をまとめて、つぎの各表に示す。

- (1) 物理組成、水分および見掛比重の平均値、標準偏差および変動係数……表3-2
 - (2) 物理組成と水分(各期平均)……表3-3
 - (3) 化学組成と発熱量……表3-4
 - (4) 物理組成と水分(各試料)……附表3
- 6-3-31
- (5) 観察記録(各試料)……附表3-32～3-57

3-7 コメント

3-7-1 試料採取

ごみ質の季節変動を知るため、3期に分け調査を行った。雨季に該当する第1期は期間中不幸にして降雨がなかった。したがって、雨による直接の影響を知ることはできなかったが厨芥、草木などの内容変化による生活への季節変化を認めることができた。中間期、乾季である第2期、第3期については順調に実施できた。

ごみが家庭から排出されるときと、収集運搬され処理施設に搬入されるときの状態を知るため、袋ごみと搬入ごみに区分して試料採取を行った。この結果は今後の各調査の基礎資料として利用されるものである。

袋ごみは別途実施した、ごみ排出量調査のため集められたものの中から採取した。袋は市民の協力により、厨芥とその他の2袋に分けて排出された。市民生活を代表すると思われる世帯から、協力度のよいものを中心として試料抽出を行った。協力程度の問題があり、分別度の低下したものも含まざるを得なかった。

袋という容器条件の制約をうけ、長大物や嵩ばるものなどは、一般収集に回される傾向があったが、日常生活におけるごみの内容調査という目的には支障なかった。

搬入ごみは、ごみの収集地域、搬入量、サンプリング作業の容易性などを考え、On-noochコンポスト施設のごみ受入れピットから採取した。一般家庭ごみと思われるもので架装車により搬入されるものを対象とした。

しかし、マーケットおよび工場ごみの一部混入したもの、非架装車からのものも採取せざるを得なかった。採取状況については附表の観察記録に記述してある。

1期間の調査日数は袋ごみ、搬入ごみともそれぞれ一週間として実施した。この間試料数の増加を図った結果、当初計画した以上の採取ができた。このことは、市側関係者の協力と努力に負うところが大きい。

試料の1回の重量は50Kgを標準としたが、1検体を除きすべてこれを上回った。

3-7-2 見掛比重

見掛比重に関係する大きな要素は、ごみ中の水分と不燃物である。水分は厨芥量の多少により左右される。

測定値については、サンプリング時における厨芥中の水分の他物質への移行状態、使用する容器とごみの形状との関係などを考慮しておく必要がある。今回は市販されている約65ℓ入りプラスチック容器を用いて測定した。

全サンプル数に対する平均値を表3-4に示す。劣ごみで0.22Kg/ℓ、搬入ごみで0.29Kg/ℓの結果を得たが、両者の値の開きは、採取時におけるごみの状態の差異を示すものである。変動係数は搬入ごみの方が高い値を示している。搬入ごみのサンプル中には明らかにマーケットごみを多く含むと認められるものが3検体あり、これを除いた平均値は0.26Kg/ℓであった。

3-7-3 物理組成

得られた値を全数および各期ごとにまとめ表3-2、3-3に示した。この結果をもとにして袋ごみ、搬入ごみの湿乾=状態について述べてみる。

(1) 袋ごみ

* 湿状態

厨芥は60%で全体の約2/3を占め、ついで紙14%、草木とプラスチックが5~6%であ

る。可燃物は全体の約90%であり、残りが不燃物と雑物である。不燃物中の金属とガラスは大體同率で含まれ、不燃物中の約45%であった。

* 乾 状 態

各項目の組成物が含む水分量の影響をうけ、組成率は湿状態に比べ異なっている。厨芥は32%となり全体の約1/3に減少し、紙は22%、草木とプラスチックはそれぞれ8%と11%となり共に増加している。可燃物は77%となり、不燃物は18%で全体の約1/5を占める。

今回の調査は袋を使用した特殊の排出方法で行ったため、市民の不馴れと戸惑いなどがあったと思われる。第1期で見られた内容の片寄りも、調査が2期、3期と進むに従い各種のものが見られるようになった。例えば紙中の古新聞紙やクラフト紙類、プラスチック中の成型物などの混入率の増加をあげることができる。1期と2、3期の組成比較において紙、プラスチック、石・陶器が増加しているのは季節変化と見るより、排出への馴れの影響が大きいとみるのが妥当と思われる。

(2) 搬 入 ご み

* 湿 状 態

厨芥は31%で全体の約1/3を占め、草木23%、紙19%、プラスチック、7%の結果を得た。袋ごみに比べ厨芥は少なく、草木が増えている。可燃物は全体の約84%である。不燃物は12%で、この中の55%が石・陶器で残りの45%が金属とガラスである。不燃物中の両者の比率は袋ごみと同様な結果となった。

* 乾 状 態

草木が多く20%、厨芥と紙はともに17%、プラスチックは10%であり、可燃物の合計は70%である。不燃物の合計は25%で全体の1/4を占め、その約1/2が、石・陶器となっている。

袋ごみの乾状態と比較すると、可燃物は袋ごみの10%減となっており、不燃物は40%の増である。可燃物中における厨芥、紙は少ない草木、繊維、皮革・ゴムが多いことを示すが、目立つのは厨芥と草木である。厨芥は搬入過程において圧縮を受け、水分およびその一部が他の組成物に移行附着していることを考慮しておく必要があり、草木は袋ごみにおいて排出されなかった長大物が含まれていると考えられる。

3-7-4 各組成物の特徴

組成分類の作業において、認められた各組成の特徴を以下に述べる。

紙： 古紙として再利用可能なダンボール、カード紙、新聞紙、雑誌類の排出は少なく、テッシュペーパー類などのちり紙が数多く見受けられた。箱類は小型のもの、包装用に使用された新聞紙、紙袋などが目立った。

厨芥： 一般野菜のほか、ココナツ、瓜類、柑橘類などの果肉、多汁質の果実類の残物が多

く、また残飯なども目立った。袋ごみにおいては、水と混合した残飯や油脂類などの排出もあり、排出時における水切りに関する市当局の指導強化の必要性を感じた。

草木： バナナの葉、ココナツやしの葉、ココナツの殻皮、砂糖きびの茎、もろこしの茎や皮などが多かった。搬入ごみには袋ごみで見受けられない長大物が認められた。木材片は少なく、伐採した枝類、竹籠、食品包装用としてのバナナの葉、竹皮などを見受けた。

プラスチック： 買物時に使用する包装用の薄い小袋類が圧倒的に多く、厚い袋、成型物は少ない。ストロー、紐類も目立った。なお容器類として、化粧品、食品用のものを見受けたが、家庭日用品としての雑貨類は少なかった。

繊維： 婦人服の裁断屑の混入が意外に多く、衣類、ぼろ布などは少ない。

ガラス： 薬、化粧品などの小瓶類が多く、清涼飲料水や酒類などの容器はよく回収されており、破損物以外は見受けなかった。建材用ガラス、食器類の破損物が散見された。

金属： 瓶の王冠が数多く含まれ、缶詰の空缶も多い。使い捨て容器は金属製、ガラス製、プラスチック製のいずれも、ほとんど見受けなかった。ガロン缶、半ガロン缶などは搬入ごみの中で散見された。

非鉄物は少ない。

石・陶器： 食用残渣としての貝殻類、えび・かにの殻などが多く、骨も多い。石・陶器類は少なく、土砂や灰の混入もかなり多い。

3-7-5 水分

袋ごみと搬入ごみの水分は表3-3で示されるように、第1期の搬入ごみの値が低かったことを除いて、各期ともほぼ60%の直を示している。全体平均については、表3-2が示すごとく、搬入ごみがやや低い結果となっている。これは容器保管時の水分蒸発と流出、運搬時の流出などの現象によるものとも言えよう。

各組成項目ごとの平均水分は、袋ごみに比べて搬入ごみが全般的に高値を示す。搬入ごみにおいて平均水分50%を越すものとして、厨芥、草木のほか紙と繊維が挙げられる。これは、高水分のものからの水分移行の結果であり、吸水性のよいものほど高い値を示している。

今回の調査において、季節による水分変動は認め難い結果となった。雨季に該当する1期の調査において降雨がなかったためと思はれるので、今後更めて調査を行う必要があると思われる。

3-7-6 ごみ質の変動

全試料に対する各組成項目に関する組成率の平均値と標準差値を求め、この比を変動係数として表3-2に示した。

湿乾二状態の物理組成において、項目中組成率の占める割合の高いものは、変動係数が低く、逆に低いものは高いという傾向を示している。ただし、搬入ごみにおける草木については例外で

ある。主組成である紙、厨芥、草木、プラスチックの4項目について、袋ごみと搬入ごみを比較すると、袋ごみの方が変動係数は低い。可燃物全体については、両者とも低く安定した結果となっている。

水分に関する上記4項目の変動係数は、逆の結果となっており、搬入ごみの水分が全体に広がっていることを示す。厨芥水分は両ごみとも低く、最も安定している。全水分は両者とも10%以下であるが、袋ごみの方が低い値を示す。

搬入ごみの主組成の変動幅の高いことは、今後の調査において、さらにサンプル数を増加させると共に、採取方法についても検討する必要があるかもしれない。

3-7-7 発熱量

採取試料をボンプのカロリメータにより測定し、得られ結果から低位発熱量を推定した結果を表3-4に示した。

6検体のうち、袋ごみ3検体の平均値は1.100 Kd/Kg、搬入ごみ3検体の平均値は1.113 Kd/Kgである。カロリメータによる値は、化学組成より求めるStuereの推定式から求めた参考値と近以している結果を得た。

これらの値は低質ごみであるマーケットからの排出物を意識的に避けたものであること、雨季の影響を受けていないものであることに留意する必要がある。

ごみ焼却を試みる場合、対象とするごみの発熱量と変動を知ることは、炉能力の決定上必要事項であり、各種の方法で推定されてきた。最近ではボンプの熱量計が自動化され、実測することが比較的容易となったが、推定計算による値も採用されている。

推定計算の方法は (1)水分、可燃分、灰分の三成分から求める方法 (2)紙、厨芥、プラスチック、不燃物などの組成分析値から推算する方法 (3)炭素、水素、窒素、酸素、いおう等元素分析値から推定する方法。の三つに大別される。この中でどの方法が優れているかについては、同一試料に対して各方法を適用した結果を数多く相互比較し、妥当な式を決定することになる。

ごみの組成は時間、季節また地域によっても異なるため、発熱量は常に変動する。数多くのサンプリングにより発熱量の変動範囲を適切に把握することが重要である。

3-7-8 まとめ

今回の調査では、性状を袋ごみと搬入ごみとの異なった二方向から調べてみたが、組成において厨芥と草木を除けば両者の相違は、ほとんどないと云える。厨芥、草木についても、これを併せて見ると両者の相違は消去される形となった。

ごみ組成で目立つものとして、可燃物では紙が少く厨芥、草木の多いことであり、不燃物では石・陶器が多いことである。水分は平均60%であった。

低位発熱量は1.100 Kd/Kg前後の値を得たが、試料数の少ないこと、試料の採取条件などを

念頭に入れ判断する必要がある。

試料採取時期が10月から1月の間に限定されたので、今後年間を通じてのサンプリングが必要である。特に今回調査できなかった、雨季の降雨影響についての把握を行い、本資料の補足を行うべきである。

搬入ごみの組成、変動係数は袋ごみに比べて高いので、さらにサンプル数の増加を図るとともに、必要に応じて採取方法を検討する余地があると思われる。

今後引き続きサンプリングを行い、或程度のデータ蓄積ができた時点においては、組成分類項目の整理、水分測定の簡易化、発熱量推定式の設定などを考える必要がある。

表 3-2 物理組成, 水分および見かけ比重の平均値, 標準偏差, 変動係数

単位: %

	物理組成 (湿ベース)						物理組成 (乾ベース)						水分					
	袋ごみ		搬入ごみ		袋ごみ		搬入ごみ		袋ごみ		搬入ごみ		袋ごみ		搬入ごみ			
	\bar{x}	σ_{n-1}	r	\bar{x}	σ_{n-1}	r	\bar{x}	σ_{n-1}	r	\bar{x}	σ_{n-1}	r	\bar{x}	σ_{n-1}	r	\bar{x}	σ_{n-1}	r
1. 可燃物	88.1	3.0	3.4	84.2	3.8	4.5	76.7	5.1	6.6	70.0	5.0	7.1	66.0	2.8	4.2	65.7	3.7	5.6
紙	13.6	2.6	1.91	19.0	4.9	25.8	22.3	3.2	14.3	17.1	4.7	27.5	35.0	8.2	23.4	62.8	4.3	6.8
織	1.2	0.7	5.83	3.3	1.6	4.85	2.4	1.4	5.82	3.9	2.0	5.13	23.1	10.8	4.68	50.0	6.9	13.8
腐	60.0	6.4	10.7	30.7	8.1	2.64	32.4	6.2	19.1	16.6	5.4	32.5	79.1	1.3	1.6	78.1	1.3	1.7
草	6.9	1.1	15.9	22.9	10.7	4.67	8.0	2.3	2.88	20.4	9.4	4.61	55.4	10.3	18.6	62.8	4.4	7.0
プラスチック	5.9	1.2	20.3	7.1	1.5	21.1	10.5	2.1	20.0	9.9	2.4	24.2	29.2	7.5	25.7	42.6	8.3	19.5
皮革・ゴム	0.5	0.6	12.0	1.2	1.3	10.0	1.1	1.2	10.9	2.1	2.1	10.0	9.4	7.9	84.0	25.2	12.0	51.6
2. 不燃物	8.7	2.3	2.64	11.6	2.5	21.6	1.82	3.8	20.9	24.5	4.3	17.6	1.68	6.9	41.1	12.2	7.0	57.4
金属(鉄)	2.0	1.2	6.00	2.4	1.1	4.58	4.8	2.9	60.4	5.4	2.4	4.44	2.7	1.3	48.1	6.5	4.2	64.6
金属(非鉄)	0.1	0.1	10.0	0.2	0.1	50.0	0.3	0.2	6.67	0.4	0.2	50.0	1.1	0.8	7.27	4.5	2.9	64.4
ガラス	1.8	1.1	6.11	2.6	1.1	4.23	4.6	2.6	5.65	6.2	2.7	4.35	1.5	1.1	7.33	1.7	1.7	10.0
石・陶器	4.8	2.1	4.38	6.4	2.4	37.5	8.5	3.6	4.24	12.5	4.1	3.28	28.4	8.2	28.9	18.6	8.4	45.2
3. 雑物	3.2	1.5	4.69	4.2	2.6	61.9	5.1	2.2	4.31	5.5	3.2	5.82	34.1	12.5	36.7	45.3	4.5	9.9
5mmを超えるもの	2.3	1.2	5.22	2.0	0.9	4.50	3.3	1.6	4.85	2.4	1.0	4.17	39.9	10.9	27.3	48.9	4.8	9.8
5mm以下	0.9	0.5	5.56	2.2	1.8	81.8	1.8	1.0	5.55	3.1	2.4	7.74	20.8	10.3	49.5	41.4	4.6	11.1
4. 合計	100.0	-	-	100.0	-	-	100.0	-	-	100.0	-	-	60.8	3.6	5.9	58.7	4.7	8.0

見掛け比重 (kg/L)	0.22	0.02	9.1	0.29	0.07	24.1
--------------	------	------	-----	------	------	------

注 * \bar{x} , σ_{n-1} , r は平均値, 標準偏差, 変動係数を示す。

表3-3 物理組成と水分 (各期平均値)

単位: %

調査時期	袋ごみ									搬入ごみ								
	物理組成			水分			物理組成			水分			物理組成			水分		
	湿ベース			乾ベース			水			湿ベース			乾ベース			水		
	1期	2期	3期	1期	2期	3期	1期	2期	3期	1期	2期	3期	1期	2期	3期	1期	2期	3期
1. 可燃物	88.7	87.2	88.3	76.9	75.2	77.9	67.9	66.5	63.5	81.0	85.8	84.8	65.7	72.0	71.2	63.6	66.3	67.0
紙	10.9	14.6	15.5	21.6	23.1	22.2	26.1	38.3	40.6	19.9	17.6	20.3	17.3	16.1	18.5	61.1	63.1	64.0
繊維	0.8	1.1	1.7	2.0	2.2	3.0	21.8	23.0	24.4	3.8	3.1	3.0	4.3	3.8	3.7	48.2	51.9	48.9
屑	65.8	58.5	55.7	36.7	31.4	29.1	79.8	79.2	78.4	31.0	29.8	31.6	15.4	17.0	17.1	77.8	77.8	78.9
木	6.3	6.7	7.7	6.8	7.9	9.2	61.5	54.6	50.1	17.1	27.9	21.3	15.0	24.4	19.8	60.2	65.3	61.8
プラスチック	4.7	5.9	6.9	9.4	9.5	12.6	25.5	37.4	24.7	7.3	6.7	7.4	10.7	9.4	9.9	35.3	43.5	48.7
皮革・ゴム	0.2	0.4	0.8	0.4	1.1	1.8	11.1	9.8	7.9	1.9	0.7	1.2	3.0	1.3	2.2	23.6	23.9	28.2
2. 不燃物	7.4	9.0	9.8	17.5	18.3	18.8	11.3	18.7	20.3	13.1	10.6	11.6	26.9	23.3	24.1	8.0	11.0	18.2
金属(鉄)	2.4	1.8	1.8	6.0	4.4	4.2	2.8	3.6	1.4	3.3	2.1	1.9	7.4	4.8	4.5	3.7	8.8	6.0
金属(非鉄)	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	1.3	-	0.8	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	-	1.7	6.4
ガラス	2.2	2.0	1.4	5.6	4.8	3.3	1.1	2.0	1.4	2.9	2.6	2.3	6.3	6.4	5.9	1.5	1.1	2.9
石・陶器	2.7	5.1	6.5	5.6	8.8	11.1	23.6	31.0	30.7	6.7	5.7	7.2	12.8	11.7	13.2	14.8	16.8	25.2
3. 雑物	3.9	3.8	1.9	5.6	6.5	3.3	4.6	3.2	2.3	5.9	3.6	3.6	7.4	4.7	4.7	4.3	4.6	4.8
5mmを越えるもの	3.2	2.5	1.2	4.2	4.0	1.7	50.3	37.6	31.7	2.5	1.7	2.0	2.9	2.1	2.4	47.8	47.6	51.7
5mm以下	0.7	1.3	0.7	1.4	2.5	1.6	27.8	21.7	12.8	3.4	1.9	1.6	4.5	2.6	2.3	40.1	40.8	43.8
4 合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	62.9	60.9	58.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	55.0	59.7	60.7

表 3-4 (1) 化学組成と発熱量 (第 1 期)

1. 乾ベース (分析測定結果)

(1) 袋ごみ

試料採取日: 10月12日

単位: 発熱量は kcal/kg

	C	H	N	O	S	CL	灰分	発熱量 (高位)
紙	4384	591	0.34	4236	0.06	0.39	7.1	44392
織	5051	580	1.77	3558	0.05	0.19	6.1	49273
屑	4490	650	2.26	3704	0.10	0.40	8.8	46449
草	3289	411	0.98	2643	0.04	0.15	3.54	29472
プラスチック	7149	1114	1.08	8.68	0.05	0.76	6.8	105096
皮革・ゴム	-	-	-	-	-	-	-	-
雑物 5mmを超えるもの	2893	313	1.28	1822	0.05	0.19	4.82	28525
" 5mm以下	826	111	0.33	906	0.01	0.03	8.12	696.7
不燃物	-	-	-	-	-	-	100	0
計	3661	514	1.24	2760	0.06	0.31	29.03	39154

水分	物理組成 (湿)	" (乾)
27.9	9.1	18.6
26.2	0.3	0.5
79.2	68.9	40.7
52.4	8.0	10.9
27.5	3.3	6.8
-	-	-
49.5	3.1	4.4
17.1	0.8	1.9
12.5	6.5	16.1
64.8	100.0	100.0

(2) 搬入ごみ

試料採取日: 10月18日 午前

	C	H	N	O	S	CL	灰分	発熱量 (高位)
紙	4032	552	0.63	3786	0.04	0.33	15.3	36104
織	4730	551	0.74	3476	0.05	0.34	11.3	46811
屑	3750	510	1.76	3447	0.11	0.25	20.8	38339
草	3696	462	1.24	3166	0.06	0.36	25.1	40152
プラスチック	6505	1010	0.51	856	0.08	1.90	13.6	82042
皮革・ゴム	5110	644	2.83	2312	0.28	0.33	15.9	58815
雑物 5mmを超えるもの	2345	286	0.90	1815	0.04	0.10	54.5	15481
" 5mm以下	1612	195	0.73	1201	0.02	0.07	69.1	21185
不燃物	-	-	-	-	-	-	100	0
計	3151	439	0.77	2042	0.05	0.46	42.4	33983

水分	物理組成 (湿)	" (乾)
63.5	19.9	17.1
50.0	1.0	1.2
78.4	35.2	18.0
62.9	18.4	16.1
30.3	9.4	15.5
28.0	0.3	0.4
43.1	2.2	3.0
42.6	1.6	2.2
7.4	12.0	26.5
57.7	100.0	100.0

2. 湿ベース (換算)

(1) 袋ごみ

単位: 発熱量は kcal/kg

	C	H	N	O	S	CL	灰分	Hu (ポンプ)	Hu (Steuer)	Hu (三成分)	水分	可燃分	灰分
紙	31.61	4.26	0.25	30.54	0.04	0.28	5.1	28032	2731.0		27.9	67.0	5.1
織	37.28	4.28	1.31	26.26	0.04	0.14	4.5	32480	3306.4		26.2	69.3	4.5
屑	9.34	1.35	0.47	7.70	0.02	0.08	1.8	4180	439.4		79.2	19.0	1.8
草	15.66	1.96	0.47	12.58	0.02	0.07	1.69	9826	1140.4		52.4	30.7	1.69
プラスチック	51.83	8.08	0.78	6.29	0.04	0.55	4.9	70181	6193.3		27.5	67.6	4.9
皮革	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
雑物 5mmを超えるもの	14.61	1.58	0.65	9.20	0.03	0.10	2.43	10582	1065.8		49.5	26.2	2.43
" 5mm以下	6.85	0.92	0.27	7.51	0.01	0.02	67.3	425.3	490.7		17.1	15.6	67.3
不燃物	-	-	-	-	-	-	87.5	0	0		12.5	0	87.5
計	128.9	1.80	0.44	9.72	0.02	0.11	10.2	899.2	882.7	735.3	64.8	25.0	10.2

(2) 搬入ごみ

	C	H	N	O	S	CL	灰分	Hu (ポンプ)	Hu (Steuer)	Hu (三成分)	水分	可燃分	灰分
紙	14.72	2.01	0.23	13.82	0.01	0.12	5.6	3283	974.1		63.5	30.9	5.6
織	23.65	2.76	0.37	17.38	0.03	0.17	5.7	1891.5	1888.4		50.0	44.3	5.7
屑	8.10	1.10	0.38	7.45	0.02	0.05	4.5	298.3	278.6		78.4	17.1	4.5
木	13.71	1.71	0.46	11.75	0.02	0.13	9.3	1019.9	871.8		62.9	27.8	9.3
プラスチック	45.34	7.04	0.36	5.97	0.06	1.32	9.6	5156.4	5358.4		30.3	60.1	9.6
皮革	36.79	4.64	2.04	16.65	0.20	0.24	11.4	3816.1	3658.4		28.0	60.6	11.4
雑物 5mmを超えるもの	13.34	1.63	0.51	10.33	0.02	0.06	31.0	534.2	981.1		43.1	25.9	31.0
" 5mm以下	9.25	1.12	0.42	1.15	0.01	0.04	39.7	899.9	784.7		42.6	17.7	39.7
不燃物	-	-	-	-	-	-	92.6	0	0		7.4	0	92.6
計	133.5	1.86	0.33	8.65	0.02	0.19	17.9	998.7	1012.5	751.8	57.7	24.4	17.9

$$Hu(\text{ポンプ}) = H_u(\text{乾ベース高位発熱量}) \times \frac{100-W}{100}$$

$$Hu(\text{Steuer}) = 81(C-3/80) + 57 \times 3/80 + 345(H - \frac{O}{16}) + 25S - 6(9H+W)$$

$$Hu(\text{三成分}) = 45B - 6W$$

B: 可燃分, W: 水分

表 3-4 (2) 化学組成と発熱量 (第 2 期)

1. 乾ベース (分析測定結果)

(1) 袋ごみ

試料採取日: 11月22日

単位: 百分し発熱量は kcal/kg

	C	H	N	O	S	CL	灰分	発熱量(高位)
紙	45.32	6.03	0.23	42.70	0.06	0.18	5.48	4594.0
織	48.20	6.22	1.53	39.06	0.03	0.32	4.54	4771.8
厨	45.25	6.40	2.77	33.43	0.14	0.48	11.53	4747.0
草	47.03	6.03	1.66	35.85	0.07	0.35	9.01	4783.4
プラスチック	75.53	12.33	0.42	7.62	0.05	0.10	3.95	11725.1
皮革	60.54	8.25	0.96	9.12	0.54	0.65	19.74	7334.2
雑物	32.35	4.13	1.64	23.77	0.07	0.16	37.38	3480.0
" 5mmを超えもの	15.89	1.93	0.75	13.60	0.02	0.07	67.74	1646.2
" 5mm以下	-	-	-	-	-	-	100	0
不燃物	-	-	-	-	-	-	-	-
計	38.76	5.48	1.26	25.81	0.08	0.27	28.34	4377.6

水分	物理組成(湿)	"(乾)
4.18	14.1	22.4
25.7	1.2	2.4
78.7	60.7	35.4
68.2	6.0	5.2
42.0	5.6	9.0
17.7	0.9	2.0
40.7	1.4	2.2
19.8	0.7	1.6
23.0	9.4	19.8
63.5	100.0	100.0

(2) 搬入ごみ

試料採取日: 10月29日 午後

	C	H	N	O	S	CL	灰分	発熱量(高位)
紙	41.66	5.84	0.51	38.94	0.05	0.35	12.65	4366.1
織	46.90	5.54	0.57	40.95	0.04	0.28	5.72	4675.6
厨	40.37	5.30	1.02	36.08	0.05	0.23	16.95	3812.9
草	44.36	5.60	0.87	35.58	0.04	0.20	13.35	4455.2
プラスチック	68.00	10.17	0.74	10.15	0.10	0.06	10.78	11560.0
皮革	38.77	4.69	1.80	22.75	0.19	0.09	31.71	4227.5
雑物	25.31	3.15	1.06	21.33	0.04	0.11	49.00	2309.2
" 5mmを超えもの	20.57	2.71	0.83	17.97	0.03	0.13	57.76	1953.2
" 5mm以下	-	-	-	-	-	-	100	0
不燃物	-	-	-	-	-	-	-	-
計	35.38	4.69	0.68	25.18	0.04	0.16	33.87	3991.6

水分	物理組成(湿)	"(乾)
60.1	9.6	8.9
55.9	3.5	3.6
77.3	28.4	15.0
59.2	35.2	33.5
36.4	6.7	9.9
7.5	0.5	1.2
52.1	2.8	3.1
46.9	4.3	5.3
6.9	9.0	19.5
57.1	100.0	100.0

2. 湿ベース (換算)

(1) 袋ごみ

	C	H	N	O	S	CL	灰分	Hu (ポンプ)	Hu (Steuer)	Hu (三成分)	水分	可燃分	灰分
紙	2638	351	0.13	2485	0.03	0.10	319	22334	21487		418	550	32
織	3581	462	1.21	2902	0.02	0.24	337	31418	32044		257	709	34
厨	964	136	0.59	712	0.03	0.10	246	4655	4875		787	188	25
草	1496	192	0.53	1140	0.02	0.11	287	10082	10134		682	289	29
ア	4381	715	0.24	442	0.03	0.06	229	61625	52429		420	557	23
ラ	4982	679	0.79	751	0.44	0.70	1625	55632	56866		177	660	163
草	1948	245	0.97	1410	0.04	0.09	2217	16871	16167		407	371	222
雑物 5mmを超えるもの	1274	155	0.60	1091	0.02	0.06	5433	11178	10313		198	259	543
" 5mm以下							7700	0	0		230	0	770
不燃物													
計	1415	200	0.46	942	0.03	0.10	1034	11088	10600	7980	635	252	103

(2) 搬入ごみ

	C	H	N	O	S	CL	灰分	Hu (ポンプ)	Hu (Steuer)	Hu (三成分)	水分	可燃分	灰分
紙	1662	233	0.20	1554	0.02	0.14	505	12557	11892		601	348	51
織	2068	244	0.25	1806	0.02	0.12	252	15948	14983		559	416	25
厨	916	120	0.23	819	0.01	0.05	385	3369	3773		773	188	39
草	1810	228	0.85	1452	0.02	0.08	545	13394	13311		592	353	55
ア	4325	647	0.47	646	0.06	0.04	686	67844	49717		364	567	69
ラ	3586	434	1.67	2104	0.18	0.08	2933	36311	34841		75	632	293
草	1212	151	0.51	1022	0.02	0.05	2347	7120	7967		521	244	235
雑物 5mmを超えるもの	1092	144	0.44	954	0.02	0.07	3067	6780	7311		469	224	307
" 5mm以下							9310	0	0		69	0	931
不燃物													
計	1518	201	0.29	1080	0.02	0.07	1453	12613	11423	9354	571	284	145

$$Hu(\text{ポンプ}) = Hn(\text{乾ベース高位発熱量}) \times \frac{100 - W}{100} - 6(9H + W)$$

$$Hu(\text{Steuer}) = 81(C - 3/8 O) + 57 \times 3/8 O + 345(H - \frac{O}{16}) + 25S - 6(9H + W)$$

$$Hu(\text{三成分}) = 45B - 6W$$

B: 可燃分, W: 水分

表 3-4 (3) 化学組成と発熱量 (第 3 期)

1. 乾ベース (分析測定結果)

(1) 袋ごみ

試料採取日: 2月1日

単位: 発熱量は kcal/kg

	C	H	N	O	S	CL	灰分	発熱量 (高位)
雑	43.53	6.07	0.39	39.62	0.03	0.33	9.93	4,310.9
織	54.25	5.79	2.15	34.15	0.06	0.15	3.45	5,524.9
屑	43.59	5.89	2.63	34.02	0.10	0.26	13.51	4,493.8
草	48.54	5.93	1.04	36.50	0.05	0.29	7.65	4,943.5
ブラスチック	64.05	9.98	1.07	16.13	0.03	0.85	7.89	9,605.9
皮革・ゴム	50.80	5.98	6.52	25.31	0.48	1.15	9.76	5,420.0
* 雑物 5mmを超えるもの	30.89	3.63	1.46	21.00	0.06	0.18	42.78	3,166.3
* " 5mm以下	12.08	1.52	0.54	11.32	0.02	0.05	74.47	1,171.5
不燃物	-	-	-	-	-	-	100	0
計	37.79	5.15	1.32	26.00	0.06	0.31	29.37	4,195.6

水分	物理組成 (湿)	" (乾)
4.00	15.6	2.24
5.8	1.3	3.0
7.99	5.57	2.68
41.8	7.7	10.8
25.8	6.5	11.5
17.1	1.6	3.1
24.8	0.7	1.2
12.6	0.6	1.3
19.1	10.3	19.9
58.2	100.0	100.0

(2) 撥入ごみ

試料採取日: 1月22日 午後

	C	H	N	O	S	CL	灰分	発熱量 (高位)
紙	38.71	5.23	0.62	36.07	0.04	0.40	18.93	4,149.6
織	42.11	5.13	0.99	34.56	0.05	0.29	16.87	4,220.3
屑	39.84	5.23	2.02	32.55	0.10	0.15	20.11	3,886.0
草	36.08	4.39	1.11	28.10	0.07	0.21	30.04	3,402.3
ブラスチック	65.28	10.35	0.35	8.86	0.02	0.09	15.05	10,186.5
* 皮革・ゴム	44.93	5.56	2.32	22.94	0.24	0.21	23.80	5,054.5
雑物 5mmを超えるもの	37.92	3.92	1.82	22.55	0.07	0.09	33.63	3,754.6
" 5mm以下	28.34	2.79	1.18	17.53	0.04	0.06	50.06	2,620.5
不燃物	-	-	-	-	-	-	100	0
計	31.91	4.23	0.91	20.97	0.05	0.16	41.77	3,565.3

水分	物理組成 (湿)	" (乾)
58.5	16.6	16.2
50.2	3.6	4.3
7.68	33.4	18.2
60.9	17.2	15.7
50.9	9.1	10.5
34.4	1.1	1.7
48.1	3.7	4.5
40.1	4.0	5.6
12.3	11.3	23.3
57.4	100.0	100.0

注 *印は第1回, 第2回測定値の平均を代入

2. 湿ペース (換算)

(1) 袋ごみ

単位: ただし発熱量は kcal/kg

	C	H	N	O	S	Cl	灰分	Hu (ポンプ)	Hu (Steuer)	Hu (三成分)	水分	可燃分	灰分
紙	2618	364	0.23	2377	0.02	0.20	596	2150.0	2213.9		40.0	54.0	6.0
織	5110	545	2.03	3217	0.06	0.14	325	4875.1	4708.6		5.8	91.0	3.2
厨	876	1.18	0.53	684	0.02	0.05	272	359.9	365.0		79.9	17.4	2.7
草	2825	345	0.61	2124	0.03	0.17	445	2440.0	2393.0		41.8	53.8	4.4
アラ	4753	741	0.79	1197	0.02	0.63	585	6572.9	5486.1		25.8	68.4	5.8
草	4211	496	0.41	2098	0.40	0.95	809	4122.9	4120.5		17.1	74.8	8.1
雑物	2323	273	1.10	1579	0.05	0.14	321.7	2084.9	2045.9		24.8	43.0	3.2
"	1056	133	0.47	989	0.02	0.04	650.9	876.6	865.0		12.6	22.3	65.1
不燃物	-	-	-	-	-	-	809.0	0	0		19.1	0	80.9
計	1580	215	0.55	1087	0.03	0.13	1228	12883	12248	978.3	58.2	29.5	12.3

(2) 搬入ごみ

	C	H	N	O	S	Cl	灰分	Hu (ポンプ)	Hu (Steuer)	Hu (三成分)	水分	可燃分	灰分
紙	1606	217	0.26	1497	0.02	0.17	786	1267.3	1124.3		58.5	33.6	7.9
織	2097	255	0.49	1721	0.02	0.14	840	1662.6	1613.9		50.2	41.4	8.4
厨	924	1.21	0.47	755	0.02	0.03	457	375.2	409.5		76.8	18.5	4.7
草	1411	172	0.43	1099	0.03	0.08	117.5	872.2	942.9		60.9	27.3	11.8
アラ	3205	508	0.17	435	0.01	0.04	739	4421.8	3636.2		50.9	41.7	7.4
草	2947	365	1.52	1505	0.16	0.14	156.1	2912.4	2786.9		34.4	50.0	15.6
雑物	1968	203	0.94	1170	0.04	0.05	174.5	1550.2	1539.6		48.1	34.5	17.4
"	1698	167	0.71	1050	0.02	0.04	299.9	1238.8	1300.3		40.1	29.9	30.0
不燃物	-	-	-	-	-	-	877.0	0	0		12.3	0	87.7
計	1359	180	0.39	893	0.02	0.07	177.9	1077.5	1007.8	771.6	57.4	24.8	17.8

$$Hu (\text{ポンプ}) = Hn (\text{乾ペース高位発熱量}) \times \frac{100-W}{100} - 6 (9H+W)$$

$$Hu (\text{Steuer}) = 81(C-3/8O) + 57 \times 3/8O + 345(H - \frac{O}{16}) + 25S - 6(9H+W)$$

$$Hu (\text{三成分}) = 45B - 6W$$

B: 可燃分, W: 水分

4. 収集処理システムの現況調査

4-1 収 集

ごみ収集は区と清掃局とが行っている。しかし、清掃局の分担は病院と緊急時のごみの収集に限られ、一般家庭、商店、工場、ホテル、官公庁等、ごみの大部分は区によって集められている。以下は区の収集作業の現状と問題点である。

4-1-1 収集作業の現状

(1) 収集区域、人口、世帯数

1979年9月時点のバンコック市の区域は約1.562 km²、人口が4,968千人、世帯数は763千世帯である。しかし、周辺区では自家処理の世帯がかなりあると考えられるので、実際の収集区域、人口、世帯数とも、上の数字を若干下回ると思われる。

(2) 収 集 量

1979年5～9月の5か月間の平均では1日6,708 m³、見掛比重を市の発表どおり0.25 Kg/lとすると、1,677 tのごみが集められている。なお、市の発表では排出量が一日2,500 tとのことだから、事実なら上記期間中、毎日823 tのごみが収集されなかったことになる。

(3) 人員・器材

1979年9月時点の人員は、24区全体で道路清掃も含めて4,971人である。内訳は職員172人、運転手407人、収集作業員、1,920人、道路清掃作業員2,472人である。

保有車両は400台、うち97台(24%)が架装車である。

(4) 収 集 作 業

(a) 対象ごみ

家庭系のみならず、産業廃棄物も収集されている。混合収集である。

(b) 収集回数

毎日取りで、日曜、祭日も休まず収集する。但し、全世帯が毎日収集されているわけではないようである。

(c) 容 器

竹籠が最も多く、次いで石油缶やペンキ缶が多い。プラスチックや金属製のバケツは余り見られない。ポリ袋もほとんど使われていない。

フラット(中高層の公営住宅)にはダスト シュートが組み込まれている。

マーケットにはコンクリート製の大きなごみ置場が設けられている。収集車に直接積み込めるよう高床式にしたものもあれば、地面に囲いを設けただけのものもある。

(d) 収集地点

各家庭の玄関先路上から集められる。

マーケット、フラット等は敷地内のごみ置場から直接収集される。

(e) 収集方法

各家庭前の路上に置かれたごみは、作業員が手押車を押しながら集めて歩き、手押車にのせた大きな竹籠が一杯になると特定の箇所まで運ばれ、収集車に積み込まれる。

(f) クルー サイズ(作業単位)

一台の車には、運転手1名と作業員4名がつく。人数は車両の種類、積載容量の多少に拘らず一定である。

(g) 収集地域

各クルーには一定の収集地域が割り当てられる。割当地域の広狭は、ごみの排出量に応じて決められ、その区域内から出されたごみを毎日収集することが各クルーの仕事とされている。なお、1979年9月時点の一車当りの収集地域、人口、世帯数は 3.43 km^2 、10,894人、1,675世帯である。

(h) 作業時間

作業時間は朝6時から午後3時までである。一部の区では夜間収集が行われている。作業時間は午後4時30分から夜11時までである。

(i) 回転数

回転数は収集地域から処分地までの距離、交通事情によって異なるが、各車の回転数は2~3回である。

1979年9月時点で各区に配車された車がすべて稼働したと仮定すると、一車一日当りの回転数は1.76回である。

なお、収集量は、見掛比重を 0.25 Kg/l とすると 15.6 m^3 又は 3.9 t である。

(j) 運搬先

満載になると車は次の処分地に直行する。

Ramintra	コンポスト施設
On-nooch	コンポスト施設及び埋立処分場
Nongkhaem	コンポスト施設及び埋立処分場

(5) 収集コスト

道路清掃費を含めた収集コストは次のとおりである。

1 m^3 当り 50.4 バーツ

1 t 当り 201.7 バーツ

なお、見掛比重は 0.25 Kg/l と仮定した。

また、この数値は1979年度の予算から計算したものである。

(6) 手数料

収集サービスを受ける全世帯から手数料を徴収している。手数料の額は従量制で、一般家庭の場合、1日20ℓまでは月額4パーツ、20ℓ増す毎に2パーツ高くなる。大口排出戸の場合は、基本料金が月額40パーツ、1㎡増す毎に40パーツの追加となる。

4-1-2 器材管理

(1) 収集車の種類と台数

1979年9月現在、区の保有車両は400台、うち架装車が97台(24%)、残りは非架装車である。非架装車はすべてかまぼこ型の覆いのついたサイドローダーで、6~9㎡まで4種類あるが、8㎡車が49%とその半数を占める。

なお、架装車が使われるようになったのは数年前からのことである。

(2) 耐用年数

車両の耐用年数は設定されていない。1979年3月時点では、10年以上の老朽車が全体の17%を占め、中には車齢15年以上のものも見られた。

(3) 維持管理

故障車は財務局の自動車整備工場に送られる。修理中は同工場から代車が貸出される。軽微な修理は区の車庫で行われる。

(4) 維持管理費

3区のデータをもとに計算した結果は次のとおりである。

表4-1 車種別維持管理費

車種	積載量 (㎡)	登録年月	購入 価格 (パーツ)	サン プル 数	車両当り年間維持管理費			
					1977		1978	
					サン プル 数	維持管理費 (パーツ)	サン プル 数	維持管理費 (パーツ)
非架装車	6	Dec・'76	197,000	8	7	1,774	8	13,924
"	8	Apr・'74	-	4	4	18,199	4	24,180
架装車	7.5	Dec・'76	514,090	27	5	336	27	14,506

注 燃費は除く。

4-1-3 問題点

(1) 市の収集責任

市は、市内の全世帯、施設から出るあらゆるごみの収集責任を負っている。これは、市の収集

能力が十分でなく、出されるごみをすべて取り切れない現状では問題である。むしろ、市の負う収集責任の範囲を限定すべきである。一般には、自治体は先ず家庭廃棄物に対し収集責任を負うのであり、産業廃棄物まで収集責任を負うところは少ない。産業廃棄物、とくに大商店、ホテル、企業等のごみについては、民間企業に免許を与え、収集させることもできよう。

(2) 量の把握

収集されたごみの量は容積で報告されているが、容積は重量に比べて不正確である。処理施設に運ばれるすべてのごみを計量し、重量で報告するよう改善を図るべきである。現在、コンポスト施設には既に計量器が設置済みであり、埋立地も同一敷地内、あるいは隣接しているのだから、その実施はさ程難しくない筈である。

(3) 厨芥の分別収集

現在は混合収集だが、厨芥の分別収集は検討に値する。雑芥は厨芥程頻繁に収集する必要はないので、経費の節減につながる。実際に、市が将来ごみの焼却を行うなら、ごみのカロリーを上げる手段として実施の必要が生ずるかも知れない。収集コスト、公衆衛生、市民の反応などを予め研究すべきである。

(4) ごみ容器

ごみ容器は、衛生的なごみの貯蔵とごみの飛散防止のため、水密で、ぴったり蓋がしまり、かつきれいにしやすいものでなければならない。

この点からすると、バンコックの家庭で使われているごみ容器は大半が失格である。

マーケットのごみ置場も概して非衛生的な上、収集に時間がかかるので改善を要する。

ダストシュートも居住者には便利だが、収集する側からは非衛生的でやはり収集に時間がかかる難物である。

排出源でのごみの貯蔵方法を規制すべきである。

家庭用ごみ容器としては、蓋と把手付きのプラスチック又は金属性のバケツ、及びポリ袋が上述の条件に合う。

マーケットには、油圧で車体にごみが空けられる可動式のコンテナが向いているように思われる。市が今後ともマーケットの所有者にこの種のコンテナを購入、設置させるべきである。

フラットの場合は、その建設の際、収集にあたる市の考えが反映されるよう、フラットの建設機関に申し入れるべきである。同じことが、中高層ビルを建築しようとする他の公的機関、私人にも適用されるべきである。

(5) 収集地点

各戸収集のため、作業員が各戸から集めたごみを特定の箇所に集積し、積込みの効率を上げようとしている。もし、これがステーション方式に改められ、決められた場所まで住民自らがごみを持ち出すようになったら、必要な作業員の数は減り、収集時間もずっと短縮されるだろう。市は市民の反応を考え、実施可能かどうか検討すべきである。

(6) 収集地域

各クルーの割当地域は、作業時間に見合ったもので、かつその仕事量は均等であることが望ましいことは言うまでもない。

しかし、1977年中の Phayathai 区の作業記録を見る限り、公平かつ妥当な地域割が行われているとは云い難い。それは同一車種、同一容量の車であっても、作業時間の実績に著しい差が見られるからである。

表4-2 作業時間の相違

車種	車両数	総作業時間 (分)	車両当り 作業時間 (分)	車種による 相違 (分)	最長作業 時間 (分)	最短作業 時間 (分)	差 (分)
非架装車	14	6,351	454	0	630	350	280
架装車	15	7,715	514	+60	725	290	435
合計	29	14,066	485	-	725	290	435

注 作業時間の不明な非架装車2台は除いてある。

最長時間と最短時間の差は非架装車で4時間40分、特殊架装車では実に7時間15分に及ぶ。最短時間はまた、仕事量が十分でないことを示している。したがって、地域割の見直しが必要で、それによって収集作業の効率化が図れるだろう。

(7) 収集時間

収集時間は、収集地点間の距離、交通状態、車両の種類及び積載容量によって異なる。積載容量が大きければ、一回当りの収集時間が長くなるのは当然のことである。また、容量が同じであれば、非架装車よりも架装車の方が余計積めるので、その分収集時間が長くなる。しかし、同一車種、同一容量であれば、収集時間はほぼ同一のはずである。

表4-3 車種別収集時間

車種	積載量 (m ³)	車両数	総収集 時間(分)	車両当り収 集時間(分)	車種によ る差(分)	最長時間 (分)	最短時間 (分)	差 (分)
非架装車	6	3	821	274	- 67	391	175	216
"	9	7	2,115	302	- 39	390	215	175
架装車	7.5	12	4,575	381	+ 40	500	215	285
合計	-	22	7,511	341	0	500	175	325

注 この表も Phayathai 区の 1977 年中の作業記録に基づいて作成したものである。なお、回転数が 2 回のもは除いてある。

しかし、上表に見られる如く、同一車種、同一容量であっても、収集時間に相当の差が見られる。この差の一部は、割当仕事量の相違によると考えられようが、それだけではなく、むしろ時間中にかなりの浪費時間が含まれていることを示すものと思われる。こうした浪費時間をなくすためにも、個々のクルーの作業記録のチェックが必要である。

(8) 輸送時間

輸送時間は、距離ばかりでなく交通事情によっても左右される。収集車一台当りの平均所要時間は不明だが、バンコック市の場合、処分地は郊外にあり、都心の交通渋滞が激しいので、都心の収集地域から処分地まで往復するのに 2 時間以上かかることが多いだろう。

したがって、収集作業の効率を上げるために、中継基地の設置は検討に値しよう。もしも、都心区の近くで、Chaophraya 川沿いに用地が取得でき、Phrakhanong 川が輸送用船舶の航行に支障がなければ、同川が On-nooch の近くを流れ、その支流が Ramintra の近くを逆上するだけに、ごみの船輸送は非常に魅力的となる。

(9) 車両の耐用年数

一般に車両は長く使う程維持管理費が嵩み、ある時点以降は、むしろ新車を購入する方が安くつく。この時点は、各車両の運転記録な詳細などの検討によって大体の推察ができるものである。市でも、各車種ごとに過去の記録を調べ、適切な耐用年数を設定すべきである。

4-2 コンポスト施設

バンコック市におけるごみ処理は、コンポストと埋立ての二方式に依存しているが、コンポスト処理が主力となっている。

コンポスト施設の現況について、現場調査を試みた結果を以下に記述する。

4-2-1 ごみ収集とコンポスト施設

市が毎日収集しているごみは、一般家庭のものを中心とし、マーケット、工場および病院、学校などの公共的な施設のものを含め、対象とする範囲は広い。一日の収集量はコンポストプラント部によれば、1979年9月の調査時点において、 $6,245 m^3$ 、重量換算 $1,561 t$ ($1 m^3 = 0.25 t$ として)とされており、収集されたごみの70%はコンポスト施設に、残り30%は埋立地に搬入されている。

市が現有するコンポスト施設は、市の中心部より約 $20 km$ の範囲内にあり、北東に Ramintra、東に On-nooch、西に Nongkhaem の3箇所、4施設が配置されている。

各コンポスト施設の概要を表4-4に示す。

表4-4 各施設の概要

施設名	Nongkhaem	Ramintra	On-nooch 1	On-nooch 2
所在地	Nongkhaem	Bankhen	phrakhanong	phrakhanong
敷地面積 (m ²)	48,000	94,400	*18,400	*18,400
施設建物用 (m ²)	2,013	3,120	3,120	3,120
後熟ヤード (m ²)	9,760	14,700	14,700	14,700
処理能力 (t/d)	コンポスト	320	320	320
	焼却	60	100	100
操業開始年月日	1978. 1. 15	1978. 1. 15	1979. 1. 25	1979. 1. 25
備考	埋立地に隣接	-	埋立地と併設 2施設同一敷地内	

注 *は2施設共用敷地として管理事務所、搬入道路用の面積12,608m²を除外してある。

各区における収集量と搬入先の現況は表4-10で示すとおりである。Chaophraya 河を境として東側は一部地区を除き、Ramintra、On-noochのプラントで処理され、Thonburi地区を中心とする西側は東側の一部地区を含め、Nongkhaemで処理されている。市内収集地区と処分先との関係を整理して、表4-5に示す。

表4-5 収集地区と処分先

	処分先施設 (コンポスト, 埋立)		
	Nongkhaem	Ramintra	On-nooch
収集地区 (番号で表示)	① ⑥ ⑦ 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24,	①, ⑦, ⑧, ⑨, 11, 13, 14,	2, 3, 4, 5, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨, 10, 12, 15
計	17	7	11

注 * 欄中の数字は表4-10において、区名に付した番号である。

** ○を附したものは処分先の重複している区を示す。

同一区で処分先が分散しているものは、市内密集地区であり、運搬条件、施設能力によるものである。

各コンポスト施設に対する搬入量は、施設に対するごみ処理の負荷を示すものであり、4施設

の負担状況は表4-6のとおりである。

表4-6 各プランにおけるごみ処理負担

	Nongkhaem	Ramintra	On-nooch 1	On-nooch 2	計
a 施設能力 (t/a)	160	320	320	320	1,120
b 搬入量 (t/b)	101.0	450.0	314.5	236.0	1,101.5
c 負担率 (b/a) (%)	63	141	98	74	98

負担率は Ramintra が高く、Nongkhaem、On-nooch 2 が低い。負担率の高い、低い埋立施設が併設または隣設されているか否かの影響を受けていると思われ、Ramintra の操業は相当の無理があると考えられる。

つぎに、ごみ排出の背景である各地区の面積人口と各施設に搬入されるごみ量との関係を求め、表4-7に示す。

表4-7 各施設に搬入されるごみの地区面積と人口

施設名	Nongkhaem	Ramintra	On-nooch	On-nooch
a 搬入量 t/d	101.0	434.0	314.5	236.0
b 搬入地区面積* km ²	137.8	230.5	201.7	125.7
c 搬入地区人口 ×10 ³ 人	429	1,101	870	641
a/b t/km ²	0.73	1.88	1.56	1.88
a/c t/×10 ³ 人	0.24	0.39	0.36	0.37
c/b ×10 ³ 人/km ²	3.1	4.8	4.3	5.1

注 * 搬入先が分割されている区については、搬入量に応じて面積、人口を配分して算出した。

** Ramintra の搬入量については、区に関係のない空軍基地関係のものを除外してある。

この表からみると、単位面積当たりのごみ量は、Ramintra、On-nooch 2 が高く、Nongkhaem が低い。同様に、単位人口当たりのごみ量においても、Nongkhaem は低い。

Ramintra と On-nooch 2 が該当する地区の人口密度は高く、単位当たりのごみ量が多いことは経済活動の盛んな地区を含むものであり、Ramintra は Phranakhon、On-nooch 2 は Sanphanthawang が該当する。なお、Nongkhaem は Thomburi 地区の一部を除いては、今後開発が見込まれる地域を受持っている。

4-2-2 コンポスト施設におけるごみ処理

当市におけるコンポスト施設の処理工程について略述する。

施設に搬入されたごみは、前処理として破碎と分別が行われる。この工程において、形状の調整、コンポスト化に対する不適物の除去、副産品としての鉄回収がなされる。発酵条件調整のための湿度調整がなされたのち、コンポスト化のため発酵槽に送られる。

槽は5層の建物を利用した自然通風方式のもので、5日の滞留期間を基準として、一次発酵が行われる。この間に温度監視と調節がなされる。

一次発酵終了のものは粗製品として槽外に排出されたのち、後熟ヤードに野積みされ、二次発酵である後熟工程を約58日間（設計値）経て、コンポストとしての完成品となる。前処理段階において排出される発酵不適物は廃棄物として、プラントに附属する焼却炉で処分される。

処理過程を下図に示す。

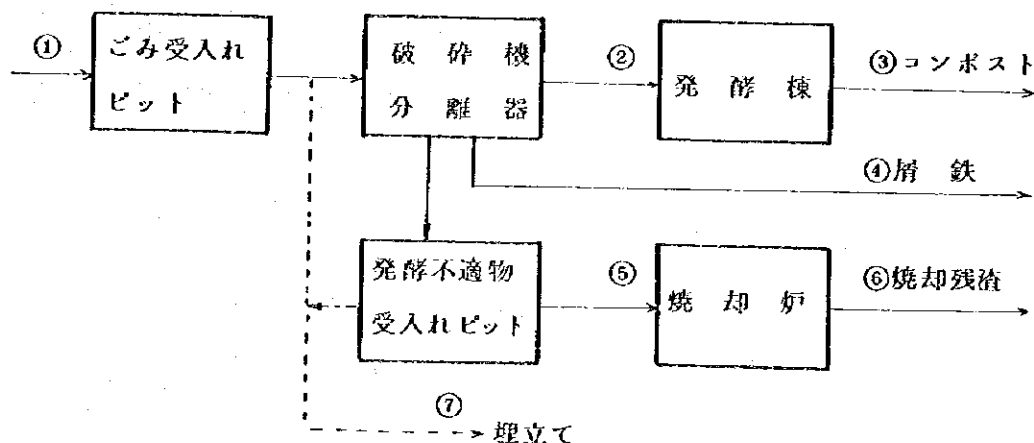


図4-1 コンポスト施設における処理のダイアグラム

図中----で示すものは、施設の系内で処理できず、埋立てに頼らねばならぬものを示すが、破碎およびコンポストに不適当なものは、前処理施設に入れる前にごみ受入れピットにおいて取り除かれる。Hammer Mill による破碎後、RhotoDisc および Dense Particle Separator と呼ばれている分離器で分離されるコンポスト化不適物は、発酵不適物受入れピットに送られるが、水分多量で焼却不適の場合、炉の能力を超える多量の発生物がある場合および炉の運転停止期間

(2ヶ月に1回点検整備を実施)には、このピットから積出して、埋立処分する。

図4-1で示す○で囲む番号は、各過程におけるごみの呼称でつぎのようなものである。

- ① 搬入ごみ
- ② 発酵棟入口前のごみ
- ③ 発酵棟より取り出されたごみ(後熟ヤードへ)
- ④ 回収された屑鉄(売却)
- ⑤ 焼却炉への投入ごみ
- ⑥ 焼却炉からの残渣
- ⑦ ごみ受入れピットおよび不適物受入れピットからの発生物(埋立地へ)

ダイアグラムを基にして、入手できた運転資料から、受入れられたごみがプラント内でどのように処理されているかを逐ってみる。

資料は西独のコンサルタントが1978年1月から3月に至る73日間にわたって行った。NongkhemとRamintraの両施設における操業記録と、今回の調査で区当局から得たRamintraにおける3日間の操業記録である。前者は両施設が正式操業を開始した直後のものである。

以上の資料を整理し、2施設について1日あたりの各工程におけるごみ処理状況を表4-8に示す。表中○で囲む数字については既に説明した。

表4-8 コンポスト施設の各工程におけるごみの流れと回収物

施設名		Nongkhaem		Ramintra			
公称処理能力 (t/d)	コンポスト	160		320			
	焼却炉	60		100			
資料	調査機関	西独コンサルタント				市清掃局 コンポスト処理部 1979年11月 3	
	調査期間	1978年1月~3月					
	延日数	73					
1日平均運転時間 (h)	コンポスト	8.1		7.9		8.0	
	焼却炉	16.3		15.3		12~20	
各工程におけるごみ量		重量 (t)	百分率 (%)	重量 (t)	百分率 (%)	重量 (t)	百分率 (%)
①		163.4	100.0	240.8	100.0	351.1	100.0
②		85.5	52.3	146.8	61.0	157.6	44.9
③		83.3	51.0	135.4	56.2	131.6	37.5
④		0.9	0.6	1.9	0.8	2.1	0.6
⑤		51.3	31.4	57.3	23.6	80.7	23.0
⑥		7.7	4.7	8.6	3.6	12.1	3.5
⑦=①-(②+④+⑤)		25.7	15.7	34.8	14.4	110.7	31.5
⑧=①-(②-③) -(⑤-⑥) (系外排出物)		117.6	72.0	180.7	75.0	256.5	73.1
⑨=0.4×③+④ (同上利用可能物)		34.22	21.0	56.06	23.3	54.74	15.6
⑩=⑧-⑨ (同上残渣物)		83.38	51.0	124.64	51.7	201.76	57.5

注 * ⑤の値は⑥の値から残渣発生率を15% (湿状態) と推定して求めた。

** ③の中には篩径10mm以上のものが、約60%以上ある(表4-12参照)ので、これをコンポスト不適物とした。したがって、⑨の欄において40%を有効利用可能物とした。

施設入口側のごみ重量(①)を100%とすると、発酵過程におけるガス、水の発生による減量(②-③)と不適物の焼却による減量(⑤-⑥)が併せて約25%ある。残り約75%は系外に排出される(⑧)。この中で再利用できるものはコンポスト材および鉄としての回収が約20%見込まれ、全くの残渣として埋立てに頼らざるを得ないものが50~60%を占めている(⑩)

施設は不適物の処理のため、焼却炉を設けている。現存施設において、コンポスト処理能力に対する焼却炉能力は、160 t/d 処理の場合60 t/d で約40%、320 t/d 処理の場合100 t/d で約30%であり、前記④の結果が示すように、不適物の全量焼却には能力不足である。

焼却処理の場合、焼却対象物の保有熱量が問題となるが、水分の多い低カロリー質のものの混入もあり、常時全量焼却可能とはいえない。参考としてOn-nooch 施設の不適物受入れピットから採取した物理組成と水分を表4-11に示す。

焼却不適物の場合を考えると、近くに埋立地を確保することが必要条件となる。

この点において、Nongkhaem と On-nooch はこの条件を充たしており、Ramintra は隣接埋立地がなくNongkhaem またはOn-nooch 埋立地に頼らざるを得なく、作業上不利な条件にある。

4-2-3 不適物の分離

コンポスト生産品の質の良否を決めるうえの重要な要素の一つとして、適切な粒度と夾雑物の混入量の問題がある。前処理として、スクリーンによる篩分け、破碎による形状調整、分離機による不適物除去は発酵化工程を進めるにあたり必要である。

施設における前処理方式および不適物の処分状況については、既述のとおりである。(図4-1参照)

しかし、運転作業上の現実問題として、破碎および分離の施設機能を維持し、発酵棟への適合物を確保するため、ごみの受入れ時点において、人力およびピットクレーンによる分離作業も行わざるを得ない状況である。

事例として、竹籠、木箱、自動車タイヤ、工場排出物である皮革くず、裁断布片、ゴム片などを挙げるができる。

ごみ処理施設における処理困難物は、収集の段階において制約を与えて搬入されるのが望ましく、排出者である市民、市側の収集と処理部門の相互協力のうでで成立するものである。

発酵棟からの搬出物、不適物ピット内のごみ性状を把握することは、搬入ごみの性状を調べることと同様に重要なことである。このことは、生産工場において、管理者が行う品質管理業務と同一である。しかし、残念ながら今回の調査において、この種データの入手はできなかった。調査団はOn-nooch において試料の採取を行い、一次発酵物と発酵不適物について組成その他を調べた。結果を表4-11と4-12に示す。

コンポストの発酵過程において、適当とされる形状は強制通風機械攪拌式で13~30 mm、自然通風式で30~75 mm であるとされている。

また、製品粒度は需要先の使用条件によって要求粒度が決定されるが、一般に5 mm 前後以下が対象になると考えられる。

当地の一次発酵物の篩分けを行った結果(表4-12参照)をみると、使用可能性のないと考えられる篩目10mm以上のものが、重量で60%前後あり、の中には長さ150mm以上の皮革、プラスチック、木竹、缶、布などが多く含まれており、不適物に対する分離機能は悪い。

ハンマミル方式の破砕機では、プラスチックシート、ゴム、皮革、繊維に対する細片化は困難である。これら物質がコンポスト化に対して不適物であるので、あえて細片化の必要はなく、分離機能の問題である。

篩目10mm以下は重量比で全体の約40%であるが、これをさらに篩分けした結果は、篩目5mm以下のものが全体の20%前後、2.5mm以下のもの10%前後である。

篩目10mm以下を対象として、プラスチック、金属(鉄)、ガラス、石・陶器を夾雑物として、その混合率を調べてみた。

夾雑物の混入は農業利用において重視されている。混入上限は製品の利用方法、たとえば地目、作物、施用法などにより相違するので、コンポスト化の計画段階において、供給側である市と利用側である農民と十分協議のうえ、使用目的にかなった線を出すのが望ましい。目安として、混入率の上限を5%以下(乾状態)の線で抑えるべきだとの論もある。

当市のコンポスト中の夾雑物混入状況は表4-24に示すごとく、非常に高い。篩目10~5mmで20%前後、5~2.5mm以下では50%近くなる。夾雑物の大部分はガラスと石・陶器であり、2.5mm以下では金属とプラスチックは極度に少なかった。プラスチックはフィルム類で成型品の破片は少ない。これは石・陶器において陶磁器類がほとんど見受けられず、貝殻片が多いことと同様で、現地の生活様態を示すものと思われる。

ガラスと石・陶器は細粒化に伴い、夾雑物としての占有率が多くなる。既述のごとく、2.5mm以下では50%に達するが、この位の粒度になると取扱い上の問題は少ないと考えられる。ガラス、陶器など衝撃に脆い物質は、破砕前に篩分けて分離除去することも、混入率を下げる一法であろう。

発酵不適物の中の鉄は、施設における副生産品として回収される有用物である。コンポスト中の10mm以上および発酵不適物における組成分析結果が示すように、その回収率は低く、20%以下と推定される。磁選効果をあげるための努力が必要であろう。

ごみ中に混入される使い捨て容器は少ない現状であるが、ごみ処理上警戒を要するものといえる。

4-2-4 最終製品の市場性

コンポスト製品は、肥料および土壌改良材としての用途のほか、牧場、農場、緑地公園、宅地埋立てなどの土地造成への利用が挙げられている。しかし農業方面への利用を考えるのが一般的である。

農耕地に施用できる有機物量は、土質、栽培作物、有機質肥料の形態と分解程度、化学肥料との併合剤などにより著しく異なってくるが、化学肥料の乱用による地力の衰退は有機質補給源と

してのコンポストの認識を深める有力な一因であるといえよう。

しかし、このことをもって都市ごみをコンポスト供給源として直結させるには、多くの問題がある。都市側のごみ処理上の立場と需要者側である農民の立場との接合点をどのように求めるかにより、ごみ処理としてのコンポスト生産の理由が確立されるであろう。

農民からの問題として一般に挙げられている事項は、つぎのようなものとされている。

(a) 組成の一定しないごみから、製品に対して肥効成分の均質化を求めることは無理である。しかも、肥効が明らかでない。

(b) 肥料に向かない夾雑物が多い。夾雑物として、ガラス片、プラスチックなどを可能な限り除去する必要がある。これらは農作業や農産物に対する障害となる。また雑草の種子、果物や野菜の種子が混入している場合は除草の労力が嵩む。

(c) 施肥労力が嵩み、施肥技術の開発が遅れている。

(d) 未解決のまま残されている成分中の毒性物質の存在

(e) 生産地である都市から、消費地である農村への輸送費

(f) 供給時期の不適切

市側が例え多くの売却を望むとしても、売却可能量は経済的な条件により定まる数字であるとされている。

当市では、コンポストを1961年から販売している。61年から77年までの間はDingdaengにあった施設が供給したものである。78年Nongkhaem, Ramintra の2施設、79年Onnooch の2施設が稼働し、Dindeang施設は廃止された。

販売量は61年から77年の16年間で151,688t、1日平均24.4tであり、78、79の2年間では20,815t、1日平均28.5tである。過去の年間最大販売量は77年で、1日平均47.5tである。

現存施設の総合処理能力は1日1,120tである。1日平均28.5tの販売量は処理能力に対し僅か2.5%であり、最高時の77年においても4.2%にすぎない。過去の販売実績から判断すると、需要限界が見えている。販売方針の変更、さらには、ごみ埋立て用覆土、土地造成材など他方面への利用を含んだ方向転換を図る必要がある。

4-2-5 環境汚染の防止

ごみ処理を含めた環境汚染問題に対し、人々の監視が強められてきたことは、世界一般の傾向といえる。汚染対象となるものは、大気、水、息気、騒音振動である。大気と水が広域的なものに比べ、臭気、騒音振動は局地的なものである。コンポスト施設は環境汚染に対する十分な対策をたて、管理されなければならない。

施設における公害発生源となるものを場所別に区分して、表4-9に示す。

表4-9 コンポスト施設における公害発生要因の内容

場 所	発 生 要 因
ごみ受入ピット	臭気、汚水
前処理施設	臭気、騒音、振動
発 酵 棟	臭気
後熟ヤード	臭気、汚水
焼 却 炉	排煙、汚水、騒音

騒音、振動に対しては各施設の立地環境からみて、発生源における作業環境を配慮することにより問題となるべき要因はない。

臭気についても、後熟ヤード以外については、上記と同様の状況下にある。後熟ヤードは恒風向と敷地境界までの距離を配慮した場所を選定し、切返しなどの発臭因を伴う作業については、風向を考慮して実施することにより、回避できると思われるので、問題要因はない。

問題とすべきは大気と水の関係であろう。

大気汚染源として、焼却炉からの排煙がある。焼却炉からの排ガスは80フィートの高さの煙突により大気に放出される。排煙は自然通風のため、敷地内にダウンドラフト現象をおこしている。

現在、除外施設は設けられていないが、煙中に含まれるダストおよび有害ガスの除去が問題となるであろう。規制対象になるか否かは別として、何等かのダスト除外施設の設置が望まれる。

水質汚濁対策として、国による規制と指導が工場排水に対して行われている。汚水指標としてBOD値が用いられているようである。施設における排出汚水は有機性のものと無機性のものとに分けられる。

有機汚水としてはごみ受入れピットからのものと、後熟ヤードのものがある。On-nooch において処理施設建設中であり、他においても設置計画がある。汚水処理については、その処理水質と水量の変動に対応できる施設と操作が必要である。

無機汚水として、焼却炉関係より発生するものがある。焼却灰の冷却として、水槽が設けられているが、常時の外部放流は行われていない。また、煙突に入る前の排ガス温度のコントロールとして、水噴霧による減温を行ない煙突を保護している。灰冷却水および排ガス減温水の外部放流については、重金属類が含まれていることを考慮して対処する必要がある。

また、各施設において、運搬車の洗浄装置を建設中であるが、これに対しても洗浄後の汚水処理を念頭に入れておくべきであろう。

4-2-6 投資経費と運転経費

コンポスト処理を計画する場合、製品が農村に売却され、鉄なども副産品として売却できることを前提とすることが一般的である。

しかし、コンポストの処理は売却収入を見込んでも、焼却処理に近い経費がかかるとも云われている。特に焼却処理よりも人手を多く要し、人件費の高騰した場合、処理費を左右することになるであろう。

処理部門の経費の検討において必要なことは、清掃事業が収集、運搬および処理の三部門の連携により成立していることであり、収集運搬費の占める割合は、各都市において大体事業全体の70%近くを占めるということである。処理施設への投資は、方式、規模、設置場所などの選定条件が、収集運搬部門にどのような影響を与えるかを考え、事業全体の総合経費を検討のうえ決定されるものである。

コンポスト処理による経費面からの問題として、用地費、施設費、運転費についてのべる。

コンポスト化の工程において発生する臭気は、大規模施設においては密閉方式が採れないので、防止は困難である。したがって、都市の密集部での設置は考えられない。人家の少ない外西部に用地を求めることになる。このことは、収集運搬への経費増は避けられない。しかも、単価の安い土地を入手できる利点はあるが、臭気対策、後熟用のヤードの確保など広い用地を必要とすることは、一考を要する。

つぎに、施設面では、破碎、分離などの前処理設備、焼却炉などの後処理設備を必要とし、処理能力の割に高価な施設となる。

施設の運転は、上記の附属処理設備を設けるため、操作の複雑化を避けることはできない。また、製品の質向上のため夾雑物を除去して純度をあげれば、経費は嵩み、後処理への負担が増加することになる。

コンポスト処理が、ごみ処理の目標である早朝安定化、無公害化、資源化の一つである資源化にどのように答え得るかが、この方式を存続させ得る大きな理由の一つである。減量効果が少なく、後処理依存の大きいことは、製品の販売収入が、前処理と発酵施設への投下資本の回収とまで行かなくとも、これらの運転費をみたすことが最低必要条件といえよう。

当市における稼働中の施設は、建設から操業開始に至るまで、永い歳月をかけており、具体的投資経費についての検討は困難である。

運転経費についても、物価、賃金事情はそれぞれの国情により異なるので、単なる比較はできないし、避けるべきであろう。しかし、操業実績の現状と過去との比較、施設相互間の比較、さらに埋立てとの経費比較は可能である。

しかし、現存施設の操業歴は長いもので2年、短いもので、1年である。プラントの操業を初期、中期、後期の三期に分けて考える一般的な見方に従えば、当市のものは初期の創業期に当たり、これから中期の安定期に入るわけである。初期におけるプラントの管理体制の良否が、安

定期に入る時機を早め、または遅らせるし、安定期を永くし、あるいは縮めるものである。このため、初期のデータをどのように採り、活用するかが重要なポイントであり、今後の運転経費を定めることによるであろう。

表4-10 各区におけるごみ収集と処分状況

1979.9 現在

No.	区	面積 (km ²)	人口 (x10 ³)	収集量 (m ³)	搬入量 (m ³)					
					コンポストプラント				投棄埋立て	
					Nong Khaem	Ram- Intra	On- Nooch 1	On- Nooch 2	Nong Khaem	On- Nooch
1.	Phranakhon	5.9	125	537	54	407			76	
2.	Pomprapsattupai	1.9	195	294			110	116		68
3.	Pathumwan	8.3	233	334			151	99		84
4.	Samphanthamwong	1.4	78	243			48	163		32
5.	Bangrak	5.5	125	308			129	104		75
6.	Yannawa	27.9	374	161	10		28	46	16	61
7.	Dusit	22.4	459	477		227	96	88	14	52
8.	Phyathai	13.7	512	926		484	171	118		153
9.	Huay Khwang	28.4	192	276		231	29	8		8
10.	Phrakhanong	143.0	497	811			358	183		270
11.	Bangkhen	184.3	366	387		387				
12.	Bangkapi	135.5	212	205			130			75
13.	Nong Chok	236.3	50	-	-	-	-	-	-	-
14.	Minburi	175.0	52	-	-	-	-	-	-	-
15.	Latkrabang	123.9	41	33			8	19		6
16.	Thonburi	8.6	255	238	78				160	
17.	Khlong San	6.9	142	213	65				148	
18.	Bangkok Noi	23.3	377	312	65				247	
19.	Bangkok yai	5.6	100	115	27				88	
20.	Bang Khun Thian	181.2	195	126	43				83	
21.	Pasi charoen	52.9	175	132	47				85	
22.	Ratburana	4.20	108	-	-	-	-	-	-	-
23.	Talingchan	79.7	65	21	8				13	
24.	Nongkhaem	48.3	40	25	7				18	
	計	1561.9	4968	6174	404	1736	1258	944	948	884
				(15435)	(101)	(434)	(3145)	(236)	(237)	(221)
*	空軍基地			63		63				
*	緊急収集ごみ			8						8
	合計			6245	404	1799	1258	944	948	892

注 *印は区収集以外のものである。括弧内数値は1m³=0.25tとして換算した値を示す。

表4-11 発酵不適物ピット内のごみ性状

試料： ピット クレーン グラブよりの落下堆積物

試料採取場所： On-nooch 1. コンポストプラント，発酵不適物ピット

1. 物理組成

採取日	1979. 10. 29		1979. 11. 1				1979. 11. 5	
	湿 (%)	乾 (%)	湿 (%)	乾 (%)	湿 (%)	乾 (%)	湿 (%)	乾 (%)
紙	391	11.2	354	10.8	137	8.7	382	10.2
織 維	486	14.0	342	10.4	165	10.4	148	4.0
厨 芥	152	4.4	93	2.8	33	2.1	303	8.1
草 木	992	28.5	682	20.9	254	16.1	1283	34.5
プラスチック	326	9.4	186	5.7	112	7.1	195	5.3
皮革・ゴム	85	2.4	148	4.5	95	6.0	40	1.1
計	2,432	69.9	1,805	55.1	796	50.4	2,351	63.2
金 属 (鉄)	154	4.4	92	2.8	66	4.2	141	3.8
金 属 (非鉄)	21	0.6	-	-	-	-	-	-
ガ ラ ス	14	0.4	-	-	-	-	17	0.4
石 ・ 陶 器	13	0.4	168	5.1	143	9.0	118	3.2
計	202	5.8	260	7.9	209	13.2	276	7.4
雑物5mmを超えるもの	291	15.9	657	20.1	283	17.9	705	19.0
雑物5mm以下	555	8.4	553	16.9	291	18.5	388	10.4
計	846	24.3	1,210	37.0	574	36.4	1,093	29.4
合 計	3,480	100	3,275	100	1,579	100	3,720	100

2. 水 分

採取日	1979. 10. 29	1979. 11. 1	1979. 11. 5
各組成項目ごとの測定値からの計算値	-----	52.9% *1	-----
全体を直接乾燥して測定した値	-----	53.5% *1	65.3% *2

- 注 * 1 は、試料を組成分類用と水分測定用にあらかじめ分け実施した。水分測定は自然乾燥後、80℃恒温で乾燥して求めた。
- * 2 は、組成分類後、全体をまとめて乾燥して水分測定した値。乾燥方法は上記と同じである。

表4-12 コンボストの性状

試料： 第一次発酵終了直後の粗製品

試料採取場所： On-nooch 1. コンボストプラント

1. 形状分布の状況

(試料を2.5, 5, 10 mmの篩目にて分類した結果)

採取日	1979. 10. 29		1979. 11. 1		1979. 11. 5	
	測定重量 (g)	百分率 (%)	測定重量 (g)	百分率 (%)	測定重量 (g)	百分率 (%)
形状 (mm)						
2.5 以下	899	12.4	574	10.6	279	7.9
5.0 "	1,920	26.6	1,229	22.6	696	19.7
10.0 "	3,275	45.4	2,184	40.1	1,289	36.5
10.0 を超えるもの	3,935	54.6	3,262	59.9	2,241	63.5
計	7,210	100.0	5,446	100.0	3,530	100.0

2. 各形状における水分

採取日	含水率 (%)		
	1979. 10. 29	1979. 11. 1	1979. 11. 5
(mm) (mm) 2.5 未満	27.5	29.8	35.9
2.5 - 5.0	38.0	48.0	49.2
5.0 - 10.0	42.4	48.3	53.4
10.0 以上	46.3	51.1	59.4
全水分	42.1	48.0	56.0

3. 各形状における密度

採取日	密度 (g/cc)		
	1979. 10. 29	1979. 11. 1	1979. 11. 5
(mm) (mm) 2.5 未満	0.51	0.58	0.55
2.5 - 5.0	0.39	0.46	0.43
5.0 - 10.0	0.29	0.37	0.38
10.0 以上	—	0.24	0.24

4. 篩目10mmを超えるものの物理組成

採取日	1979. 10. 29				1979. 11. 1				1979. 11. 5	
	湿		乾		湿		乾		湿	
状態	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
紙 織 罫 草	498	12.9	238	11.4	166	9.5	74	8.7	297	15.4
	96	2.5	69	3.3	108	6.3	59	6.9	89	4.6
	278	7.2	104	5.0	186	10.7	65	7.7	277	14.4
木	659	17.0	282	13.6	621	35.7	274	32.3	789	41.0
計	1,531	39.6	693	33.3	1,081	62.2	472	55.6	1,452	75.4
プラスチック	394	10.2	254	12.2	125	7.3	83	9.8	125	6.5
皮革・ゴム	396	10.3	288	13.9	9	0.5	8	0.9	41	2.1
金属	265	6.8	193	9.3	19	1.1	16	1.8	11	0.6
ガラス	203	5.2	146	7.0	11	0.6	10	1.2	5	0.3
石陶器	—	—	—	—	78	4.5	65	7.7	43	2.2
計	1,258	32.5	881	42.4	242	14.0	182	21.4	225	11.7
その他	1,081	27.9	504	24.3	414	23.8	195	23.0	249	12.9
計	1,081	27.9	504	24.3	414	23.8	195	23.0	249	12.9
合計	3,870	100	2,078	100	1,737	100	849	100	1,926	100

5. 篩目10mm以下のものに含まれる夾雑物の混入状況(乾ベース)

形状 (mm)	試料 重量 (g)	夾 雑 物											
		計		内 訳									
		(g)	(%)	プラスチック (g)	(%)	金属 (g)	(%)	ガラス (g)	(%)	石陶器 (g)	(%)		
試料: 1979. 10. 29 採取のもの													
25	295	142	48.1	—	—	—	—	142*	18.1*	—	—	—	—
25-50	239	69	28.9	3	1.3	3	1.3	25	10.4	38	15.9	—	—
50-100	171	40	23.4	2	1.2	3	1.8	10	5.8	25	14.6	—	—
試料: 1979. 11. 1 採取のもの													
25	157	71	45.2	—	—	—	—	44	28.0	27	17.2	—	—
25-50	98	16.5	16.8	0.5	0.5	1	1.0	9	9.2	6	6.1	—	—
50-100	145	25	17.2	1.0	0.7	2	1.4	10	6.9	12	8.2	—	—

注 *は石陶器を含む

4.3 埋立て作業

投棄または埋立てによるごみ処理は、簡便安価な方法として、古くから多くの都市で行われて来た。しかし、公害発生の防止と衛生面での安全とを無視して、無計画、無管理な状態では実施は許されない。

このような概念をもとにして、当市の埋立て作業に対する現状調査の結果を以下にのべる。

4.3.1 ごみ処理としての埋立地の利用

清掃局は市の中心部から15~20kmの圏内にOn-nooch, Nongkhaem の2埋立地を管理しており、市内で集められたごみの一部を受入れている。埋立地には中間処理施設であるコンポスト施設が併設または隣接されている。

両埋立地とも比較的整備された幹線道路から、数百メートル入り込んだ所にあり、搬入されたごみは直接投棄される。市内中心部からの輸送距離は、さほど遠いとは思われないが、往復1時間半以上を要することもあり、収集効率の低下の一因にもなっている。

埋立地の使用開始は、ともに約15年前からである。この市の地勢が示すように、市内に存在する低湿地の一部を利用しているが、用地内の一部はすでに埋立てられ、高さ10数メートルの丘を形成しており、時にはメタンガスの自然発火も見受けられる。

埋立地に搬入されるごみは、毎日市内で収集される量の約30%であり(表4.10参照)、このほか、民間からの持込みごみとコンポスト施設からの発生物の受入れも行われている。

コンポスト処理の現状は、発生残渣の多いこと、焼却能力の不足していること、製品の売却が少ないことなどの理由から、ごみ処理面からみた減容効果は低く、埋立地への負担軽減の効果は少ないようである。

覆土を用いて埋立てる管理埋立ては、On-noochの用地内で一部試験的に行われているが、主体は原始的な投棄埋立てである。周囲環境への影響を考えると、管理埋立てへの移行の可能性を見極めることが、重要な課題といえよう。

現行埋立地の概要を表4.13に示す。

4.3.2 埋立施設と管理

埋立処理を行う場合、取得する用地の使用計画と計画遂行のための進行管理が必要である。

(1) 埋立地の選定

埋立用地を取得する場合、各種条件に対する適合性が評価されるべきである。対象となる条件として、年間のごみ処理量、搬入のための利用交通網、運搬距離、覆土材の入手の難易、将来利用計画、用地周辺の地域計画、地質、気象、地下水および表流水への汚染防止、隣接住民の受入れの可否などが挙げられる。隣接住宅からは十分な距離をとり、長期間の使用に耐え得る広さを確保することを理想とする。

現存両埋立地とも、主要道路が東西に貫通しており、On-noochは道路の南側、Nongkhaemは北側に位置する。今後主要道路沿いの開発が見込まれる場所であり、現地恒風が雨期は南方向、乾期は北方向を主力とするので、用地拡張の先行投資が必要となるかもしれない。

(2) 埋立容量

埋立地の使用開始にあたっては、前もって埋立可能容量を設定しておく必要がある。

年間搬入ごみ量、ごみの見かけ比重、圧縮率、埋立て計画高さから、年間に必要とする面積を求め、さらに用地面積から使用可能年数が設定される。

埋立容量は搬入されるごみの量と質に応じて適時修正されるものである。市当局においては、現有埋立地の埋立て可能容量の推定、すなわち、埋立寿命の把握を行っていないようである。ごみ処理の長期計画作成には、この種データの整備と埋立計画の樹立が早急に望まれる。

(3) 埋立跡地の利用

ごみによる埋立地の利用については、沈下、ガス発生を考えると、その利用範囲が限定される。公園、運動場、農地、牧草地などへの利用が一般的であるが、用途により地表の仕上が異なる。可能な限り、跡地利用計画を明確にしておくことが望ましい。

市は跡地利用として、ごみ焼却場を建設したい意向もあるようだが、建造物の沈下に対応する工法の採用による経費増、地下密室に対するメタンガス対策、さらに収集地区との運搬距離を考えると、得るものは少ない。近代的な焼却炉は市街化地域での設置が可能であり、収集車の輸送距離の短縮化が可能である。

(4) 現況の管理

埋立地における日々の現況を把握することは、たとえ投棄埋立てであっても、必要である。管理の現況は収集部門に反映させ、役立てることができる。

(a) 搬入記録

埋立現況の管理上必要とされる業務のなかで、搬入ごみの種類と量の把握、搬入車の行動を示す到着時刻などの記録採取がある。

質と量の記録は埋立地域内の状況を常時把握するとともに、埋立計画の修正に役立つ資料であり、質のチェックは質の変化に応じた投棄場所の指定、民間持込みに対する監視規制に役立つものである。車の行動記録は収集作業計画に直接反映できる。

市においては、埋立地に搬入されるごみに対し、その量と種類、車輛行動を点検記録するための人員割当て、器材の整備を行うことが必要である。とくに、計量器は日々搬入されるごみ量を正確に知るために欠せないものである。もし、設置しない場合においても、搬入車の積載容量と台数により推定する方法を考えるべきである。

(b) 囲い

埋立地の境界を明示し、区割を設ける必要がある。河川、道路などの自然的な境界があるとしても、土堰堤、柵を設ける人為的な境界を設けることは、関係者以外の無断立入りの遮断と人身

事故の発生防止の見地から必要である。さらに、ごみの飛散防止、作業の日隠しにも効果があると考えられる。

樹木を設けることは、上記目的を達するとともに、外観と跡地利用への配慮となる。

4.3.3 埋立作業

(1) 投棄埋立て

現行の埋立ては平面埋立てである。作業状況は、ごみを片側から投棄して埋立てを開始し、一部完了した部分に車輛を導入するための木製板を敷き、さらに前方に投棄して埋立てを進めて行く方法がとられている。埋立ての途中、あるいは部分的に完了したところに覆土することはない。

埋立地の衛生面からみて、覆土作業を一日の作業終了時に実施することが望まれる。覆土の効用は、ねずみやはえの発生やごみの飛散防止、臭気や降雨による内部への滲透水の減少を挙げることができると考えられる。

(2) 管理埋立て

覆土を用いて埋立てを行うためには、覆土材の入手が容易であることが先決条件である。当地の平均地下水位は約1.2メートルといわれ、市内各所に湿地がある。用地内を掘削して覆土材を求めるか、遠方より求めるかの2方法しかなく、安価な入手は困難である。

管理埋立ての試行として、On-noochにおいて、用地内の一部を掘削し、覆土材として使用しているが、現行の埋立規模からみて、現実的なものとは思われない。

(3) 覆土材

覆土材として、コンポストの転用、焼却残渣の利用、埋立て完了して放置されている用地内のごみの山の使用などを考え、その可能性を検討すべきである。

コンポストや焼却残渣の使用については、実施例がある。ごみの山についても、埋立て後の経過年数からみて可能と思われる。

これらの覆土材を個々に、または混合して使用するか、さらに敷地内の掘削土、または外部からの土砂を一部購入して混合させるなど、状況によりその方法を決定するのがよいと考えられる。混合条件によっては良質の覆土材にもなるし、敷地内を有効に利用できる方法を選定できればさらに望ましい。購入土砂は用地内の土質からみると砂質のものがよいと思われる。

破砕ごみを覆土材に利用する事例も紹介されているが、破砕形状による効果、ごみ質の差異などを考慮する必要がある。

コンポスト施設の不適物ピットから、搬出される廃棄物の埋立てについては、覆土の量と使用頻度を少なくできると考えられる。したがって生ごみとは区割を別にして埋立てることが考えられる。

(4) 人員器材

埋立作業の内容は、搬入投棄されるごみの移動、敷き均し、転圧、積み重ねなどのほか、埋立

て場所の移動に伴う搬入路の整備などの附帯工事を含む。これらは一般の土木工事の考えで行われる。したがって、配置人員、使用器材は、これに準じて用意される。

器材の配置内容として、トラクター、ブルドーザが必要であり、埋立てとして取扱うごみ量により配置数は定まる。粗大ごみの混入、転圧効果を考えると転圧機の使用も考えられる。

当市における人員器材は、コンポスト施設と埋立作業を一体として配置している。On-noochにおける管理埋立てのための器材を除いて、使用重点はコンポスト施設にあるといえる。施設における器材は主として、発酵棟から後熟ヤードへの中間製品の輸送、熟成期間中の切り返し作業に使用するほか、不適物ピットから埋立地への搬出に用いられている。

埋立作業は野外作業であるので、現場近くに作業監理のための移動可能な小屋施設、夜間利用に対する最小限の照明設備なども必要である。

作業監理は毎日投棄されるごみの管理を行うものである。埋立ての地形変化の状況を把握し、現況記録を作成することは、埋立て経過を示すための資料となり、今後の使用計画に反映されるものである。

4.3.5 環境保全

埋立地における環境汚染因として、ごみの飛散、ねずみとはえの発生、臭気および浸出水などがある。これら汚染因に関して一般に採られている方法は、施設面においては有効敷地面積の確保、柵の設置、汚水処理施設の設置、植栽などが行われ、作業面からは覆土による層状埋立て、薬剤散布などが実施される。

市における対策の現況を表4.25に示した。現状の投棄埋立てを管理埋立てに代えたとしても、上記の対策が必要である。

(1) 浸出水

ごみからの浸出水は埋立地周辺低地に滞留している。表流水および地下水への汚染を考えると、処理施設の設置が必要である。市は浸出水対策として、On-noochに施設を建設しており、Nongkhaemにも予定している。

汚水処理の方法は、物理的処理と化学的処理を組合せて併合処理することが一般である。

埋立地における滲出水の質と量は、埋立てごみの内容、埋立条件、経過年数および降雨などの影響を受け変化することを考えると、処理施設が対象とする汚水の質と量の条件設定を行うことは、困難である。

滲出汚水処理に対する技術検討は近年に至り始められたものであり、検討事項に不確定な要素の多いことから、個々に理論的に可能な方式が提案されているとしても、現場施設における問題は少なくない。技術的、経済的に効率的な処理方式が確立されているとは言い難い。

市は法規制の動向を確めながら、On-noochに建設した施設の運転開始後において、処理効果の解析を施設の各プロセスに対して行い、対象処理水との関係を求めることが望ましい。

このことは、適合した処理方式を定めることに役立てることができ、今後の規制強化に対応し得るものと考えられる。

なお、地下水汚染を配慮して埋立地周辺に観測井を設け、定期的な水質調査を行うことも一法である。

(2) ねずみ、はえ

ねずみ、はえの発生防止のため、覆土を行うことは効果的な方法であるが、投棄埋立てを行っている現状対策として、駆除の定期的な実施、繁殖期を考へての効果的な薬剤散布の実施が必要である。

(3) メタンガス

埋立地におけるごみの発酵が、好気性より嫌気性になるとメタンガスの発生が起る。ガスは埋立層から均等に進み、内部圧を生じながら脱気する。多くの場合、浅い層においてガス捕促することは困難であり、ガス抜き管を設けて放出するのは、埋立層10~15mのとき効果的であるとされている。埋立地の土質、地下水位により、ガスの移動が行われ、埋立地附近の地下埋設物内にガスが充満し、爆発事故を起こす事例もある。このようなことから、附近民家への影響を考へ、浸出水影響調査のための観測井を利用したガス調査が考へられる。

4.3.6 経 費

埋立てによる処理は、焼却その他に比べて所要経費は極めて安いものとされていた。しかし、各都市にみられる急激な膨脹化現象と環境問題に対する住民の認識強化は、近距離用地の入手難、安易な埋立てから管理埋立への移行を余儀なくされており、経費は増加傾向にある。ごみ運搬距離の増加は収集能率の低下に結びつき、事業全体からみて直接埋立ての処理方式が安価であるかどうかについて、検討されるべきであろう。

埋立てにおける投資経費として含まれるものは、(1)用地費 (2)計画設計費 (3)搬入道路その他の用地周辺整備費 (4)埋立作業実施のための必要な施設費。例えば車庫および材料庫、修理工場、事務室、ごみ計量器、電気水道電話などの用役関係、排水および同処理施設 (5)器材の購入 などである。

経費は施設の設置条件により、大きく差異の得るものであるが、(4)(5)については、埋立ての1日の処理能力により定まる。

操業経費としては、(1)人件費 (2)作業用の器材、もし汚水処理施設があれば、これを含む運転および修繕費、(3)覆土材 (4)管理費 (5)殺虫剤、消毒剤その他、などをあげることができる。

使用経費の中心は、器材と施設の維持管理をいかに合理的に行うかということになるが、当地は覆土の入手が困難であることから、覆土材に何をどのように使用するかにより、経費は左右されるであろう。作業用器材の修理費については、その能力と種類により異なる。耐用年数は重機で8,000時間、年間2,000時間の運転として4年間の使用を境として、維持補修費と購入費との

均り合いをみて定められるであろう。

投棄埋立ての現況からみて、埋立経費の内容は人件費が主となっているが、作業用器材はコンポスト施設と兼用である。使用場所と条件が一般土木工事の場合に比べて過酷なので、車輛を含む重機材の点検と整備のための施設強化が望まれる。

なお、On-nooch周辺では公共道路の整備が行われ、住宅開発も進行中である。埋立計画を勘案し、必要の場合は時機をみて、用地拡張の先行投資が必要となるかもしれない。

表4-13 埋立地の概要

1. オープンダンプ(投棄埋立)

	On-nooch	Nongkhaem	Tungkru*2
敷地面積(コンポスト施設とコンポスト後熟ヤードを除く)	*1 558ライ (893,000m ²)	338ライ (541,000m ²)	
埋立面積	47ライ (75,000m ²)	20ライ (32,000m ²)	10ライ (16,000m ²)
埋立開始時期	1963年	1965年	1969年
従事人数 *3			
事務職員	20	0	
技師	2	0	
作業員	100	36	
使用重機類 *4			
ブルドーザ	7	4	2
フロントエンドローダ	4*5	2*6	3
エクスカベータ	1	0	0
ドラグライン	1	0	0
年間作業日数	年中無休		

1日の作業時間	24時間	16時間	
	3交代	2交代	
	0:00~8:00	8:00~16:00	
	8:00~16:00	16:00~24:00	
	16:00~24:00		
*7 持込者別搬入量			
バンコック市	160 ^t /d	250 ^t /d	50 ^t /d
その他	30 ^t /d	5 ^t /d	
埋立開始以来の搬入量	2,700,000 ^{m³}	500,000 ^{m³}	200,000 ^{m³}
埋立寿命	20年	20年	10年
持込禁止ごみ	爆発物、人体有害物質		
持込み料金	無料		
浸出水の処理	貯留地2ほか (処理施設は移動 間近)	計画中	
メタンガス対策	なし		
害虫対策	2日に1回薬剤散布		
搬入路の清掃	人手による掃除		
埋立地の跡地利用	ごみ処理施設建設		
その他	現在、洗車場を建設中		

注 *1 管理埋立用地の60ライ(96000^{m²})を含む。

*2 1979年12月以降清掃局管理。

*3 On-noochについてはコンポスト施設運転関係人員を含む。

*4 On-noochについては、コンポスト施設運転用の分を含む。

*5 4台のうち2台は埋立作業に、残りはコンポスト施設の運転に使用。

*6 主にコンポスト施設の運転に使用。

*7 1978年10月から1979年9月までの平均。

2. 管理埋立て

管理埋立ては、On-noochの処分場のみにおいて実施されている。

埋立面積	60ライ(96,000 m^2)
埋立開始	1979年4月7日
累積埋立量(1977年11月以降)	144,377 m^3
1日当り埋立量	160 m^3/d
埋立ごみ	古い埋立ごみ
埋立工法	トレンチ法
年間作業日報	年中無休
1日の作業時間	18時間
使用重機類	On-noochのオープンダンプの項を参照のこと。 (オープンダンプ、管理埋立に共用)
メタンガス対策	なし
害虫対策	1日2回薬剤散布

5 ごみ排出量の予測

5.1 はじめに

ごみ量の将来予測にはいくつかの方法がある。

一つは、消費材の生産、出入荷量の動向を把握し、それがごみとなるサイクルを考へて将来の排出量を予測する方法である。

次は、過去のごみ収集の推移を調べ、その動向に基づいて将来の排出量を予測する方法である。

最後は、ごみの排出量と特定の要因との相関を調べ、特に強い相関を示す要因の動向に基づいて予測する方法である。

ここでは、次の理由により二番目の方法を採用した。

- (1) 第一の方法を使うにはデータが不足である。
- (2) 日本で相関が強いと考えられているごみ量と所得との相関が見られないこと。

5.2 過去の収集量の推移

1969年度以来の当市のごみ量の推移は下表のとおりである。

表5-1 ごみ収集量の推移
(1967~1979年度)

単位： m^3

年 度	年間収集量	月間収集量	対前年増加率	指 数
			%	
1967	1,248,812	104,068	—	100
1968	1,313,501	109,459	5.2	105.2
1969	1,230,878	102,573	-6.3	93.7
1970	1,341,352	111,779	9.0	107.4
1971	1,269,048	105,754	-5.4	101.6
1972	1,250,543	104,212	-1.5	100.1
1973	1,408,782	117,399	—	100
1974	1,320,873	122,237	-6.2	93.8
1975	1,221,237	101,770	-7.5	86.7
1976	1,429,557	119,130	17.1	101.5
1977	1,765,417	147,118	—	100
1978	3,655,777	182,789	24.2	124.2
1979	1,608,807	201,101	10.0	136.7

注 1 会計年度は10月1日に始まる。

2 1967~1972年度は旧バンコク市(Chaophraya川東岸のみ)の数値である。

- 3 1972年10月には旧バンコックとトンブリ (Chaophraya 川西岸) が合併し、大バンコック市が誕生した。
- 4 1977年1月には周辺区を合併して、現在のバンコック市が誕生した。
- 5 1978年度は、1977年10月と1978年9月の2か月間の収集量である。
- 6 1979年度は、1~4月を除く8か月間の収集量である。

この表からわかるように、1967~1972年度の収集量はほぼ横這いである。1973年度の大
幅な伸びは、旧バンコックとトンブリ地区の合併の結果である。その後2年間、急速に収集量が
落ち込んだが、1976年度以降は急激な勢いで増加している。

つぎに、一人当たり収集量の推移を見てみよう。下表は1973年度、大バンコック市誕生以降の
推移である。

表5-2 一人当たりごみ収集量の推移
(1973~1979年度)

年 度	年間収集量 (m^3)	人 口 (人)	収集日数 (日)	一人一日当り 収集量(ℓ)	対前年増加率 (%)
1973	1,408,782	3,520,473	365	1.096	-
1974	1,320,873	3,879,288	365	0.933	-14.9
1975	1,221,237	4,129,609	365	0.810	-13.2
1976	1,429,557	4,349,609	365	0.900	11.1
1977	1,765,417	4,545,608	365	1.064	18.2
1978	365,577	4,742,774	61	1.261	18.8
1979	1,608,807	4,906,509	245	1.338	5.9

注 人口は年度当初(10月)現在である。

表からうかがえるように、一人当たり収集量は1974~1975年度の二年間続けて急激に低下
した。この間、人口は増えているのだから、何か極めて異常な事態があったのに相違ない。
1976~1978年度の3年間は、毎年10%を超える勢いで収集量が増加したが、これは排出
量の伸びを反映したものというより、むしろ、急激に落ち込んだ収集サービスの水準を回復しよ
うとした市当局の努力に負うところが多いと考えられよう。1979年度には伸び率は6%に減少
した。

1973年度から1979年度の6年間に収集量は24.2%増加した。1973年度を基準として考
えれば年平均3.68%の伸びである。また、対前年増加率の平均は4.32%である。

5.3 一人当り排出量の将来予測

前述のように過去4年間の急速な収集量の伸びは、1974~1975年度に落ち込んだ収集サービスの水準を1973年のそれまで回復する過程だったと考えれば、この間の排出量の推移を示すものとしては、6年間の収集量の平均増、年率3.68%が最も妥当であろう。

このように変動の激しく、はっきりした増勢傾向を示さぬデータをもとにしては、最小二乗法による直線回帰も無力である。

ただ、1973年度以降の収集量の推移を上のように解釈するにしても、また別の見方が成り立つ。それは、一人当り収集量が1978年度には既に1973年度のそれを越えているので、収集サービスの水準はこの年に既に正常化していた。したがって、1978~1979年度の伸び率5.85%は排出量の伸びを反映したものだというものである。

しかし、1年間の実績だけで今後の予測をするわけにはいかないのだから、ここでは前者をとることとする。ただし、後者の可能性も併せ考え、6年間の平均伸び率3.68%を、今後毎年3.68%増加することと仮定しよう。

以上のように今後の一人当り排出量の伸びを考えたが、その前提となったデータが7年間という短期間で、しかも非常に変動の激しいものであることに鑑み、近い将来、折を見て修正の必要があることを付記しておきたい。

5.4 人口の将来予測

1973年10月以来の各区及び市全体の人口の推移を直線回帰してその方程式を求め、将来の予測を行った。下表はその結果を示すものである。

表5-3 バンコック将来人口の予測
(1980~1990)

年	A ¹	B ²	C ³
1980	5,252,820	5,225,553	5,126,000
1981	5,439,949	5,403,922	
1982	5,627,079	5,582,282	
1983	5,814,209	5,760,648	
1984	6,001,338	5,939,011	
1985	6,188,468	6,117,379	6,291,000
1986	6,375,598	6,295,741	
1987	6,562,727	6,474,106	
1988	6,749,857	6,652,471	
1989	6,936,987	6,830,830	
1990	7,124,116	7,009,198	6,854,000

注 1 回帰直線の方程式は次のとおりである。

$$y = 561,389.01x + 450,431$$

$$\text{ただし, } x = \left(\frac{x-4}{3} \right)$$

- 2 B欄は各区の人口予測の合計である。詳細は英文レポート付表末尾を参照されたい。
- 3 C欄はタイ国経済社会開発局 (National Economic and Social Development Board) による予測である。
- 4 各年の人口は10月現在の数値を示す。

両者とも似通った数値を示しており、タイの経済社会開発局による予測値とも余り相違はない。そこで、ここでは各区の人口推移を基にした将来予測 (B) を採用することとした。これによると、人口は毎年約20万人ずつ増え、1990年には700万人に達すると見込まれる。

5.5 排出量の将来予測

排出量調査の章で述べた現在の排出量の推定、前々項で述べた一人当り排出量の伸びの予測に前項の人口の予測を加えて作成したものが下表である。

表5-4 排出量の将来予測
(1980~1990年)

年	一人一日当り 排 出 量		人 口 (人)	一日当り排出量		年 間 排 出 量		指 数 (基準年 1979)
	容 積 (ℓ)	重 量 (g)		容 積 (m ³)	重 量 (t)	容 積 (m ³)	重 量 (t)	
1979	1.690	490	4,976,811	8,411	2,439	3,069,946	890,103	-
1980	1.752	508	5,225,533	9,155	2,655	3,341,624	968,918	109
1981	1.817	527	5,403,922	9,819	2,848	3,583,908	1,039,471	117
1982	1.884	546	5,582,282	10,517	3,050	3,838,712	1,113,226	125
1983	1.953	566	5,760,648	11,251	3,263	4,106,449	1,190,870	134
1984	2.025	587	5,939,011	12,026	3,488	4,389,672	1,273,005	143
1985	2.099	609	6,117,379	12,840	3,724	4,686,738	1,359,154	153
1986	2.176	631	6,295,741	13,700	3,973	5,000,329	1,450,095	163
1987	2.257	654	6,474,106	14,612	4,237	5,333,401	1,546,686	174
1988	2.340	679	6,652,471	15,567	4,514	5,681,875	1,647,744	185
1989	2.426	704	6,830,830	16,572	4,806	6,048,640	1,754,106	197
1990	2.515	729	7,009,198	17,628	5,112	6,434,269	1,865,938	210

- 注 1 見掛比重は0.29Kg/ℓと仮定した。
- 2 1979年の人口は10月現在の実数値である。
- 3 各年の人口は10月時点のものである。

これによると、ごみの排出量は、1989年には現在の倍になると見込まれる。5年後、10年後の排出量はそれぞれ、年量4.4百万立方米(1.3百万トン)、6百万立方米(1.8百万トン)、一人当たり排出量は2ℓ(590g)、2.4ℓ(700g)に達すると見込まれる。

6 今後5年間に必要な器材と施設規模

6.1 車両の種類と台数

6.1.1 適当な車両の種類

架装車には非架装車にはない多くの長所がある。積込易いうえ、積込時間も短かくて済む。車体が完全に覆われていて、ごみの飛散や悪臭を防止するだけでなく、外観上も好ましい。自動積込装置のせいで作業員、とくに車体内でごみを受取り、手で掻きならすトッヅマンが不要となり、その分、人件費が節約できる。同一容量なら非架装車よりも沢山のごみを積むことができる。しかし、維持管理費、購入費とも非架装車に比べ割高である。

一方、非架装車にも架装車にはない利点がある。購入価格も維持管理費も割安だし、他の事業目的にも転用でき、非常時の際にも活用できる。また、架装車では積めない粗大ごみも収集できる。

当市の置かれた事情を考えれば、少なくともあと数年は非架装車を使った方が良いと思われる。収集の必要な多量のごみが残されているばかりでなく、すぐにも更新の必要な老朽車も抱えているためである。人件費の安いこと、ごみに厨芥が多く、圧縮効率、即ち積込量が架装車の割高の価格、維持管理費に見合う程高くはないと考えられることも、非架装車をすすめる理由である。

6.1.2 必要車両数

(1) 1980年度当初の不足車両数

前章で述べたように、1979年10月には日量 $8,411m^3$ のごみが排出されていたと考えられる。これに対し、同月の収集量が前月の9月と同量の $7,093m^3$ と仮定すると、排出量と収集量の差は $1,318m^3$ となる。これを全量収集するためには、 $6m^3$ の非架装車が、回転数を2回とすると110台必要な勘定になる。

しかし、既述のように周辺区や郊外区では今だに自家処理の余地が十分あると考えれば、全量を収集する必要はないとも考えられる。そこで、人口密度が平均以下の9区では排出量と収集量の差が1979年10月時点程度であれば、特に問題は生じないと考えると、同時点で更に収集を必要とした量は、上述の $1,318m^3$ から9区内の収集残量 $829m^3$ を差し引いた分、 $489m^3$ ということになる。これは、 $6m^3$ の非架装車が一日2回転したと仮定すると、41台必要な量である。

(2) ごみの増加量と必要車両数

しかし、人口密度が平均以下の区であっても、人口増によるごみの増加分は収集する必要がある。なぜなら、人口増の大部分は他区から転入し、新市街区を形成するか、既成の市街地を拡大するだろうからである。

このように考えれば、1980年10月以降は、バンコック市全域でごみの増加量に見合うだけ

収集車両を増やすことが必要となる。今後5年間の必要車両数は下表のとおりである。

表6-1 予想されるごみの増加量と必要車両数

年	一日当りごみ排出量 (m)	増加量 (m)	必要車両数 (6m ³ 車)
1979	8,411		110 or 41
1980	9,155	744	62
1981	9,819	664	55
1982	10,517	698	58
1983	11,251	734	61
1984	12,026	775	65
1985	12,840	814	69

注 1 数値は各年10月時点のものである。

2 回転数は一日2回と仮定した。

上表に見られる如く、毎年約60台の車両の購入が必要になる。もちろん、架装車が使わりたり、回転数が増加したりすれば、必要車両数は減少する。

必要車両数を表示する基準として6m³車を選んだのは、非架装車の中で最近では最も多く購入されているからである。

(3) 老朽車の更新を加味した場合の必要車両数

収集車の耐用年数は車種等によって異なるが、一般的には架装車で5~6年、非架装車の場合はそれより2~3年長いと云われている。したがって、10年以上の車両は新車を買うよりも高くつくだろうから、直ちに更新するべきである。

当市の場合、1979年4月に各区へ新規配車のあった後も、10年以上の老朽車が20台以上は稼働中と思われる。今後5年間に更新を要する車両数は次のとおりである。

表6-2 更新を要する老朽車両数

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
老朽車両数	20	9	10	13	26	79	1

注 更新を要する老朽車はすべて8m³の非架装車である。

更新を要する車両はすべて8m³車なので、これを6m³車に換算し、前述のごみ量の増加に見合う必要車両数と合算すると、今後5年間の必要車両数は次のとおりとなる。

表6-3 老朽車両の更新を加味した場合の必要車両数

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ごみ量の増加に対応するために必要な車両数	110 or 41	62	55	58	61	65	69
更新を要する老朽車両数	27	12	13	17	35	105	1
合計	137 or 68	74	68	75	96	170	70

(4) 現行の収集方式を変更した場合の必要車両数

各戸収集をステーション方式に変更した場合には相当程度、厨芥の分別収集を実施した場合にも或る程度収集能率が向上し、その分必要車両数が減ると考えられる。しかし、両方式ともその成否が市民の協力如何に大きく左右されるので、実際にどの位減るといった数値を示すことは困難である。

(5) 特定の排出源からのごみが民間企業の手で収集された場合の必要車両数

もしも特定の排出源からのごみが民間企業によって収集されれば、上述の数値は大きく減少し、市の負担は大いに軽減されると考えられる。

一般的には、市の収集対象から外し、民間の手で委ねるべきものは、先ず、大規模な商工業施設からのごみであろう。これらの中では、マーケット以外は排出量が不明なので、ここではマーケットのごみを市の収集対象から除外したら、今後の必要車両数がどうなるか計算してみる。

既述のように、1979年10月の時点でマーケットからのごみは日量1,763 m^3 であると考えられる。そして、マーケットのごみも年率3.68%の増加を続けると仮定すると、市が収集を要するごみの量及び必要車両数は次のとおりである。

表6-4 マーケットごみを除いた場合の必要車両数

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Aごみ排出量 m ³ /d	8,411	9,155	9,819	10,517	11,251	12,026	12,840
Bマーケットごみ排出量 m ³ /d	1,763	1,829	1,895	1,965	2,037	2,112	2,190
C 1979年9月の ごみ収集量 m ³ /d	7,093	7,093	7,093	7,093	7,093	7,093	7,093
D収集を要する残量 (A-B-C) m ³ /d	0	233	831	1,459	2,121	2,821	3,557
残量の増加量 m ³ /d	-	233	598	628	662	700	736
必要車両数	0	19	50	52	55	58	61
更新を要する老朽車両 数	20	9	10	13	26	79	1
更新を加味した場合の 必要車両数	20	28	60	65	81	137	62

結果は前表に比べて大幅な減少となった。必要車両総数は1979年~1985年の7年間で168台又は237台もの減少である。毎年の平均では24ないし34台の減少である。6m³の非架装車の値段を20万パーセント以上と考えれば、毎年500万パーセント若しくはそれ以上の車両購入費が節約できる勘定である。

6.2 処理施設規模

当市には、ごみの再資源化を目的とするコンポスト施設と最終処分場としての埋立地がある。このコンポスト施設のコンポストは、現在十分販売されておらず、生産量に見合った販売量が確保されるには、今漸く時間がかかると思われる。本予測においては、この現状を考慮して、コンポスト施設の処理能力が今後5年間現状維持の状況であるものとし、処理施設特に焼却など減容を目的とする施設の容量決定に大きく影響する埋立地の今後5年間に必要となる容量と寿命をつぎの4つの場合について説明する。

- (a) 増加収集分を埋立し、埋立方法は現状から変更しない場合……………ケース(I)
- (b) 増加収集分を焼却し、埋立方法は現状から変更しない場合……………ケース(II)
- (c) 増加収集分を埋立し、埋立を全面的に管理埋立てに変更する場合……………ケース(III)
- (d) 増加収集分を焼却し、埋立を全面的に管理埋立てに変更する場合……………ケース(IV)

6.2.1 今後5年間の埋立量

(1) 今後5年間の収集量

6.1で示された様に、排出量の増加分が、車の補充により収集さたるものと仮定すると、今後5年間の予想収集量は、表6.5のとおり、2,415t/dから3,248t/dに増え、また総収集量は約510万トンとなる。

(2) コンポスト施設での処理量および埋立地への排出量

4.2のコンポスト施設調査で示された様に、コンポストプラントからは、コンポスト不適物、焼却不適物が廃棄物として埋立てられており、未売却コンポストは、各処理場で処理されている。いまコンポスト施設の年間稼働率を90%、コンポストの売却量を過去の最大実績とし、残りを埋立てるものとするれば、その物質収支は図6.1のとおりとなる。

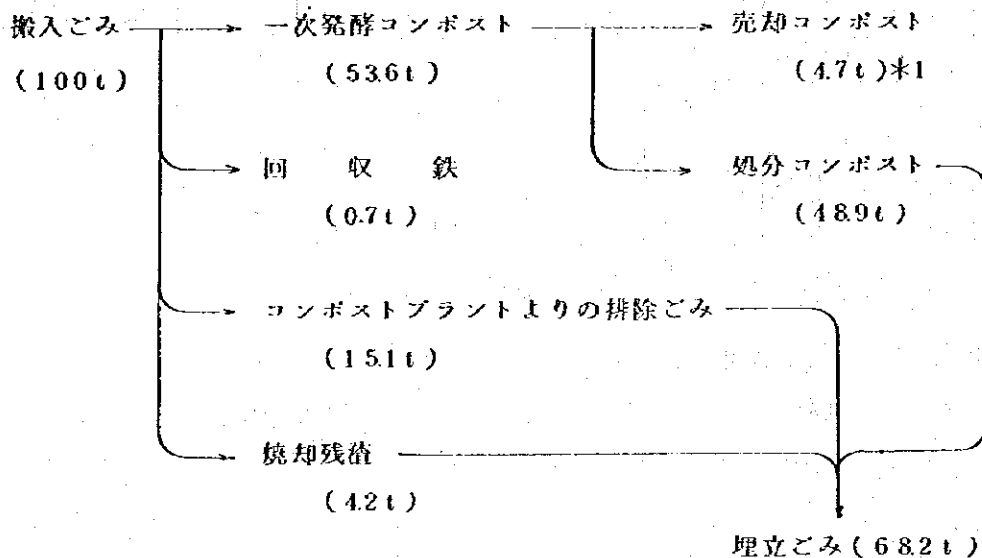


図6-1 コンポスト施設のごみの流れ

注* 表中の数値は、表4.8中の1978年1月から3月の平均値

*1 売却コンポスト量は、コンポストプラントの年間平均処理量1,008t/dと過去最大販売実績47.5t/dより求めたものである。

表6-5 ごみ収集量および埋立量

年	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
収 集 量 *1 (m^3/d)	7,093	8,326	8,990	9,688	10,422	11,197	12,011	12,871	13,783	14,738	15,743	16,799
(t/d)	2,057	2,415	2,608	2,810	3,023	3,248	3,484	3,733	3,997	4,274	4,566	4,872
1979年に対する 収集増加量 (t/d)	-	358	551	753	966	1,191	1,427	1,676	1,940	2,217	2,509	2,815
収集増加量概却 による減流量 (t/d)	-	54	83	113	145	179	214	251	291	333	376	422
コンポストプラント 処理量 (t/d)	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008	1,008
コンポストプラント よりの埋立量 (t/d)	706	706	706	706	706	706	706	706	706	706	706	706
直接埋立量 (t/d)	1,049	1,407	1,600	1,802	2,015	2,240	2,476	2,725	2,989	3,266	3,558	3,864
ケースI, IIIの 埋立量 (t/d)	-	2,113	2,306	2,508	2,721	2,946	3,182	3,431	3,695	3,972	4,264	4,570
ケースII, IVの 埋立量 (t/d)	-	1,809	1,838	1,868	1,900	1,934	1,969	2,006	2,046	2,088	2,131	2,177

注 見掛比重量を0.29kg/Lとする。

*1 1979年9月の実績

*2 この年の収集量と5.5の予想排出量は相違している。これは、増加排出量に応じて車が配置されるが、1979年時点の自家処理量が多いため、収集量は、毎年排出量に対し82.9%少なくなっている。

処理重量の約70%が埋立てられることになり、平均1008t/dの処理が行われ、706t/dのごみが埋立に回される。

(3) 焼却残渣量

一般的に家庭排出ごみでは、焼却により重量は1/5から1/10に減量する。今回のごみ質調査結果によれば、当市のごみは、不燃物の割合が高いため、減量比を1/7とすれば、100tのごみから約15tの残渣物が排出されることとなる。

(4) 今後5年間の埋立量

以上(1)~(3)のように5年間の収集量、コンポスト施設における処理および排出量、焼却残渣量を仮定すれば、今後5年間の埋立量は表6.5のとおりとなり、5年後には、埋立方法を現状維持とすれば約1900t/d、管理埋立の場合は約2,900t/dとなる。なお参考のためその先5年間に ついても示してある。

6.2.2 埋立てに必要な容積と面積

(1) 体積換算係数

埋立地の寿命を推定するには、埋立てられた1tのごみが、最終的に何 m^3 の体積になって安定するかを知る必要がある。これを体積換算係数と称し、埋立ごみ重量に対して、埋立ての仕上り体積が算定できる。この係数は、埋立対象物の内容により相違すると同時に埋立方法、気象条件に影響される。当市の対象物としては、一般家庭ごみ、工場ごみ、焼却残渣などが含まれる。この係数の指定方法としては埋立対象物ごとの係数を用い、対象物組成によって係数を合成する方法もあるが、対象物成分相互の影響があるので必ずしもよい推定とはならない。東京においては、埋立地に測定のためのテスト区画を設け、仕上り体積と対象物の搬入量から係数を求め、その値を使用している。同様に古い埋立地の体積と埋立量がわかれば、推定可能であるが、現在当市の適切なデータを入手していない。日本においては、一般家庭ごみに対し $0.6\sim 1.6m^3/t$ の値が用いられているが、 $0.8m^3/t$ が代表的と思われる。当市のごみは、既述のとおり埋立対象物として各種のごみを含むが、ここではこの値を採用する。

管理埋立ての場合の覆土は、土質により異なるが、見掛比重 $1.72t/m^3$ の土を用いるとし、経時変化を無視して $0.58m^3/t$ と仮定する。

埋立工法は、3mのごみ層に対し、50cmの覆土を行なうと仮定した。この場合体積換算係数は、ごみ1tに対し、 $1.37m^3/t$ となる。

(2) 必要埋立体積と面積

(1)に述べた体積換算係数と、最終仕上り高さを1.5mと仮定することにより、表6.6のとおり必要体積、面積が得られる。今後5年間に必要となる面積は、ケースI~IVで約1.8万 m^2 から4.2万 m^2 である。

6.2.3 有効面積と仕上り高さ

有効面積と仕上り高さは、埋立地の正確な高低図上、都市計画上の制限、跡地利用、景観等を考慮しながら設計し、これにすべり、地盤の支持力等力学的安定性の検討を加えて決定される。現時点において、これらに必要な図面、データが入手できなかったため、仕上り高さは、On-nooch, Nongkhaemの埋立地を参考に15mと仮定し、面積の有効率を80%とした。表6.7に示すようにOn-nooch, Nongkhaem各々約68.3万㎡、38.7万㎡の埋立可能地を持っており、合わせて85.5万㎡の有効面積を有することになる。

6.2.4 今後5年間必要容量

今後5年間に必要となる埋立面積と市における2つの埋立地を合わせた有効面積は、図6.2のとおり表わされ、これより次のことが推定される。

- (1) 今後10年間現状のまま埋立を続けるのに十分な面積を有している。(ケースI)
- (2) 埋立を管理埋立てに切り換えた場合、1989年には、満杯となる。(ケースIII)
- (3) 増加収集分を焼却した場合、埋立地の寿命は大きく伸び(ケースII)、衛生埋立をしても、10年以上寿命がある。(ケースIV)

以上のように増加収集分を現状のまま投棄埋立てしても10年以内に寿命が尽きることはない。しかし、埋立方法を管理埋立てに切り換えた場合、10年の埋立容量を持たない。この場合、施設等の取得に必要な時間を考慮して、できる限り早く処理計画立案に着手することが望まれる。処理計画としては、埋立地の追加取得の他、図6.2に示したように埋立地の負荷を軽減し、寿命を大幅に伸ばす焼却など減容化施設の設置が考えられるが、ごみ処理システム全体から見た時のコストの検討、埋立て方法変更方針の樹立のうえ各々の容量、能力を決定すべきであろう。

なお、この係数は埋立量と仕上り体積の把握により実態に近い値が得られるので、市で定期的に埋立地の測量を実施し、埋立面積、埋立可能面積を知るとともに、埋立体積を求め、実際に係数を推定し、埋立地の寿命評価を改訂していくことが望まれる。

表6-6 必要埋立容積と面積

年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
必要体積 ($\times 10^3 \text{ m}^3$)											
ケース I	617	673	732	795	860	929	1,002	1,079	1,160	1,245	1,324
ケース II	528	537	545	555	565	574	586	597	610	622	636
ケース III	1,057	1,153	1,254	1,361	1,473	1,591	1,716	1,848	1,986	2,132	2,285
ケース IV	905	919	934	950	967	985	1,003	1,023	1,044	1,066	1,089
各年必要面積 ($\times 10^3 \text{ m}^2$)											
ケース I	41	45	49	53	57	62	67	72	77	83	89
ケース II	35	36	36	37	38	38	39	40	41	41	42
ケース III	70	77	84	91	98	106	114	123	132	142	152
ケース IV	60	61	62	63	64	66	67	68	70	71	73
必要累積面積 ($\times 10^3 \text{ m}^2$)											
ケース I	41	86	135	188	245	307	374	446	523	606	695
ケース II	35	71	107	144	182	220	259	299	340	381	424
ケース III	70	147	231	322	420	526	640	763	896	1,038	1,190
ケース IV	60	122	184	247	312	377	444	512	582	653	726

表6-7 処分場の使用区分毎面積

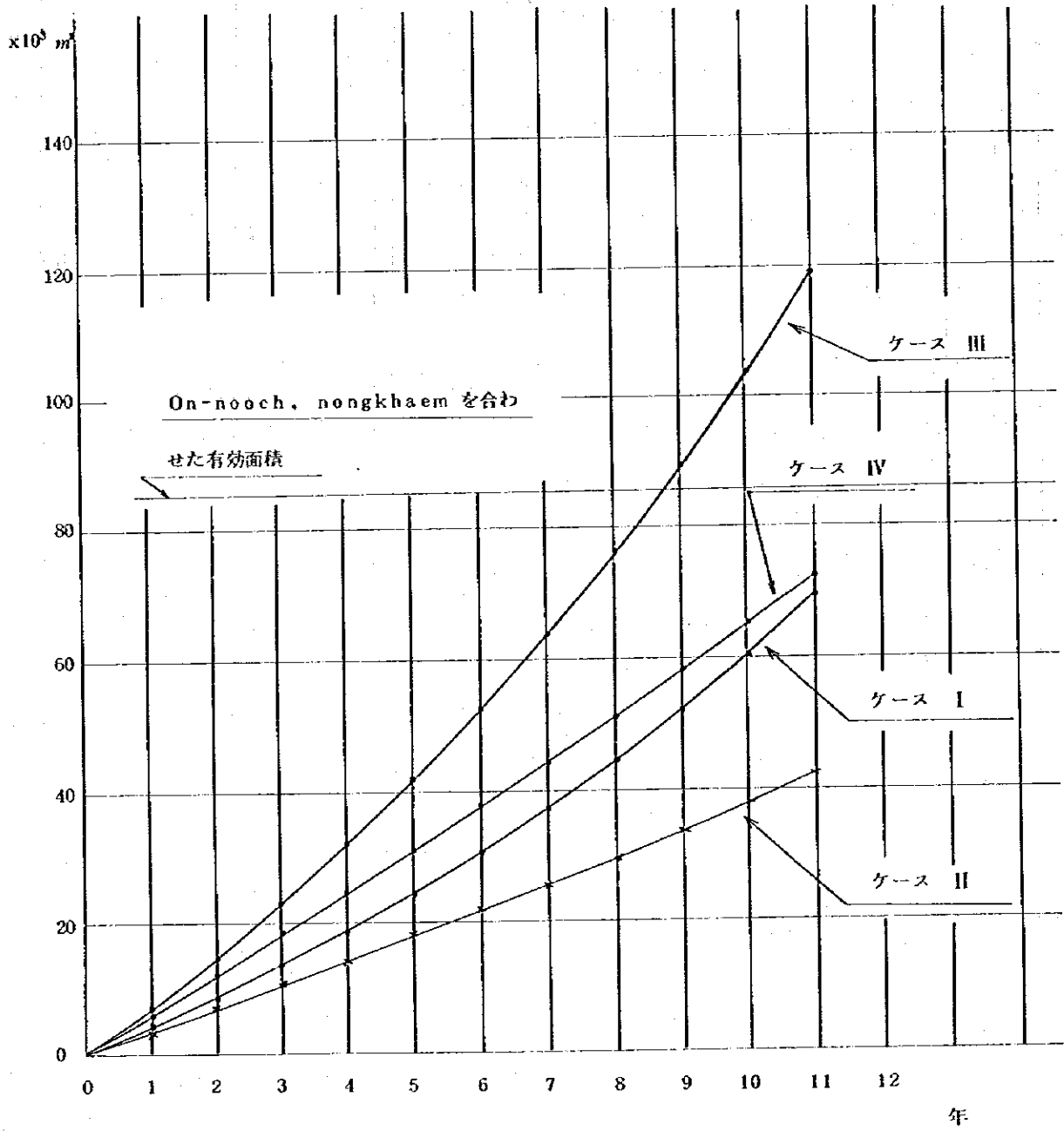
1ライ=1,600㎡

	On-nooch		Nongkhaem	
	ラ イ	㎡	ラ イ	㎡
既埋立地	47	75,200	20	32,000
既管理埋立地	60	96,000	-	-
コンポスト施設用地	23	36,800	62*	99,200*
その他施設				
事務所区域	125	20,000	-	-
洗車場および発電設備	1.8	2,880	-	-
砕石および肥料化プラント	-	-	25	40,000
汚水処理施設	100	16,000	10	16,000
その他	-	-	9.4	15,040
埋立可能地	426.7	682,720	241.6	386,560
合計	581	929,600	368	588,800

注 * コンポストの後熟ヤード予定地を含む。

図6-2 必要埋立面積

必要埋立面積



7 処理方式の代替案について

人口の集中と生活向上により、都市が処理すべきごみ量は急激な増加傾向をたどっている。また、プラスチックなどで代表される化学製品や品質改良のための複合品の出現も市民の生活様式を変え、ごみ質の多様化となって現われている。これらは従来から行われてきた処理概念では対応できなくなっており、いわゆる「ごみ問題」として、各都市の清掃担当者を悩ませている。都市がごみ問題を解決するための努力は、その量と質に対する適切な処理方式への探究に向けられているといえよう。

環境保全の高度化への対応、処理コストの低減化、物質資源またはエネルギー資源への再利用化、施設の安全性と維持管理の容易性などの諸事項をどのように満足させ、しかも量と質の問題に対応できるかどうか、処理方式採用への条件となっている。

排出されたごみは、収集されて中間処理施設を経て最終処分地に、あるいは、直接最終処分地に搬入されるのが、ごみ処理における基本フローである。このフローの中で最も効果的な処理方式を選び組合せること 必要である。

以上のことを考慮に入れて処理方式を検討するとしても、決定要因となるものは、ごみ質への適応性と最終処分地取得の難易性に絞られることになるであろう。ごみ質が焼却、コンポスト、その他の中間処理方式に対する制約条件の一つであり、また、いかなる中間処理を行ったとしても、処理過程から発生する残渣物は、最終的には処分地に依存せざるを得ないことから、この確保の難易がもう一つの制約条件となるからである。

当市に適合した処理方式を検討するにあたっては、現況と今後の推移を考慮した立場にたって、(1) 現行の埋立て方式の環境への影響評価と管理埋立て移行への可能性検討 (2) 中間処理施設としてのコンポストと焼却に対する評価と焼却を採用した場合の市の処理体系への影響 (3) その他処理方式に対する評価。などに問題が絞られると思われる。さらに、水上輸送を含めた収集輸送における中継基地の評価。などの諸事項の検討も必要となるであろう。

これらの検討については、次年度以降において詳細に調査される予定である。

今年是一般に使用される代表的な処理方式について、それぞれの持つ長所、短所および配慮点について略述し、当市が採用している処理方式についての改良を助案しながら、代替処理方式選択にあたっての配慮事項を述べるにとどめる。

7.1 コンポスト

紙、プラスチック、金属、ガラスなどの有価物が有効に再利用され、排出されるごみが厨芥中心となる都市の場合においては、コンポストによる有機肥料の回収を図る処理方式を考えることは適切である。

この方式が成立するためには、肥料を受け入れる農村側の条件をいかに満たすかが重要なこと

であり、また、最終処分地の確保が容易であることが前提となる。

ごみ質の多様化した現在、製品としてのコンポストに混入する不適物を極力除去することが必要である。化学肥料の過剰使用の結果、土地の生産力の減衰は有機肥料の有力な供給源として、コンポストを見直す気運が一部の国におこっている。

*長 所

- (1) 耕地の有機質不足を補える。
- (2) コンポスト化の技術は確立されており、実施上の危険負担は少ない。
- (3) 都市と農村とを結びつけることができる。
- (4) 公害を起こし得る問題点は少ない。

* 短所と配慮点

- (1) ごみ処理目的の一つである減容性に欠ける。

このことは、最終処分地への負担が大であり、処分地の確保が困難、あるいは、遠隔地に求めざるを得ない都市において、運搬距離増による経費の上昇、運搬効率の低下など収集部門における能力低下となる。

- (2) ごみ質の多様化による製品中に含まれる夾雑物の混入増加。
- (3) 製品の市場が確立されにくい。例え確立されたとしても、適当な距離内に確保されぬかもしれない。この場合は輸送費が致命的となる。

流通機構は販売促進のため、確立しなければならないが、多くの努力を必要とする。

- (4) 年間の需要変動に対する製品保管場所の確保。
- (5) 施設に対する投下資本、運転費、ごみの収集運搬費など事業全体からみて、焼却に比べて必ずしも有利とは言えない。

当市におけるコンポスト施設の現状調査の結果については、本報告書II-4に記述した。製品中に含まれる夾雑物減少化による質の向上、農村側の需要喚起、コンポスト化工程からの排出残渣物の埋立地への負担軽減などの対策が必要であろう。

7.2 焼 却

焼却は次のような状況下では有利な方式である。

- (1) 埋立地が経済的な距離内に確保困難なとき。
- (2) ごみ質が焼却可能な発熱量を持つとき。
- (3) コンポスト製品の市場に問題があるとき。

焼却は古来より使用され、十分開発された処理方式である。ごみ処理面からみて、減容効果が大であり、早急な無機物への安定化ができることは、他の方式に比べて最大の魅力である。高度

に機械化された近代的な連続焼却炉は、高温焼却により臭気を分解し、排煙中のばいじん除去も容易である。このことは、市街地での建設を可能としている。

さらに、発生した熱を回収し蒸気あるいは電力などの形として、施設内での利用のほか外部に売却される。

このような方式は、西独、フランス、スイス、オランダおよび日本などにおける各都市において採用されている。

* 長 所

- (1) 減容効果は最終処分地である埋立地の寿命を延ばすことができる。
- (2) ごみの多量発生源である市街地に建設でき、遠隔埋立地への運搬量の軽減が可能。
- (3) 短時間で処理が完了するので、多量処理が可能。
- (4) 技術的に確立されている。

* 短所と配慮点

(1) 焼却が維持できるようなごみ質であること。低質ごみの場合は補助燃料を使用することになる。

(2) 焼却により有害物を発生するものは、除外施設の設置を必要とする。施設設置で解決できないものは、不適物として別途処理を考える必要がある。

(3) 操作が複雑であり、高度の技術訓練を要する。

(4) 炉の運転に対する計画性が必要である。

機器の正常な運転を保持するため、保守点検の計画的な実施導入を要する。発電付焼却施設の年間稼働率は、一般に80%前後とされている。ごみ処理計画には信頼度を含めておく必要がある。

(5) 資本投下が大である。

排煙、排水などに対する環境汚染の防止のため、施設に対する投下資本および運転経費は大きな負担となるかもしれない。

当市のごみ質に関しては、本報告書II-3に記述した。安定した焼却が可能であるか、否かについては、さらに数多くのサンプリングによる測定を必要とする。

ごみ中に含まれる厨芥の多いことは水分が高く、また灰分が多いことも発熱量を低める結果となる。しかし、ごみ質は市民生活の向上とともに発熱量が高まるという一般的な見方から、もし現状において焼却を行う立場をとるとすれば、いかに焼却に適したごみを確保するかを考えることが大切である。

当市の現況からみると、具体的な第一の手段として、厨芥の混入を高める青果および魚類のマーケットからの排出ごみの別途処理、一般家庭からの厨芥排出時の水切り実行、ごみ保管容器へ

の雨水混入防止などの対策が求められるであろう。さらに場合によっては、第二の手段として、家庭排出の厨芥を分離して処理することも考えねばなるまい。

低質ごみの焼却に経験豊かな都市の技術を採用することは、望ましいことである。また、コンポストプラントに附属する焼却炉によって、炉の操作に関する技術経験と資料の蓄積を図ることとは、有益なことと思われる。

焼却施設を計画する場合の課題として、その設置場所、施設規模などの具体的事項については、対象とする地域の環境対策その他多くの事項のほか、収集運搬、現存のコンポスト施設や埋立地との関連などを含めた技術的、経済的の検討と評価が行われるべきであり、綿密な調査を必要とする。

7.3 管理埋立て

ごみ処理における最終処分地は、埋立てである。中間処理による変形、変質が行なわれたとしても、二次的に発生する残渣物の処分先として、埋立地が必要であることは既述した。

埋立ては一般に、陸上地表が利用されるが、廃坑、海面などの利用例もある。

環境保全に対する住民の監視の高まりは、埋立地の取得困難、管理強向の傾向を示している。このことは埋立地周辺の環境保全強化として、関係施設の整備、統制ある管理実施の必要性の高まりとなり、埋立経費を上昇させている。しかし、埋立地は、増加を続け多様化する都市のごみに対し、他の処理方式に比べて受入れ許容能力が大きく、経費面でも安価であり、処理施設としての信頼度は高い。

このように、ごみ処理に関して主要な位置を占める埋立地については、計画的な管理の実施により、利用可能期間の延命を図り、有効使用を心掛けることが最も重要であると考えらる。

* 長所

- (1) 受入れごみに対する制約が少なく、管理が容易である。
- (2) 施設開設のための調査費、建設費は一般条件下では安価であり、操業費も安い。
- (3) 短期間で操業可能
- (4) 跡地利用が可能かもしれない。

* 短所と配慮点

- (1) 正しい管理基準のもとに監視されず、投棄地となる恐れがある。
- (2) 住民の反対により、新しい埋立地確保の困難度が増してきている。
- (3) 浸出水の汚染対策は十分行う必要がある。
- (4) メタンガス対策も必要。
- (5) 十分な覆土材の確保が必要である。

埋立地確保の問題は、大都市が抱える悩みの一つである。幸いにして、当市における埋立可能容量は、今後の排出量増を見込んで、10年以上確保されていることが、今回の調査で推計された。しかし、用地の取得には長期間の歳月を要することが一般的である。常に埋立て可能容量の把握を行い、先行投資に心掛けることが望まれる。

現行の埋立ては、実験的に行っている管理埋立てを除き、投棄埋立てが主力である。投棄埋立てから脱却して管理埋立てへの移行が望ましいが、覆土材の確保が困難な当地の現況においては、これをいかに確保し、少量の使用で実効ある工法の探究など、先づ解決しなければならぬ事項がある。

7.4 その他

7.4.1 新処理方式

現行の処理方式に対し、環境保全の高度化、資源再利用化などの社会要求の高まりに答え、新処理方式の開発が試みられている。これらは、処理工程から発生する系外排出物の無害化を前提とし、各種の資源化を試みるものである。

資源化は、二つのグループに分けられる。その一つは、物質回収を目的とするもので、目的回収物に応じた分離器や分級器を組み合せ、紙、鉄、アルミニウム、ガラスなどの回収再利用を図るものである。他の一つは、種々の方式により、ごみからエネルギー回収を試みるもので、熱分解による油およびガス、メタン菌の分解によるメタンガスを得る開発などが行われている。

これら資源化に対するプロセスにおいて、第一に当面する問題は、混合収集されたごみの中から、目的とする原料をいかに取り出すか、原料の純度をいかにあげるかである。このため、大部分のものは前処理として、破碎と分別を前提としており、これらの開発は進んできた。

しかし、新処理方式と呼ばれる多くのものは、いまだ開発過程にあり、実用化の域に達しているものは少ない。大都市における処理施設として普及するためには、今後の開発と時間が必要である。

7.4.2 破 砕

破碎はコンポスト、焼炉、埋立てなどの処理方式において、粗大物の減寸化を目的として採用されている。当市において、すでにコンポストプラントにおける設備の一部として使用されているので、中間処理施設におけるものは略し、最終処分地に利用する場合について述べる。

* 長 所

- (1) 埋立地の寿命を延ばせる。
- (2) 或る条件においては、毎日の覆土材は不要となるかもしれない。
- (3) ごみの圧縮効果を高め、作業の容易性を増す。

(4) ねずみの発生問題が減少する。

＊ 短所と配慮点

(1) 設置のための投資、日常の運転経費が出費となる。とくに機械の保全、修理のための経費が高い。

(2) 或種のもは事前に除去するか、特別の操作を必要とする。また、運転停止の頻発、投入ごみによる爆発や火災発生事故も起こり得る。

(3) 騒音の発生

などが一般に挙げられる。埋立て前に破碎を行うことは、覆土材の確保が困難である本市において、破碎したごみが覆土材を使用しないで済むか、使用するとしても少量で済まし得るかもしれない。

破碎は、輸送における中継地点に設置することも考えられるが、破碎後の減容性からみて、運搬上の利点は少ないので、その効用は薄い。

7.4.3 圧 縮

圧縮は埋立地まで、ごみの長距離輸送を必要とする場合。また、埋立地の利用に限界がある場合において、考えられる方法である。

＊ 長 所

(1) 圧縮の効果としての減容化は、埋立地の寿命を延ばし得る。

(2) 埋立地の操業費、長距離輸送のための運搬費を安くできる。

＊ 短所と配慮点

(1) 一度圧縮されると資源としての再利用化が阻害される。

(2) 埋立ての目的の一つである大地への還元が、一時的であれ停止される。

(3) 汚水の大量流出対策を必要とする。

本方式は長距離輸送を余儀なくされる場合に考えてもよいように思われる。しかし、本市におけるごみ質の現況からみると、厨芥類の多いことは減容効果への期待は少ない。また、圧縮による大量の滲出水の処理を考えると、効果的な方法とはいえない。

8 統計データの整備

市清掃局技術部は、清掃に関する統計調査を所掌事務としている。とくに排出量、ごみ質など事業全般にかかる現状調査、将来予測などを行う立場にあり、通常は、区からの収集量や収集車の稼働状況のデータを収集・分析している。一方コンポストプラント部では、各施設から処理実績、各区から埋立地への搬入量の記録を収集している。コンポストプラント部は、コンポストプラント部の管轄に属し、データの入手は容易であるが、ごみ収集は、市の各区が受け持ち、清掃局とは独立しているため、収集量、埋立地への搬入量の報告など十分有効な協力が得られていない現状にある。いかにして全区から定期的にかつ清掃局の要請に応じた形の報告を得るかが大きな問題である。本章では主に技術部で担当するもののうち、改善の容易と思われるもの、現状の収集データで推定できる基礎的な数値について、本調査期間中気付いた点を記した。

8.1 排出量とごみ質

収集計画立案に排出量の変化の把握が必要とされるように、清掃事業のほとんどの分野で、排出量とごみ質の統計的な理解が不可欠である。一般的には、次の様なデータの整備が必要とされている。

排出量については、

- 1人1日当りの排出量
- 種別ごとの排出量（家庭排出、マーケット排出、公共施設排出、工場排出他）

ごみ質については、

- 物理組成
- 見掛比重
- 水分

排出量とごみ質の将来予測には、過去の体系的なデータが必要である。排出量については、定期的な調査が望ましい。しかし、実地調査には手間がかかる。そこで、市当局の所有するデータを有効に活用することが勧められる。たとえば1人1日当りの排出量は各区で備えていると思われるごみ手数料徴収台帳に基づく収集世帯数、各区の月間収集量および市の世帯当り平均人員から求めることができる。ごみ質については、季節変動がとらえられるよう定期的に継続調査をすることが望まれる。

8.2 収集・運搬・処理の実績

清掃局には、24区、3処理施設からそれぞれ収集、運搬の日報および月報、処理場への搬入ごみ量の日報が送られている。各報告の記入内容は下記のとおりである。

(a) 収集 運搬日報

回転数、収集および輸送時刻、走行距離、燃料供給、車両の稼働、非稼働、運転手と収集員数、収集残量、そして搬入先が各車ごとに毎日記録されている。この記録は、毎週一週間分まとめて報告されている。

(b) 収集・運搬月報

車両容量ごとの回転数と車両数、およびそれらの月計、または従事職員、ごみ収集量の月計が毎月報告されている。

(c) 搬入ごみ量の日報

車種（架装車、非架装車）別に分け、車両の所属区名、車両番号と容量と合わせて搬入時刻と搬入量が報告されている。

(1) 記録項目について

雨季は、ごみ質と収集作業に大きな影響があると思われるので、収集および処理の作業実績の判断に役立つため、日報に天候の記録を追加するとよいと思われる。

(2) ごみ収集量の推定

ごみ収集量は、収集車の容量に積載率と回転数を掛けて求め、コンポスト施設への搬入量は、計量器で実測し、直接埋立地への搬入ごみ量は、目測で判断している。このうち計量器による実測が最も正確と思われた。報告に使用されている積載率は、客観的に決められておらず、値が各区まちまちで実情を正確に反映しているとは思われない。「搬入ごみ量の日報」を利用し、定期的に積載率を求めることを勧告したい。これにより積載率の精度が上がれば、収集量のデータの精度も上昇する。積載率は、積載ごみ重量を容量で割れば重量換算の積載率が求まる。これを見掛比重で割れば体積換算の積載率が得られる。この積載率は車種別、収集地区別、ごみ種別ごと求めるのが望ましい。

収集実績の統計の確度と信頼性を高めるには、各々の記録を比較することが望まれる。

8.3 収集サービス向上のための情報収集

ごみの収集は、公的なサービスであり、住民にとって不快、不衛生のもととなりかねないので、苦情が寄せられることが多い。清掃事業を円滑に進めるためには、この住民からの苦情を十分理解、把握することが欠かせない。各区あるいは、関係機関に寄せられる苦情を収集・分析することが望まれる。

8.4 作業の効率と経費

清掃事業は、一般生産活動とは相違するので、効率、コストをそれと比較するのは困難と思われる。しかし、経時的に追って行けば、事業の改善に役立ち、事業の一部を民間に委託する時の参考になろう。現在市当局へ報告されているデータと支出から求められる効率、コストの項目を

下に示す。

(a) 作業効率

(i) 収集

- 収集員1人当りの受持ち家庭数
- 収集員1人当りの収集量

* 収集作業員の待ち時間を除いた収集時間の調査が望まれる。

(ii) 運搬

- トラック1台当りの回転数
- 1回転当りの走行距離

* 標準運搬距離の設定およびそれと実績との比較が望まれる。

(iii) 車両管理

- 出庫率
- Km当りと運転時間当りの故障率
- Km当りの燃料消費量
- 潤滑油他オイル消費率

* 報告の中に車両の故障率を含める必要がある。

(iv) コンポストプラント

- 年間運転日数
- 1日当り運転時間
- 1日当り処理量
- 1日当りユーティリティ使用量
- 年間資源回収量

* これらの項目には、コンポストの運転日報が必要である。現在、各施設で克明に記録が採られているので、整理の上利用することが必要であろう。

(v) 埋立地

- 1日当り埋立量

(b) コスト

- ごみトン当りの収集コスト
- 各運搬経路ごとのごみトン当りの運搬コスト
- ごみトン当りの処理コスト
- ごみトン当りの総コスト
- 収集対象人口当りのコスト

* 最後の項目については、収集対象人口のデータが必要である。

Ⅲ 次年度調査の内容についての勧告

初年度調査の結果に鑑み、次年度調査の内容として次の項目が盛り込まれるべきである。

- 1 ごみの排出と性状の解析
- 2 現行ごみ処理システムの調査と解析
- 3 技術面から見て可能な(望ましい)いくつかのシステムの提示
- 4 その環境影響評価
- 5 同じく経済評価
- 6 最適システムの提示
- 7 管理運営組織に関する勧告

Ⅳ 技 術 移 転

バンコック市清掃局は、市当局の環境衛生重視の現われとして、約3年前下水道部門と分離、局として独立した。したがって、局としての歴史は浅く、基礎固めの段階にあるといえる。構成される職員も若い人が多く、技術力と経験は十分とはいえない。しかし、われわれの接触した範囲において、これら職員の職務に対する意欲は旺盛であり、今後の市清掃行政の発展は、これら職員の活動に負うことになるであろうと期待される。

今回の調査は市固型廃棄物システムの検討整備という目標のための基礎資料を得るためのものであった。調査の中心となったものは、ごみの排出量と質、現行の収集運搬と処理方式に対する状況把握であった。

これらの調査活動を通じて、タイ側職員に技術移転が行われたが、主体となったものはつぎに述べる2項目であった。

1 排出量調査

各家庭から排出されるごみ量の実態を袋という形式で把握した。この方式は他都市においても実績は少なく、事前準備、サンプル抽出協力世帯との接触、試料収集、計量、資料の整理と解析などの一連の作業を通じて調査手法を習得させるとともに、ごみの排出実態についての認識を深めさせ得たと思う。

2 性状調査

ごみの組成を知るため、袋ごみと搬入ごみの二種類に対し実施したが、サンプリング方法、組成分類、乾燥などの諸作業と資料の整理を通じて、分析の手順を習得させるとともに、ごみの特性について理解を深め、かつその把握の重要性について認識させ得たと思う。

JICA