

Appendix 2.19 物資消費量将来推計

基本関連物資の生産量または輸出入量を Table AP 2.19 に示す。消費量は生産量、輸出入量、在庫増し量を差し引きして求められる。在庫増し量は一般的に量が少ないことと統計資料が入手しにくいことのために無視することにした。また、輸出入量が無視できる生産物資については、輸出入量をも無視した。また逆に生産がほとんど無視できる物資については、生産量を無視した。

経済統計を分析して求めた国内物資消費量（実際には生産量等）指数の推計式を Table AP 2.20 に示す。

国内各地の物資消費量は、その地方の GPP に比例していると考えられる。したがって、バンコック市内の物資消費量指数は、バンコック市 GPP の GDP シェアの変化を示す倍率で国内物資消費量指数を修正して求めることができる。

鉄鋼、食料消費量推計と、草木ごみ推計については特別の分析をしたので次に若干の説明を加える。

鉄鋼の消費量は、「Feasibility Study of Truck Terminal Project-1979 JICA」の将来推計を採用することにした。

食料消費量推計に当っては、「Socio-Economic Survey 1975-76, Greater Bangkok Metropolitan Area, National Statistical Office」の資料をもとに、個人消費支出と食料消費支出との関係について横断面解析し、個人食料消費量指数推計式を次式のように求め、この式を使って将来推計した（個人消費支出と食料費とを Table AP 2.21 に示す。）。

$$y = 59.6 + 0.3298x$$

where, y = Per capita expenditure for food and beverages
(Baht/person)

x = Per capita consumption expenditures
(Baht/person)

将来の個人消費支出は、それが一人当り GPP の一定割合を常に占めるとして、一人当り GPP の将来推計値から求める。一人当り GPP は、Table 2.8 より、Table AP 2.22 のように推計された。

個人食料消費量増加指数に人口増加指数を乗じて、バンコック市内食料増加指数を求めた。

草木ごみは Food source 75%、garden and road source 25% の構成比と推定したうえで、個々の排出源の増加から将来増加量を求めた。Food source 分は厨芥と同じ増加を示すと推定し、また、garden and road source は収集面積の増加と同じ増加を示すと推定した。

Table AP 2.19 Production, imports and exports of materials

Year	Index of GDP (the year 1972=100)	Paper ^{#1} production (t)	Textile ^{#2} production (1,000 sq. yd)	Plastics ^{#3} production index (the year 1971=100)	Rubber ^{#4} output- export	Leather ^{#3} footwear production index (the year 1971=100)	Aluminum and Articles thereof ^{#5}		Copper and Articles thereof ^{#5}		Wholesale price index ^{#6} (the year 1968=100)	Class ^{#1} production index (the year 1971=100)	Ceramics ^{#3}	
							imports	exports	imports	exports			pottery & earthenware production index (the year 1971=100)	ceramics production index (the year 1971=100)
1970	89.8		495,992		11.6						102.8			
1971	96.0		665,995	100	9.0	90	297.4	13.2	0.6	184.0	103.1	149	100	123
1972	100.0		800,292	116	19.2	109	477.8	48.1	1.5	294.1	111.2	166	102	159
1973	110.5		977,540	110	22.8	108	702.9	90.3	20.8	408.6	136.6	166	84	166
1974	116.0		941,399	77	19.5	122	-	-	-	-	176.1	159	89	173
1975	125.0	25,075	1,149,714	-	16.5						182.6			
1976	136.6	26,389	1,324,259	116	19.5	216	-	-	-	-	189.8	182	105	171
1977	146.6	32,018	1,493,696	196	29.1	190	1,009.0	187.9	0.3	635.1	199.9	241	113	198
1978	163.8	33,392	1,727,640	222	24.8	498	1,116.3	176.6	6.0	662.1	219.8	253	110	182
1979	174.8	42,233	1,839,309				1,674.4	257.9	0.1	984.1	244.5			
1980	187.4		1,968,288				2,146.1	349.8	0.9	983.1	293.6			

Source #1 Industrial Economics & Planning Division, Ministry of Industry

#2 Thai Textiles Manufacturing Association

#3 Quarterly and annual industrial production indexes, 1978, National Statistical Office

#4 Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives

#5 Foreign Trade Statistics of Thailand, Department of Customs

#6 Department of Business Economics, Ministry of Commerce

Table AP 2.20 Forecast equation of material consumption volume in future

(1) in Thailand

Material	Forecast equation	Variables	
		y	x
Paper	$y = -16,200 + 321.52 x$	production (t)	index of GDP (the year 1972 = 100)
Textile	$y = -725.6 + 14.77 x$	production (million sq yds)	index of GDP (the year 1972 = 100)
Plastics	$y = -86.3 + 1.7725 x$	production index (the year 1971 = 100)	index of GDP (the year 1972 = 100)
Rubber	$y = -88.27 + 1.3924 x$	output - export (1,000 m ³)	Year - 1900
Leather	$y = -1.638 + 23.86 x$	production index	Year - 1900
Aluminum and Copper	$y = -114.2 + 5.2919 x$	imports-(exports + re-exports)(million Baht at 1968 prices)	index of GDP the year 1972 = 100)
Glasses	$y = -33.9 + 1.7287 x$	production index (the year 1971 = 100)	index of GDP (the year 1972 = 100)
Ceramics, pottery and earthenware	$y = 44.9 + 0.6821 x$	production index (the year 1971 = 100)	index of GDP (the year 1972 = 100)

(2) in Bangkok

Material	Forecast method		
	Consumption volume growth rate (annual)(%)		
	1977 - 1981	1982 - 1991	1992 - 2000
Steel	8.6	7.4	6.1

Table Ap 2.21 Percapita consumption expenditures
- Greater Bangkok Area

Percapita consumption expenditures (Baht)	Household Size (person/household)	Consumption expenditures for Food & Beverages (Baht)
less than 265	7.6	920
266 - 335	7.2	1,151
336 - 396	6.5	1,166
397 - 457	6.0	1,236
458 - 517	5.6	1,273
518 - 589	5.7	1,444
590 - 708	5.3	1,470
709 - 844	4.8	1,512
845 - 1,159	4.3	1,585
1,160 and over	3.4	1,710
average	5.7	1,345

Source : Socio - Economic Survey 1975 - 76,
Greater Bangkok Metropolitan Area,
National Statistical Office

Table AP 2.22 Percapita GPP

Fiscal year	Percapita GPP at 1972 prices (Baht)
1973	11,200
1974	11,500
1975	11,730
1976	12,490
1977	13,320
1978	14,440
1979	15,620
1980	16,500
1985	21,400
1990	26,900
1995	31,800
2000	37,500

Adapted from Table 2.8

Appendix 2.20 ごみ中水分の推定式

Table AP 2,23 Estimation formulae for moisture contents in each solid waste component

Solid Waste Component	Formulae
	y : Moisture content in each component(wt %) x : Garbage and plant content (dry basis)(wt %)
Paper	$y = 52.50 + 0.1799x$
Textile	$y = 31.00 + 0.4769x$
Garbage	76.6
Grass and wood	64.2
Plastics	$y = 29.68 + 0.3384x$
Rubber, leather	17.9
Ferrous metal	5.5
Non-ferrous metal	1.5
Glass	1.8
Stones, Ceramics	10.1
Bones, Shells	29.4
Miscellaneous	45.4

Determined by the Study team on the basis of the results of "Survey of Properties and Generation of Solid Waste" carried out in 1979 to 1981.

Appendix 2.21 ごみの元素組成.

Table AP 2.24 Elemental composition in each component of solid waste

(wt %, dry basis)

	Ash	C	H	N	O	S	Cl	Higher calorific value kcal/kg (dry basis)
1. Paper	15.6	40.2	5.5	0.59	37.7	0.05	0.33	4,040
2. Textile	11.3	45.4	5.4	0.67	36.9	0.04	0.26	4,530
3. Garbage	19.3	39.2	5.2	1.60	34.4	0.10	0.21	3,840
4. Wood and plant	22.8	39.2	4.9	1.15	31.6	0.06	0.26	3,960
5. Plastics	13.2	66.1	10.2	0.70	9.1	0.06	0.63	9,980
6. Rubber, leather	23.8	45.0	5.6	3.03	21.6	0.37	0.61	5,050
7. Miscellaneous (>5)	45.7	28.9	3.3	1.28	20.7	0.05	0.10	2,540
8. Miscellaneous (≤5)	59.0	21.7	2.5	0.91	15.8	0.03	0.09	2,231

Determined by the Study team on the basis of the results of "Survey of Properties and Generation of Solid Waste" carried out in 1979 and 1980.

Appendix 2.2.2 発熱量の推計方法

発熱量計算式は、Bomb カロリーメータの発熱量をもとにして計算する次式を用いる。

$$H_u = H_o - 600 (9h + W) \quad (\text{Eq. 1})$$

where, H_u : Lower calorific value of 1 kg of wet solid waste. (kcal/kg)

H_o : Higher calorific value of 1 kg of wet solid waste (kcal/kg)

h : Hydrogen content in 1 kg of wet solid waste (kg/kg)

W : Moisture content in 1 kg of wet solid waste (kg/kg)

高位発熱量 H_o は、ごみ組成項目の高位発熱量を用いて次式で求める。

$$H_o = \sum_i H_{oi} \cdot \frac{C_i}{100} (1 - W) \quad (\text{Eq. 2})$$

where, C_i : Share of solid waste component 'i' in dry solid waste (wt%, dry basis)

H_{oi} : Higher calorific value of solid waste component 'i' (kcal/kg, dry basis)

湿ごみ中の水素の割合 h は、Table A P 2.2.4 に示す組成項目毎の水素の含有率を用いて次式で求める。

$$h = \sum_i h_i \cdot \frac{C_i}{100} (1 - W) \quad (\text{Eq. 3})$$

where, h_i : Share of hydrogen in dry solid waste component 'i'

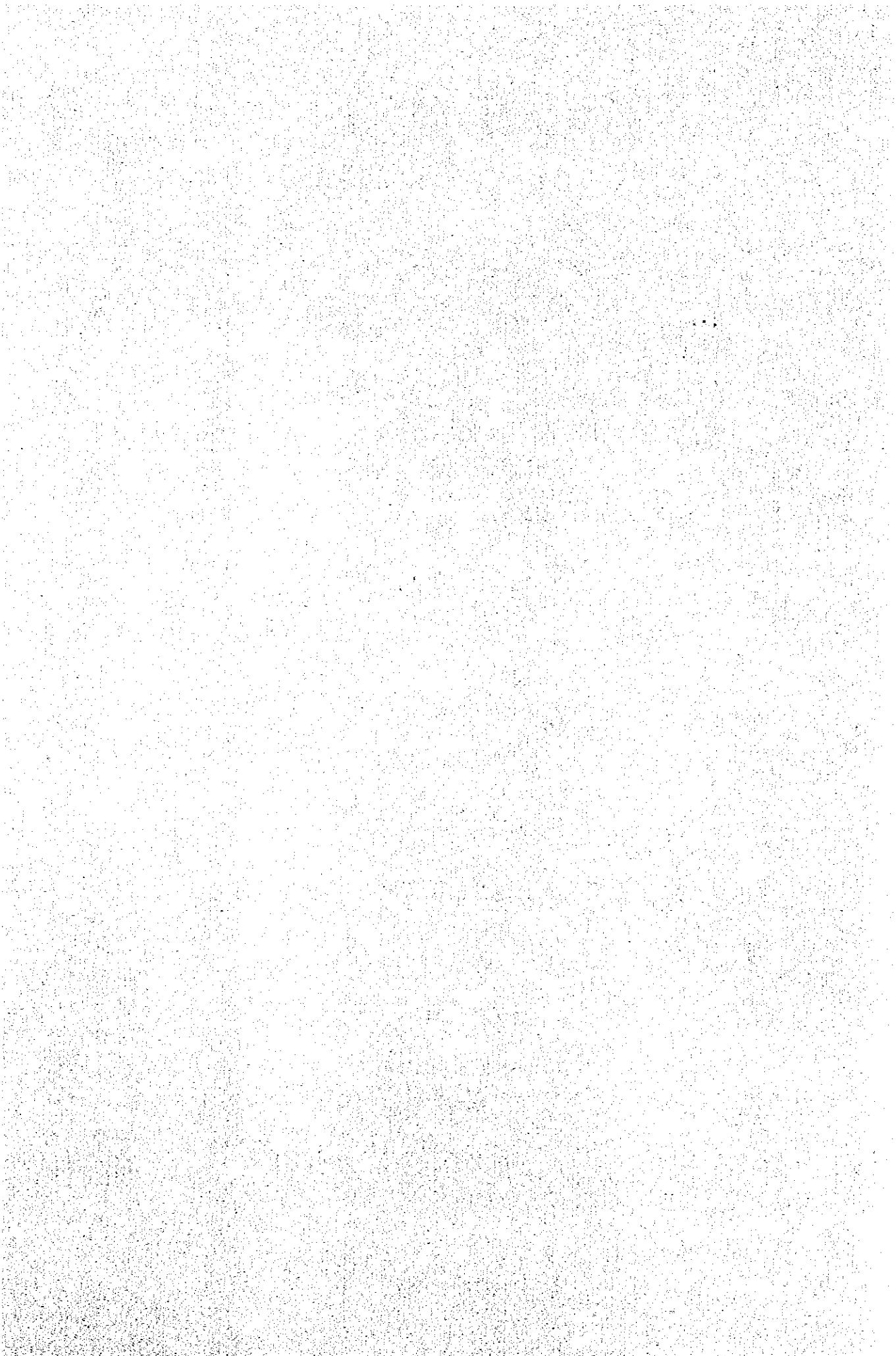
(Eq. 2) と (Eq. 3) を (Eq. 1) へ代入して、次式を得る。

$$H_u = \alpha \frac{100 - W}{10,000} \cdot \sum_i (H_{oi} - 5,400 h_i) C_i - 6W \quad (\text{Eq. 4})$$

ここに、 α は 1980 年のごみ組成、水分等を上式 (ただし $\alpha = 1$ とおく) へ代入して得られる計算値と実測値との相異を修正するための係数である。

第3章 短期改善案の勧告

	ページ
3.1 バンコック市の現行ごみ処理システムの概要	Ap 3-1
3.2 ごみ収集マニュアル	Ap 3-32
3.3 収集車の軽整備	Ap 3-41
3.4 車両の日常点検整備	Ap 3-42
3.5 車両の定期点検整備	Ap 3-43
3.6 コンポスト工場の運転管理マニュアル	Ap 3-46
3.7 コンポスト工場の保守管理マニュアル	Ap 3-47
3.8 自動車運転手研修(実施案)	Ap 3-48



Appendix 3.1 バンコック市の現行ごみ処理システムの概要

1. General

- Bangkok

Table AP 3.1

Areas	1,568.7 km ²	As of
Population	about 5.1 million persons	Jan. 1980
Number of district	24	

- Solid waste collection volume

Table AP 3.2

Collection volume	2,008 t/d	fiscal 1981
Collection percentage	80.6%	year 1979

Collection frequency	<ul style="list-style-type: none"> • places along main street and amusement quater : every day • other places : 2 or 3 times per week
----------------------	---

2. Administrative organization

- (1) Organization of Bureau of Sanitation
See Fig. AP 3.1 (next page)

- (2) Organization of Sanitation Section of district (Jan. 1981)

Fig. AP 3.2

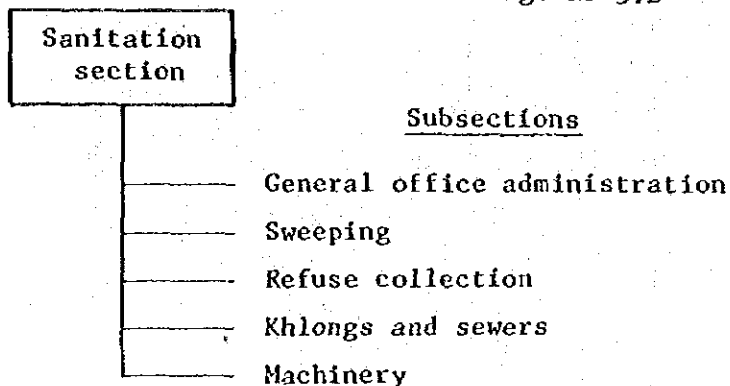
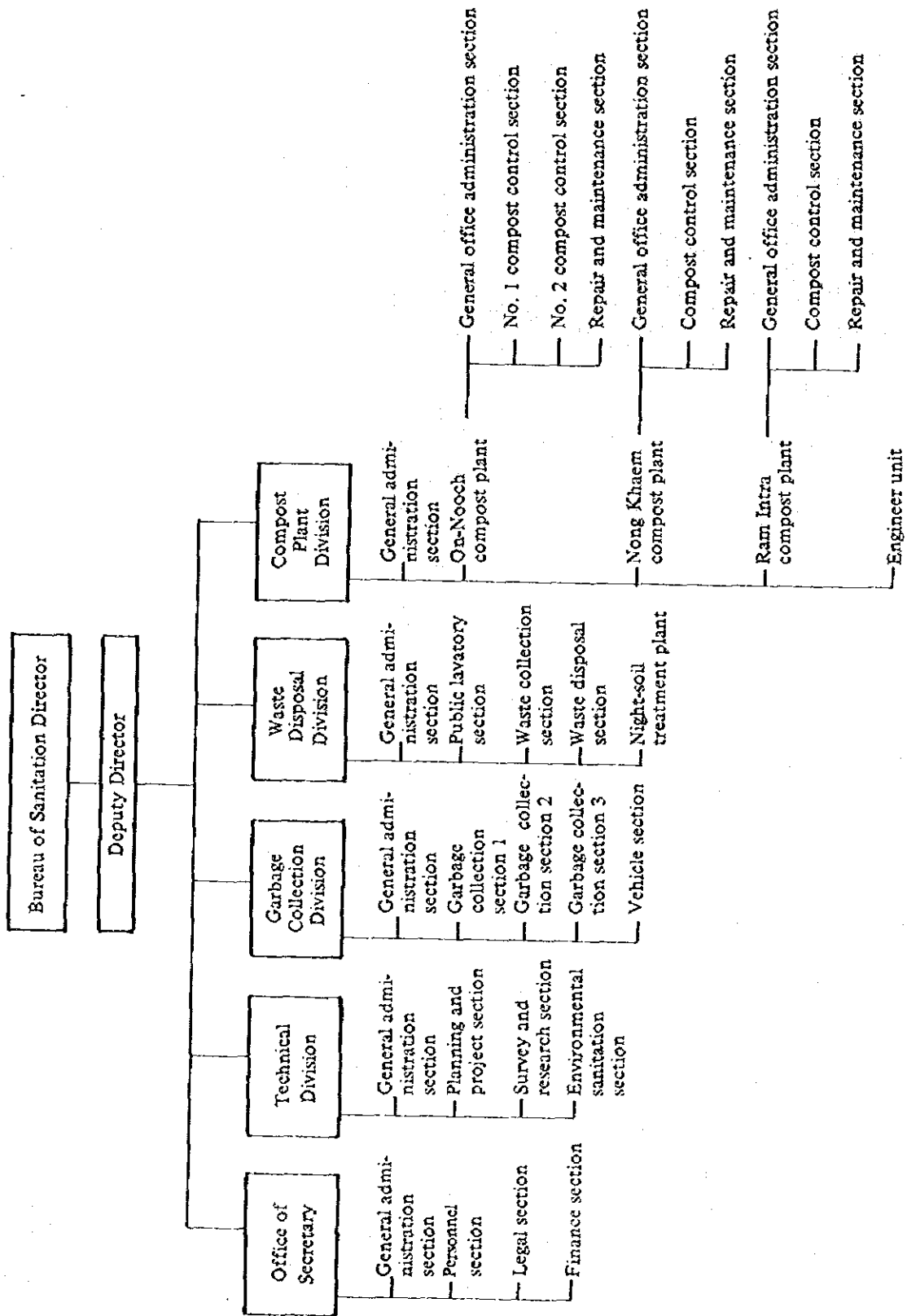


Fig. AP 3.1 Organization chart of Bureau of Sanitation (Jan. 1981)



(3) List of task allocation by Bureau (Jan. 1981)

Table AP 3.3

Bureau	Division	Allocated task
Bureau of Sanitation (BOS)	Office of Secretary	<ul style="list-style-type: none"> ◦ General affairs ◦ Personnel affairs ◦ Matters relating to the Ordinance and Acts ◦ Financial management
	Technical Division	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Planning of sanitation work ◦ Investigation and data compiling on solid waste management ◦ Maintenance of solid waste disposal facilities
	Garbage Collection Division	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Collection and transportation of solid waste from major markets and hospitals ◦ Investigation, delivery and control of collection trucks ◦ Cleaning of roads (trunk roads and the roads in business quarters)
	Compost Plant Division	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Control, operation, contact and coordination with compost plant sites ◦ Retrieval and sale of ferrous metal ◦ Control, operation, contact and coordination with final disposal sites ◦ Disposal of carcasses
	Waste Disposal Division	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Night soil treatment
Bureau of Sewage and Drainage (BSD)	Canal and Maintenance Division	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Removal of solid waste from rivers and Khlongs ◦ Procurement and control of river and Khlong solid waste collection boats ◦ Planning, construction and maintenance of wastewater treatment facilities at final disposal site
Bureau of Finance (BOF)	Revenue Division	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Manufacture and sales control of compost ◦ Revenue control of fees charged for collection of solid waste
	Mechanical Division	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Purchase of collection trucks ◦ Repair and periodical inspection of collection trucks ◦ Purchase and control of reserved collection trucks ◦ Purchase and repair of the registered BMA vehicles

Bureau	Division	Allocated task
District	Sanitation Section	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Collection and transportation of solid waste from households and the solid waste not collected by Garbage Collection Division ◦ Control and operation of final disposal site belonging to Administrative District (Tung Kru and Minburi final disposal sites) ◦ Control of collection trucks ◦ Cleaning of public areas (roads, parks, sidewalks, pedestrian bridges, temples, and markets) ◦ Collection of carcasses on the road ◦ Collection of solid waste of rivers and Khlongs
	Revenue Section	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Collection of fees charged for collection of solid waste

(4) Number of employees engaged in sanitation work (Jan. 1981)

i) BMA

Table AP 3.4

(Unit: Persons)

	General administrative employees	Workers			Total
		Road sweepers	Collection workers	Sub-total	
BOS	183	91	1,045	1,136	1,319
Districts (Sanitary Section)	158	2,762	2,742	5,504	5,662
BSD (River & Canal Control Division)	84	-	817	817	901
Total	425	2,853	4,604	7,457	7,882
Component ratio (%)	5.4	36.2	58.4	94.6	100.0

ii) District See Table AP 3.5 (next page)

(5) Location of the offices and facilities See Fig. AP 3.3

3. Budgets related to sanitation work for fiscal 1980

Table AP 3.6

(Unit: Baht)

Total BMA general budget	3,910,908,404 (A)	
Budget related to sanitation work	329,425,052 (B)	(B)/(A); 8.42%
Night soil treatment	31,235,200	
Solid waste disposal	298,189,852	
Bureau of sanitation	138,229,420	
District (sanitation section)	146,994,165	
BSD (River & canal control Div.)	1,074,375	
BOF (Technical Div. Budget for repair of collection trucks)	*43,127,092	
Total	329,425,052	

* Estimated by the Study team.

Table AP 3.5 Sanitation sections of district government offices

Jan. 1981
(Unit: person)

District	Kind of officials	Government Officials	Worker				Total
			Driver	Collector	Sweeper	Surveillant	
1	Phra Nakhon	11	38	138	259	27	473
2	Pom Prap	3	26	125	152	17	323
3	Pathum Wan	25	25	107	140	16	313
4	Sam Phan Thawong	12	14	63	113	9	211
5	Bang Rak	3	20	87	90	6	206
6	Yannawa	10	27	136	186	21	380
7	Dusit	5	38	221	226	22	512
8	Phayathai	14	32	150	230	28	454
9	Huai Khwang	7	23	97	102	11	240
10	Phra Khanong	1	52	206	150	22	431
11	Bang Khen	5	20	99	106	10	240
12	Bang Kapi	10	17	68	90	6	191
13	Nong Chok	3	1	2	17	-	23
14	Minburi	3	7	23	15	2	50
15	Lat Krabang	4	4	16	10	-	34
16	Thonburi	5	18	88	130	7	248
17	Khlong San	8	15	66	145	7	241
18	Bangkok Noi	3	17	99	171	8	298
19	Bangkok Yai	4	8	56	89	2	159
20	Bang Khun Tian	3	11	45	57	6	122
21	Phasi Charoen	7	9	61	136	6	219
22	Rat Burana	3	18	70	65	4	160
23	Taling Chan	7	2	19	20	5	53
24	Nong Khaem	2	3	9	63	4	81
Total		158	445	2,051	2,762	246	5,662

Source : Sanitation Section of each district.

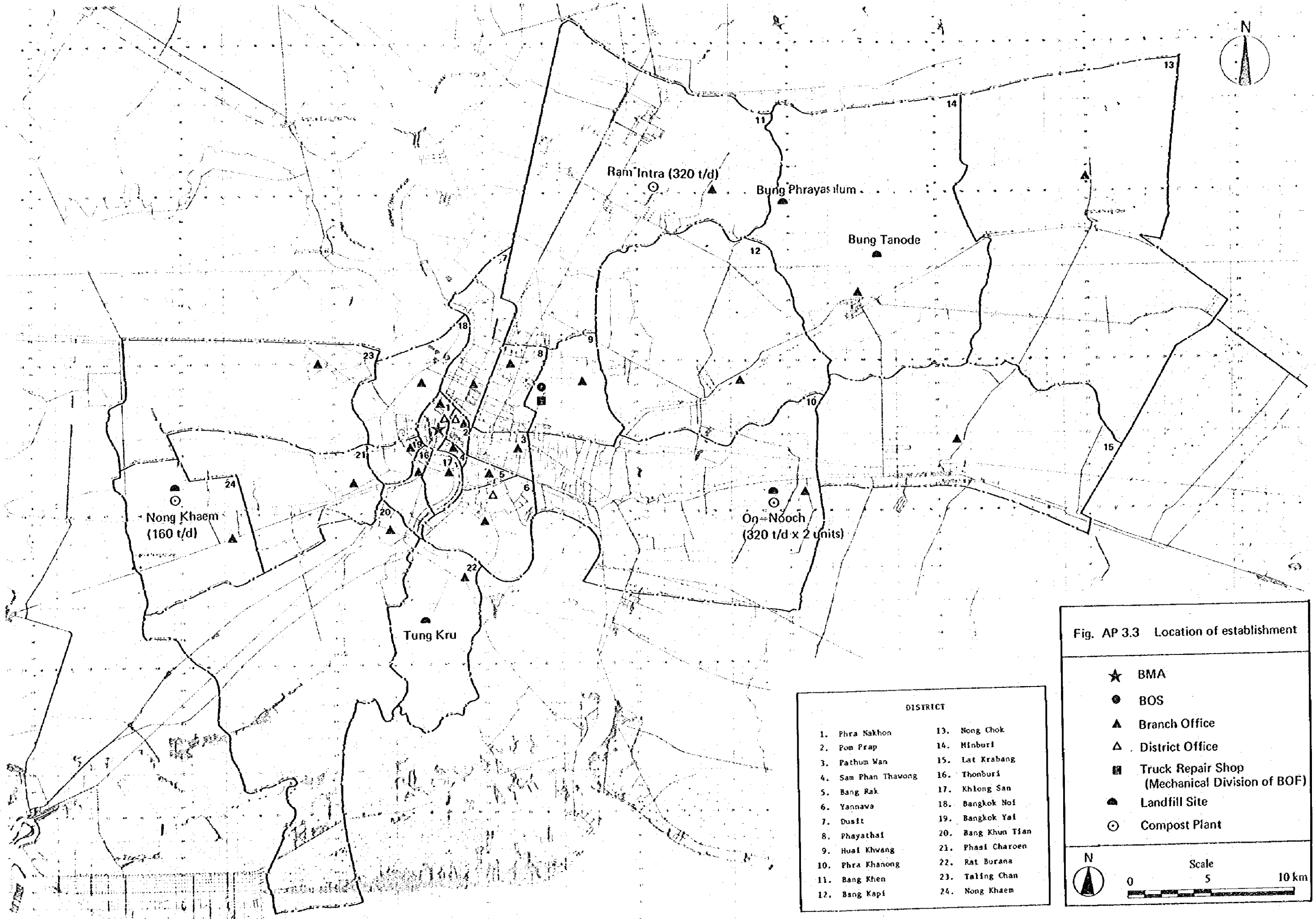
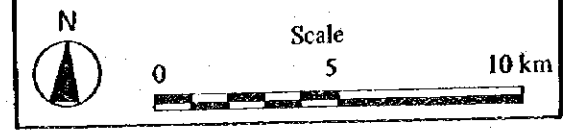


Fig. AP 3.3 Location of establishment

- ★ BMA
- BOS
- ▲ Branch Office
- △ District Office
- Truck Repair Shop (Mechanical Division of BOF)
- Landfill Site
- Compost Plant

DISTRICT	
1. Phra Nakhon	13. Nong Chok
2. Pom Prap	14. Minburi
3. Pathum Wan	15. Lat Krabang
4. Sam Phan Thawong	16. Thonburi
5. Bang Rak	17. Khlong San
6. Yannawa	18. Bangkok Noi
7. Dusit	19. Bangkok Yai
8. Phayathai	20. Bang Khun Tian
9. Hwai Khwang	21. Phasi Charoen
10. Phra Khanong	22. Rat Burana
11. Bang Khen	23. Taling Chan
12. Bang Kapi	24. Nong Khaem



4. Fee system for solid waste collection (Fiscal 1980)

(1) Fee for solid waste collection

Table AP 3.7

Source of fee	Collection volume	Collection fee
House or building	20L/d or less	4 Baht per month
	40L/d or less	6 "
	60L/d or less	8 "
	80L/d or less	10 "
	100L/d or less	12 "
	When the collection volume per day exceeds the contracted collection volume, for each 10L of excess or fraction thereof.	1 Baht
Market, factory and other places	1 m ³ /d or less	40 Baht per month
	More than 1 m ³ /d; for 1 m ³ or a fraction thereof.	40 "
	When daily collection volume exceeds the contracted collection volume, for each 1 m ³ or fraction thereof.	10 Baht
Periodic collection	1 m ³ /once or less	25 Baht per month
	More than 1 m ³ /time; for each 1 m ³ or fraction thereof.	25 Baht

Source: Article 6 (3) of Public Health Act.

(2) Levied solid waste collection fee by districts

See Table AP 3.8 (next page)

(3) Levied solid waste collection fee by years

Table AP 3.9

Fiscal Year	Collection Fee Paying Households (No. Households)	Levied Collection Fee (Baht)
1974	24,606 + (Some households which can't fix a households number)	10,055,058
1975	25,512 + (")	9,745,115
1976	-	10,202,020
1977	59,829 + (")	11,038,114
1978	100,699 + (")	11,726,162
1979	116,126	12,507,892
1980	97,752	14,206,631

Source: Revenue Division of Bureau of Finance.

5. Solid waste management cost flow

See Fig. AP 3.4

Table AP 3.8 Levied solid waste collection fee by districts (1980)

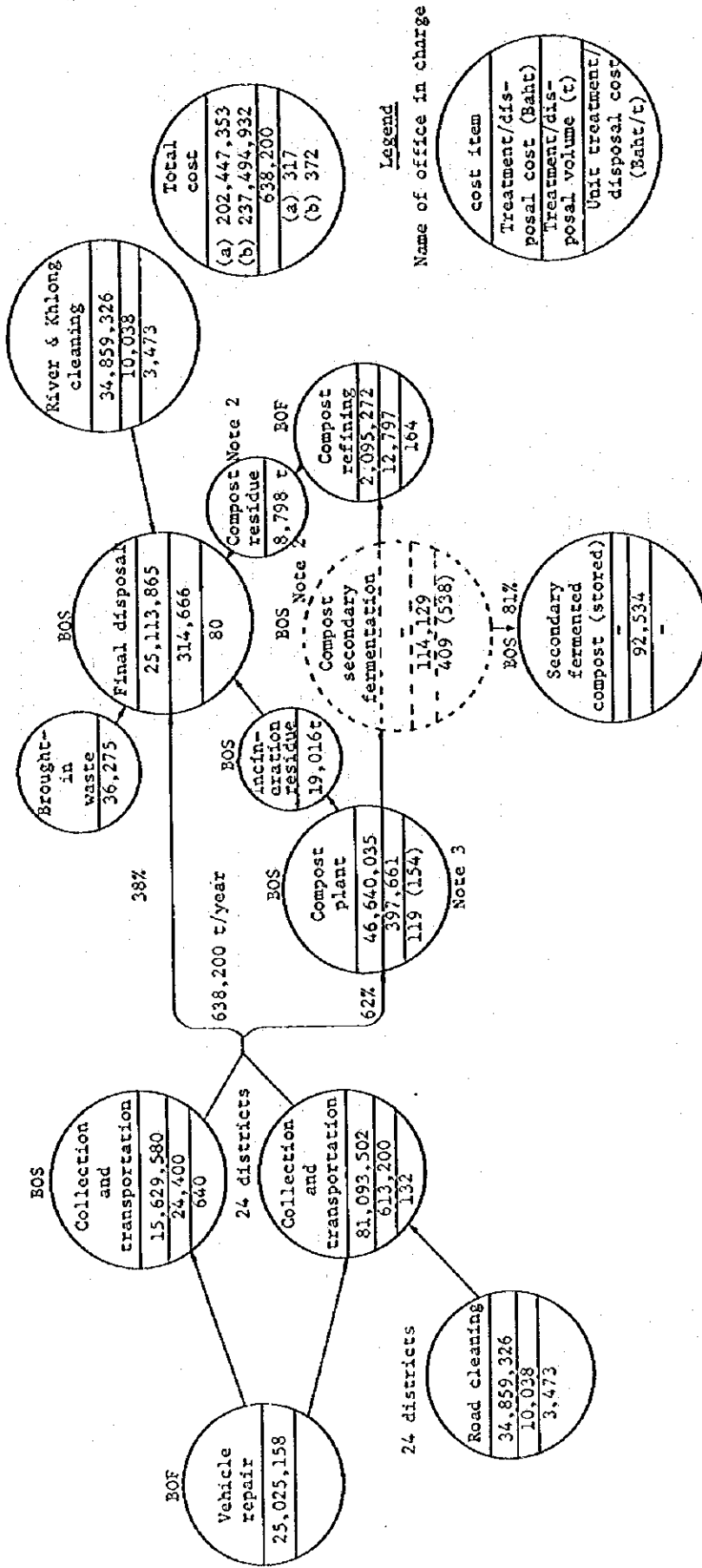
(Unit: Baht)

District \ Item	Collection fee paying households (No. Households)	Planned collection fee to be levied (A)	Actually levied collection fee (B)	Difference between (A) and (B)
1. Phra Nakhon	9,521	1,010,000	1,046,137	36,137
2. Pom Prap	463	810,000	892,516	19,516
3. Pathum Wan	3,605	685,000	703,899	18,899
4. Sam Phan Thawong	4,911	800,000	900,000	100,000
5. Bang Rak	4,180	780,000	904,988	124,988
6. Yamawa	13,647	1,410,102	1,518,048	107,946
7. Dusit	880	661,339	947,009	285,670
8. Phayathai	11,146	1,215,000	1,306,748	91,748
9. Huai Khwang	1,545	200,000	236,472	36,472
10. Phra Khanong	12,657	1,450,000	1,737,053	287,053
11. Bang Khen	824	175,000	272,640	97,640
12. Bang Kapi	7,999	350,000	364,492	14,492
13. Nong Chok	2,492	20,000	26,772	6,772
14. Minburi	730	75,000	79,360	4,360
15. Lat Krabang	312	41,110	25,000	Δ16,110
16. Thonburi	4,951	500,000	563,264	63,264
17. Khlong San	4,162	380,000	420,006	40,006
18. Bangkok Noi	5,797	600,000	684,630	84,630
19. Bangkok Yai	2,987	430,000	455,814	25,814
20. Bang Khun Tian	1,902	150,000	330,000	180,000
21. Phasi Charoen	1,919	191,212	330,717	139,505
22. Rat Burana	900	280,000	430,826	150,826
23. Taling Chan	195	150,000	20,232	Δ129,768
24. Nong Khaem	27	6,500	10,008	3,508
Total	97,752	12,370,263	14,206,631	1,773,368

Note: Δ shows the amounts which are not levied yet.

Source: Revenue section of each district.

Fig. AP 3.4 Solid waste management cost flow



- Note 1. 114,129 tons of secondary fermented compost is produced from 397,661 tons of solid waste. Unit treatment cost is a value converted from compost plant treatment cost.
2. Compost residue means the residue produced at the stage of refining of secondary fermented compost (21,595 tons).
3. Figures in parentheses of treatment cost show the cost including depreciation.
4. Each treatment cost does not include the costs of BOS, Tech. Div., and General Affairs Div.
5. The total costs include the cost of BOS, Tech. Div., and General Affairs Div.

Cost item	Cost per ton (Baht/t)	Remark
Total cost (a)	317	Excluding river khlongs and road cleaning
Total cost (b)	372	Excluding river and khlongs cleaning
Collection/transport cost	152	
Production cost of refined compost	900(1132)	

6. Salary

(1) Overtime allowance

Table AP 3.10

Overtime work exceeding 3 hours	150% of the ordinary wage rate
National holiday work	200% of the ordinary wage rate
Meal allowance is paid for overtime work exceeding 3 hours and for holiday work.	

(2) The average monthly amount of wage for workers (1980)

Table AP 3.11 (Unit: Baht)

Kind of worker	Wage	Overtime allowance
Drivers	1,880	900
Collecting worker	1,500	
Road sweeper	1,420	

7. Number of personnel accidents on duty and traffic accidents

Table AP 3.12

District	Traffic accident		Personnel accidents on duty	
	Year 1979	Year 1980	Year 1979	Year 1980
1. Phra Nakhon	4	4	10	10
2. Pom Prap	8	6	1	1
3. Pathum Wan	10	10	30	30
4. Sam Phan Thawong	-	-	1	-
5. Bang Rak	10	10	-	5
6. Yannawa	5	5	-	-
7. Dusit	8	8	30	30
8. Phayathai	5	5	10	10
9. Huai Khwang	3	3	2	3
10. Phra Khanong	-	-	-	-
11. Bang Khen	60	60	1	-
12. Bang Kapi	8	2	10	-
13. Nong Chok	-	-	-	-
14. Minburi	-	-	-	-
15. Lat Krabang	3	3	-	-
16. Thonburi	3	3	-	-
17. Khlong San	8	8	10	10
18. Bangkok Noi	3	2	13	22
19. Bangkok Yai	3	4	3	5
20. Bang Khun Tian	1	2	3	2
21. Phasi Charoen	-	-	-	2
22. Rat Burana	-	3	-	3
23. Taling Chan	-	2	-	2
24. Nong Khaem	1	1	1	1
Total	143	141	129	146

Source: Sanitation section of each district.

8. Collection system

(1) Scope of collection

Table AP 3.13

Garbage Collection Div.	Hospital waste from main hospitals, market waste of 17 districts and temporarily discharged solid waste.
District	Household waste and business waste except the above mentioned waste.

(2) Collection area

See Fig. AP 3.5

(3) Estimated discharge volume of business waste (fiscal 1980)

Table AP 3.14

Kind of business	Number of business	Volume of solid waste
Market	217	135 t/d
Hospital	60	40 t/d
Hotel	69	20 t/d

(4) Slum waste

Table AP 3.15

Number of slum	Number of slum household	Volume of solid waste
280	68,000	52 t/d

(5) Solid waste collection volume by district and per worker by district

Table AP 3.16

(6) Collection volume per collection truck

Table AP 3.17

(7) Collection volume and percentage by district

Fig. AP 3.6

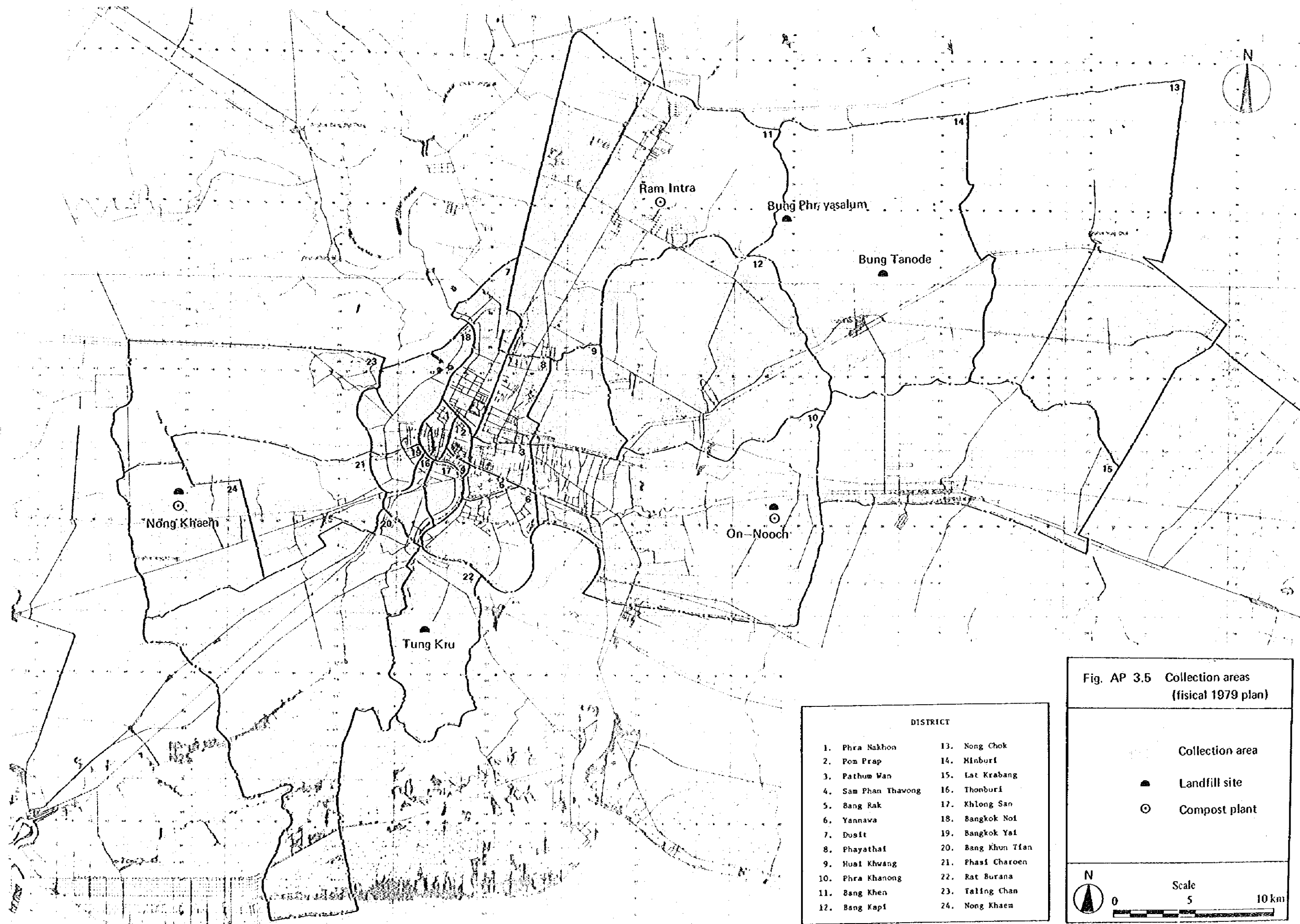






Fig. AP 3.5 Collection areas (fiscal 1979 plan)

 Collection area
 Landfill site
 Compost plant

 Scale 0 5 10 km

DISTRICT	
1. Phra Nakhon	13. Nong Chok
2. Pom Prap	14. Minburi
3. Pathum Wan	15. Lat Krabang
4. Sam Phan Thawong	16. Thonburi
5. Bang Rak	17. Khlong San
6. Yannawa	18. Bangkok Noi
7. Dusit	19. Bangkok Yai
8. Phayathai	20. Bang Khun Tian
9. Huai Khwang	21. Phasi Charoen
10. Phra Khanong	22. Rat Burana
11. Bang Khen	23. Taling Chan
12. Bang Kapi	24. Nong Khaem

Table AP 3.16 Solid waste collection rate by districts, and collection volume per collection worker (Analysis of 1979 - year data)

No.	Administrative district	Solid waste collection volume		Number of delivered collection trucks ^{**}			Number of Workers ^{**}		Collection Volume/Worker	
		Volume C ₁ (m ³ /d) ^{*1}	Weight C ₂ (t/d) ^{*1}	Non-compact, 6 m ³	Compact, 7.5 m ³	Total (vehicle)	Number (person)	Number per collection truck (person/vehicle)	CM = C ₁ /W _n (m ³ /d·person)	CH = C ₂ /W _n (t/d·person)
1	Phra Nakhon	420.7	122.9	3	5	20	203	7.25	2.07	0.605
2	Pom Prap	275.2	80.4	0	19	4	168	7.30	1.64	0.479
3	Pathum Wan	286.5	83.7	2	22	5	148	5.10	1.94	0.566
4	Sam Phan Thawong	227.3	66.4	2	4	8	86	6.14	2.64	0.772
5	Bang Rak	256.4	74.9	2	18	4	113	4.71	2.27	0.663
6	Yannawa	377.5	110.3	4	22	6	184	5.75	2.05	0.599
7	Dusit	532.9	155.7	5	29	6	281 (max.)	7.03	1.90	0.554
8	Phayathai	530.2	154.9	4	10	15	210	7.24	2.52	0.738
9	Huai Khwang	203.0	59.3	2	11	6	131	6.89	1.55	0.453
10	Phra Khanong	800.6 (max.)	233.9 (max.)	4	15	21	280	7.00	2.86	0.835
11	Bang Khen	347.4	101.5	2	14	5	129	6.14	2.69	0.787
12	Bang Kapi	237.5	69.4	3	9	3	91	6.07	2.61	0.762
13	Nong Chok	11.0 (min.)	3.2 (min.)	1	0	0	3 (min.)	3.00 (min.)	3.67 (max.)	1.067 (max.)
14	Minburi	81.8	23.9	2	4	1	32	4.57	2.56	0.747
15	Lat Krabang	28.1	8.2	1	2	1	20	5.00	1.41	0.410
16	Thonburi	216.0	63.1	1	14	4	113	5.95	1.91	0.558
17	Khlong San	186.5	54.5	2	3	7	88	7.33	2.12	0.619
18	Bangkok Noi	268.4	78.4	2	17	4	124	5.39	2.16	0.632
19	Bangkok Yai	104.4	30.5	2	4	1	66	9.43	1.58	0.462
20	Bang Khun Tian	106.8	31.2	3	4	2	62	6.89	1.72	0.503
21	Phasi Charoen	112.6	32.9	2	8	2	76	6.33	1.48	0.433
22	Rat Burana	118.1	34.5	3	9	2	92	6.57	1.28	0.375
23	Taling Chan	13.3	3.9	1	0	1	26	13.00 (max.)	0.51 (min.)	0.150 (min.)
24	Nong Khaem	18.1	5.3	2	0	1	16	5.33	1.18	0.331
25	BOS	229.7	67.1	1	5	15	381 (max.)	18.14 (max.)	0.60	0.176
Total		5,990	1,750	56	248	144	3,123	-	-	-
Average (\bar{x})		-	-	-	-	-	-	6.97	1.96	0.570
Standard deviation ($\sqrt{\sigma}$)		-	-	-	-	-	-	2.73	0.77	0.203

*1 Excluding BOS collection volume (BOS collects from 17 districts) and divided by 365 for calculation of daily volume.

*2 Delivered truck number as of 1980. (Source: Mechanical Division of BOF)

*3 Number of workers (drivers, collection workers and surveillants) are of Jan. 1981. The number in 1979 was approximates the same as 1981.

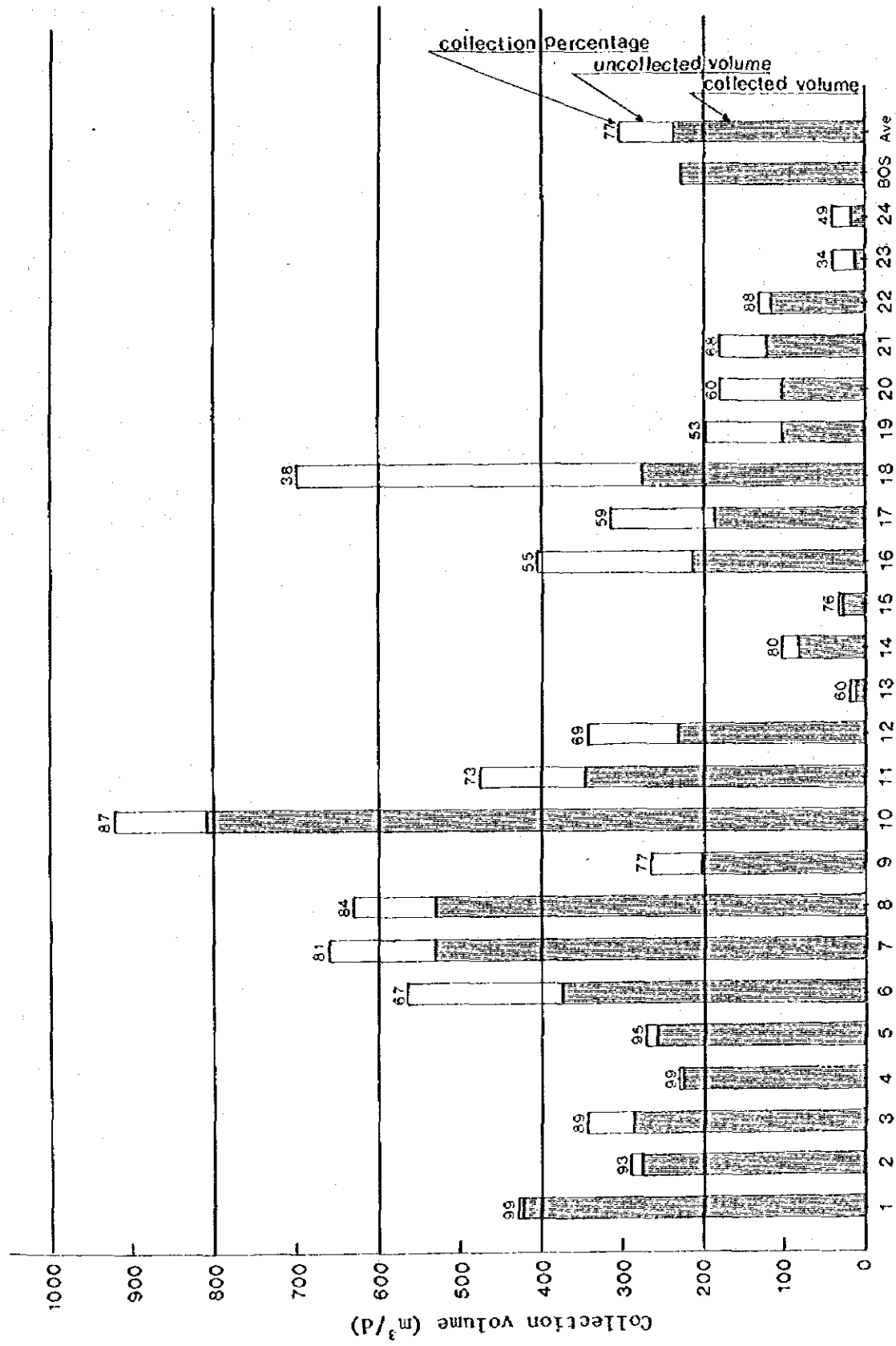
Table AP 3.17 Collection volume per collection truck
(From Feb. 1979 till Jan. 1980)

(From Feb. 1979 till Jan. 1980)

	District Name	Collected Weight	Number of Collection Trucks	Collection Volume per Collection Truck
		(t/d)	6m ³ Non-Compactor Equivalent vehicles *	(t/vehicles·d)
1	Phra Nakhon	122.9	43.5	2.8
2	Pom Prap	80.4	31.5	2.6
3	Pathum Wan	83.7	39.1	2.1
4	Sam Phan Thawong	66.4	20.8	3.2
5	Bang Rak	74.9	32.2	2.3
6	Yannawa	110.3	42.8	2.6
7	Dusit	150.7	52.9	2.8
8	Phayathai	154.9	42.5	3.6
9	Huai Khwang	59.3	26.5	2.2
10	Phra Khanong	233.9(max.)	59.2	4.0(max.)
11	Bang Khen	101.5	28.7	3.5
12	Bang Kapi	69.4	19.8	3.5
13	Nong Chok	3.2(min.)	1	3.2
14	Minburi	23.9	8.9	2.7
15	Lat Krabang	8.2	5.3	1.5
16	Thonburi	63.1	26	2.4
17	Khlong San	54.5	17.8	3.1
18	Bangkok Noi	78.4	30.9	2.5
19	Bangkok Yai	30.5	8.9	3.4
20	Bang Khun Tian	31.2	11.6	2.7
21	Phasi Charoen	32.9	15.8	2.1
22	Rat Burana	34.5	18.3	1.9
23	Taling Chan	3.9	2.7	1.4(min.)
24	Nong Khaem	5.3	3.7	1.4(min.)
25	BOS	67.1	33	2.0
Total		1,750	623.4	-
Average (\bar{x})		-	-	2.8
Standard deviation		-	-	0.6

*Note: Loading capacity of a 8 m³ non-compactor was assumed to be 1.3 times as much as loading capacity of a 6 m³, and the loading capacity of a 7.5 m³ compactor was assumed to be 1.7 times as much as a 6 m³ non-compactor.

Fig. AP 3-16 Collection Volume and percentage by district (1979)



1. Estimated by the Study team
1. Phra Nakhon
 2. Pom Prap
 3. Pathum Wan
 4. Sam Phan Thawong
 5. Bang Rak
 6. Yannawa
 7. Dusit
 8. Phayathai
 9. Huai Khwang
 10. Phra Khanong
 11. Bang Khen
 12. Bang Kapi
 13. Nong Chok
 14. Minburi
 15. Lat Krabang
 16. Thonburi
 17. Khlong San
 18. Bangkok Noi
 19. Bangkok Yai
 20. Bang Khun Tian
 21. Phasi Charoen
 22. Rat Burana
 23. Taling Chan
 24. Nong Khaem

* For BOS, only collection volume is shown.

(8) Road cleaning

Table AP 3.18

Duty division	Mechanical road sweepers	Worker	Road sweeper	The territory
BOS	7	91	-	Total of cleaning covering 198 km
Districts (24)	-	-	2,762	1,558,869 m ²

. Road cleaning area of BOS

Fig. AP 3.7

(9) Rivers and khlongs cleaning

Duty division	No. of boats	No. of Worker	Total of cleaning covering	Volume of solid waste
BSD	15	69	42 km	2,700 m ³

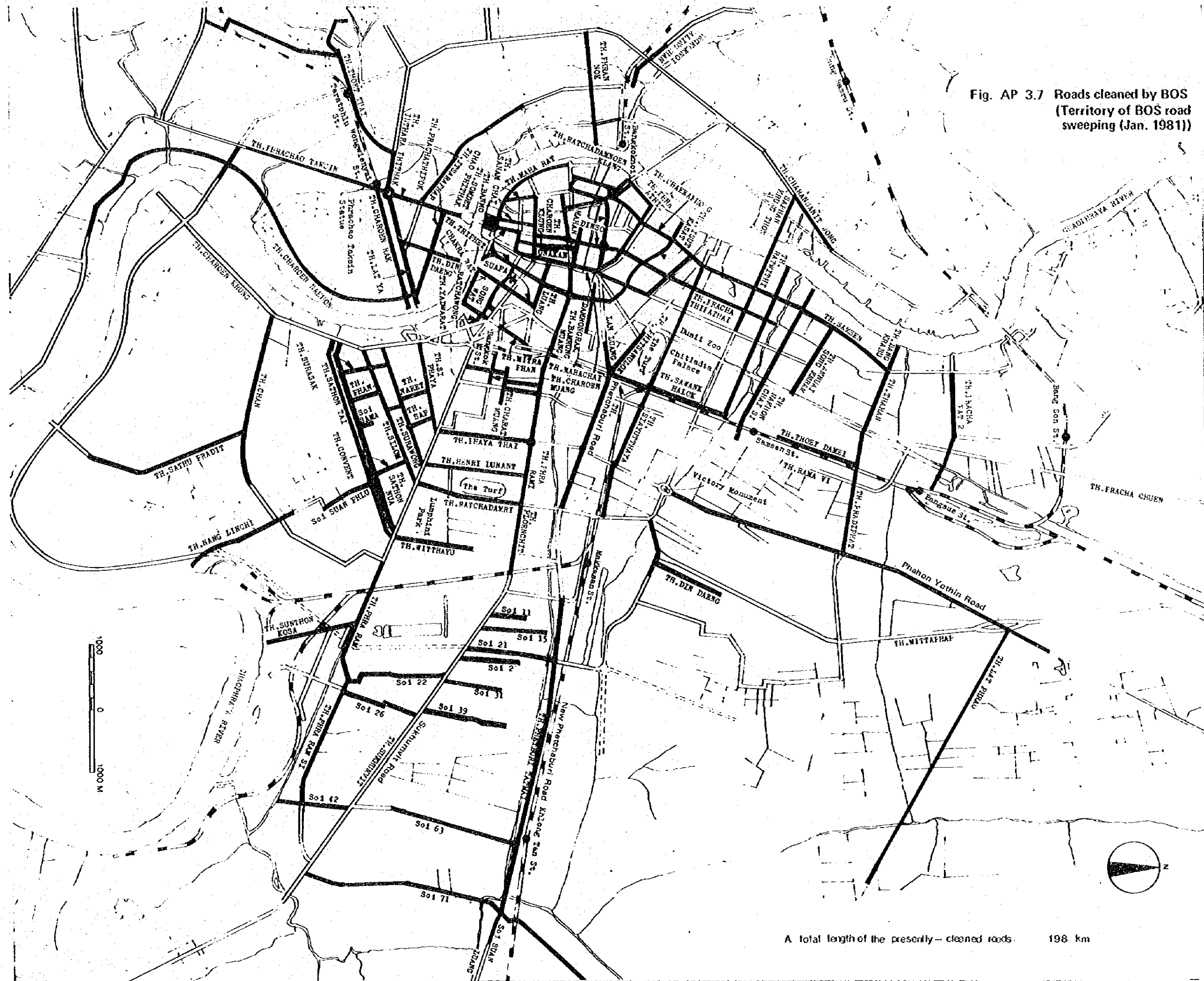
. Rivers and khlongs cleaning area of BSD

Fig. AP 3.8

(10) Major parks in Bangkok

Table AP 3.19

Fig. AP 3.7 Roads cleaned by BOS
(Territory of BOS road
sweeping (Jan. 1981))



A total length of the presently-cleaned roads 198 km

Fig. AP 3.8 Collection territory of rivers and Khlongs (July, 1979)

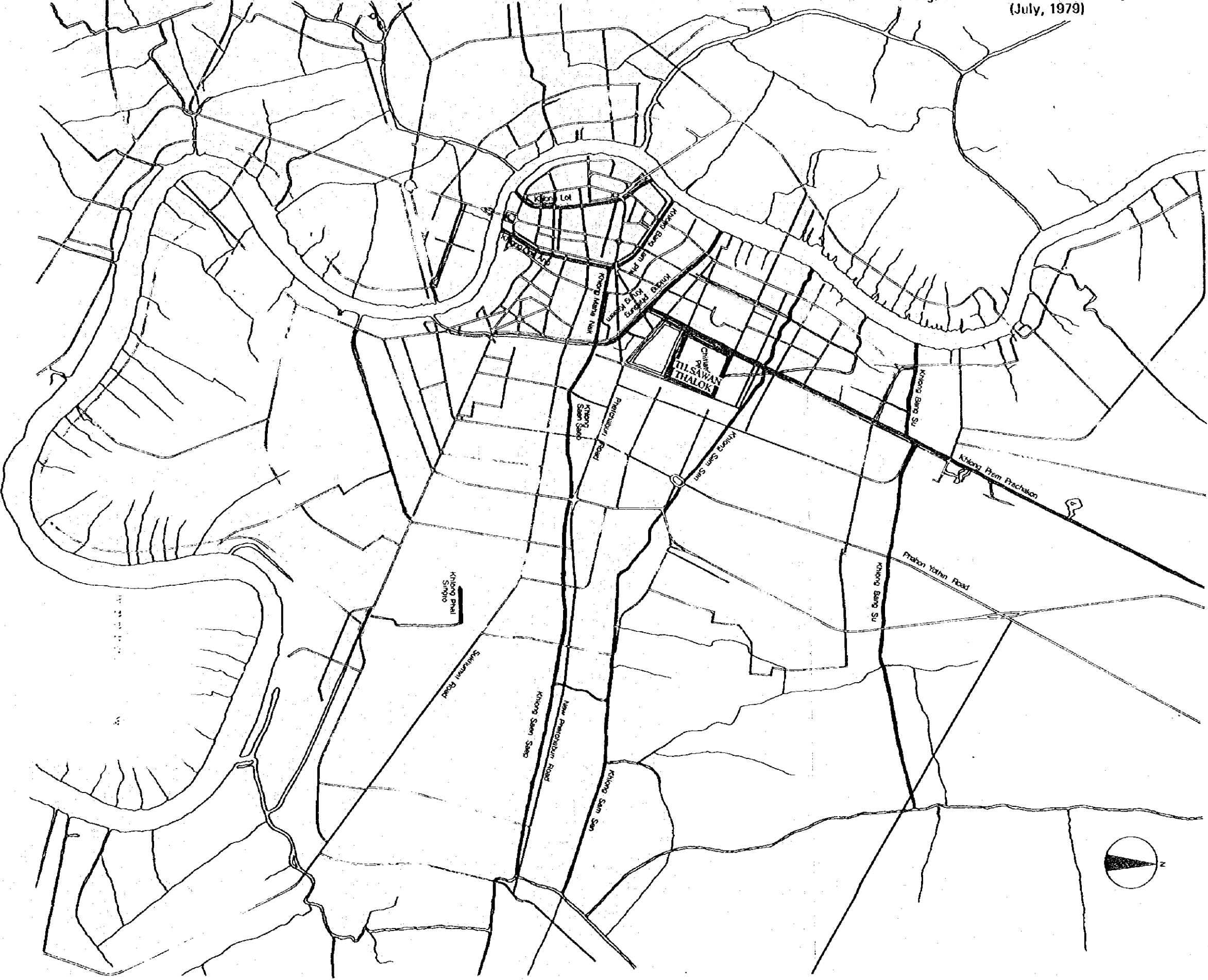


Table AP 3.19 Major parks in Bangkok

Name of Parks	Location		Area
	District	Address	
1. Lumpini	3. Pathum Wan	Rama 4 Rd. Bangkok	360 rai (596,000 m ²)
2. Chartuchuk	11. Bang Khen	Phahon Yothin Rd. Bangkok	190 rai (304,000 m ²)
3. Phra Nakhon	15. Lat Krabang	Latkrabarg Rd. Bangkok	50 rai (80,000 m ²)
4. Sian Looip	1. Phra Nakhon	Sanam Chai Rd. Bangkok	23 rai (56,800 m ²)
5. Thonburi	21. Phasi Charoen	Bang Mot Bangkok	63 rai (100,800 m ²)
6. Makasan	9. Huai Khwang	-	92 rai (147,200 m ²)
Total	-	-	778 rai

Note: 1. Parks are under control of Public Park Division of Bureau of Social Welfare.

2. Park cleaning is made between 5.00 a.m. and 10.30 p.m.

3. Source: Public Park Division of Bureau of Social Welfare.

9. Transportation system

(1) Number of collection trucks

Table AP 3.20

Dec. 1981

Name of district and other offices	Non-compactor	Container loader	Compactor	Total
MD (reserved trucks)	56	-	-	56
BOS	4	1	14	19
Phra Nakhon	4	4	27	35
Pom Prap	17	2	4	23
Pathum Wan	19	2	6	27
Bang Rak	14	-	7	21
Yannawa	14	9	11	34
Sam Phan Thawong	6	-	9	15
Dusit	29	1	7	37
Phayathai	14	4	15	33
Phrakanong	18	4	22	44
Bang Khen	13	5	9	27
Huai Khwang	10	1	6	17
Bang Kapi	12	1	4	17
Minburi	5	1	1	7
Lat Krabang	2	1	1	4
Nong Chok	2	1	-	3
Thonburi	12	1	5	18
Khlong San	6	1	7	14
Bangkok Noi	15	2	4	21
Bangkok Yai	7	1	1	9
Phasicharoen	7	2	4	13
Bang Khun Tian	10	1	2	13
Rat Burana	13	1	2	16
Taling Chan	1	1	1	3
Nong Khaem	1	1	1	3
Total	311	48	170	529

(2) Acquisition of collection trucks by year

See Table AP 3.21 (next page)

(3) Number of repaired collection trucks

. Number of breakdown

Table AP 3.22

Fiscal year	Number
1978	3,192
1979	4,035
1980	4,621

Source: Mech. Div., BOF

. Repair rate and repair cost

See Table AP 3.23

. Analysis of repair record

See Table AP 3.24

Table AP 3.21 Acquisition of collection trucks by year

As of Jan. 1981

Purchased (Year)	Number of Purchased Trucks					Total
	Non-Compactor				Compactor	
	6 m ³	Container loader	8 m ³	10 m ³	7.5 m ³	
1960				1		1
1962			2	1		3
1963			22	3		25
1965			1	3		4
1966			31	1		32
1967				7		7
1968	1		2			3
1969	1		7			8
1970			4			4
1971			10	7		17
1972	1		13	1		15
1973			26			26
1974			82	1		83
1975			1			1
1976	43		45		17	105
1977	10				51	61
1978			1	20	6	27
1979	2	1		9	46	57
1980			1		24	25
1981		47			20	67
Total	58	48	248	54	164	552

Source: Mechanical Division, BOF.

Table AP 3.23

(Fiscal 1980)

Survey results of the repair record of trucks by type	
Repair cost per truck	About 45,000 Baht
Repairing rate of truck	About 18%
Operating rate of truck	About 82%

(4) Transport plan, distance and time

Table AP 3.25

(5) Collection and transport cost

. Collection and transport cost (fiscal 1979)

Table AP 3.26 (Unit: Baht/m³)

BOS	185
24 Districts	39
Average	44

. Collection and transport cost per trip

Table AP 3.27

(Unit: Baht)

	Non-compactor		Compactor
	6 m ³	8 m ³	7.5 m ³
BOS	1,094	1,459	1,771
24 Districts	226	301	365

Table AP 3.24 Survey results of the repair record of collection trucks by type

Items	Unit	A Compactor	B Non-compactor	A/B
Number of samples	vehicles	41	120	-
Repair cost per truck	Baht/year	46,456	44,137	1.05
Times for repair per truck	repairs/year	16.4	10.8	1.52
Repair period per truck	d/year	60.4	68.5	0.82
Repair cost per repair	Baht/repair	2,853	4,087	0.69
Repair period per repair	d/repair	3.7	6.3	0.59

Note: The figures in the table are obtained from analysis of the repair record of the Mechanical Division of BOF.

Table AP 3.25 Transport schedule, distance and time

(1979)

District	Schedule			Result of Field Survey ^{*1}			
	Number of Territories	Number of Trips	Average Number of Trips (times/d)	No. of trips (times/d)	Transport Distance (km)	Transport Time (min)	Sample Number
1 Phra Nakhon	29	58	2	2.1	21	46	9
2 Pom Prap	22	44	2	1.7	24	56	6
3 Pathum Wan	23	46	2	1.9	23	53	9
4 Sam Phan Thawong	12	24	2	2.0	22	45	6
5 Bang Rak	18	50	2.8	2.0	23	54	6
6 Yannawa	26	58	2.2	2.3	22	54	9
7 Dusit	35	99	2.8	2.8	24	53	12
8 Phayathai	29	82	2.8	2.3	20	40	9
9 Huai Khwang	18	36	2	2.2	17	37	6
10 Phra Khanong	46	136	3	2.5	12	31	12
11 Bang Khen	23	53	2.3	2.1	11	29	9
12 Bang Kapi	19	41	2.2	2.3	15	25	4
13 Nong Chok	2	4	2	1.5	29	41	3
14 Minburi	7	20	2.9	2.1	6	25	3
15 Lat Krabang	4	8	2	2.0	10	26	3
16 Thonburi	17	34	2	2.0	17	33	6
17 Khlong San	11	23	2.1	2.5	19	41	6
18 Bangkok Noi	20	48	2.4	2.2	20	44	6
19 Bangkok Yai	7	14	2	2.0	15	27	3
20 Bang Khun Tian	13	19	1.5	1.3	20	55	3
21 Phasi Charoen	12	27	2.3	1.9	9	20	3
22 Rat Burana	16	28	1.8	2.2	10	24	3
23 Taling Chan	3	6	3	2.0	22	52	3
24 Nong Khaem	3	7	2.3	2.0	3	8	3
Average	—	—					

Source: ^{*1} by the Study team.

10. Compost Plant

(1) Outline of the existing compost plants

Table AP 3.28

		On-Nooch Plant		Nong Khaem Plant	Ram Intra Plant	Total
		1	2			
District		Phra Khanong		Nong Khaem	Bang Khun Tian	
Capacity	Compost plant	320 t/8h	320 t/8h	160 t/8h	320 t/8h	1,120 t/8h
	Incinerator	100 t/12h	100 t/12h	60 t/12h	100 t/12h	360 t/12h
	Trommel (BOF)	-	-	-	100 t/15h	100 t/15h
Starting date of operation		Jan. 1979	Jan. 1979	Jan. 1978	Oct. 1976	
Area	Total area (Including landfill site)	929,600m ²		588,800m ²	89,600m ²	1,608,000m ²
	Compost plant area	62,900m ²	62,900m ²	64,000m ²	89,600m ²	279,400m ²
	Second fermentation area	14,700m ²	14,700m ²	9,760m ²	14,760m ²	53,920m ²

(2) Record of breakdown (Nong Khaem compost plant from March 1979 to August 1980)

Table AP 3.29

Repair point	Number	%
Hammer Mill	358	60
Crane	95	16
Thermo couple	61	10
Conveyer	53	9
Others	30	5
Total	597	100

(3) Incoming solid waste volume to compost plant

Table AP 3.30

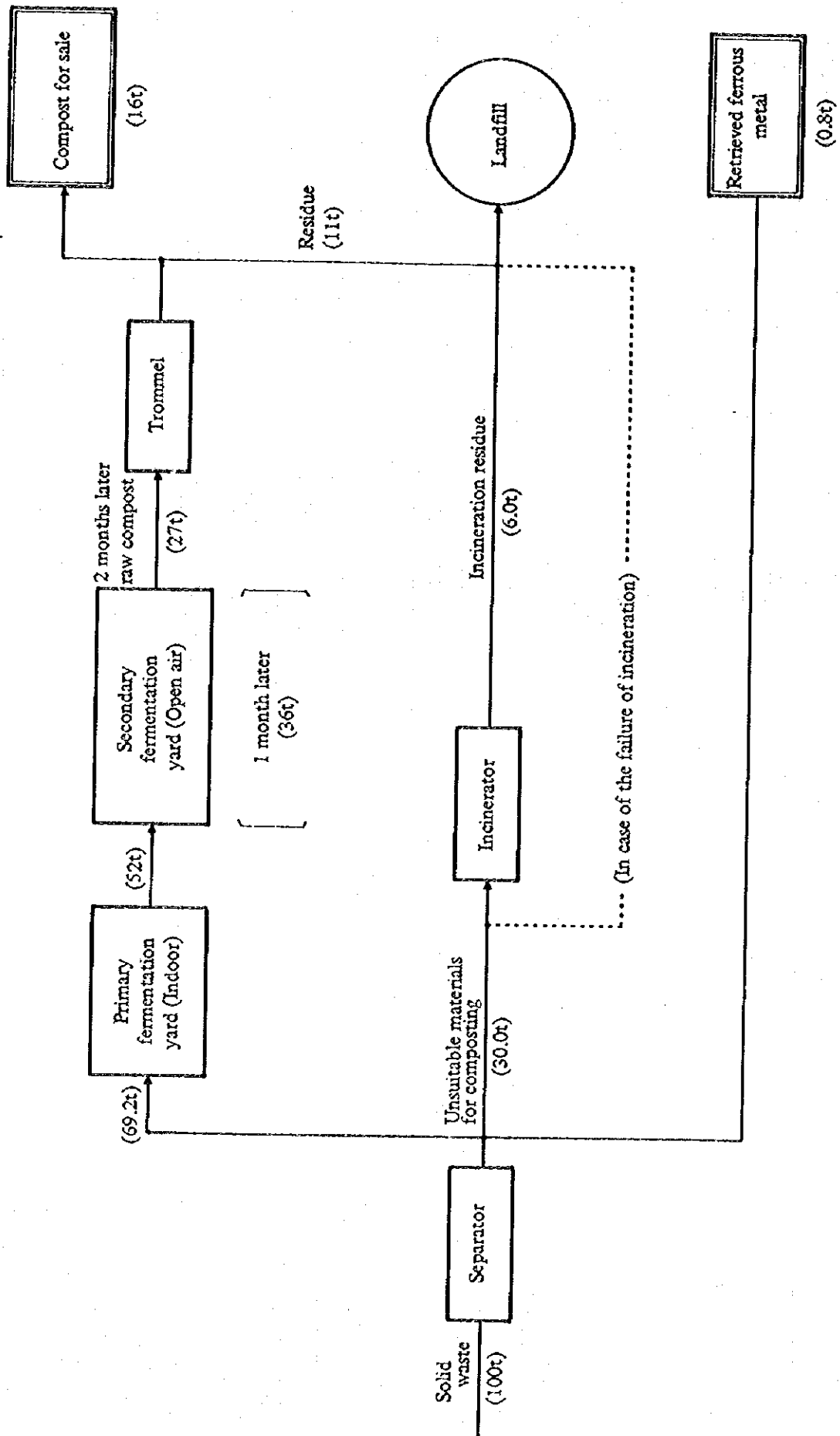
(Unit: m³)

Fiscal year	Din Daeng	On-Nooch-1	On-Nooch-2	Nong Khaem	Ram Intra	Total
1977	407,666	Start			25,581	433,247
1978	110,180			159,380	313,601	583,161
1979	closed	282,357	287,165	163,237	509,933	1,242,692
1980		491,476	493,011	155,505	480,168	1,618,179
Total	*1	773,833	780,176	478,112	1,329,283	4,952,919

*1 Incoming solid waste volume 1,593,483 m³ from October 1972 to December 1977.

(4) Material balance

Fig. AP 3.9 Material balance in composting
(For 100 t/d)



(5) Production of compost for sale

Table AP 3.31 Production volume of compost for sale by years

(Unit: t)

Fiscal year	Compost type					Chemical Organic Fertilizer	Commencement and cease of compost plant operation
	Compost Type-1 (Fine Sieving)	Compost Type-2 (With Night Soil)	Compost Type-3	Compost Type-4 (Low Class)	Compost Type-1 (Low Class)		
1961	827.860	-	2,668.660	-	-	-	1961 Din Daeng
1962	3,493.700	389.700	1,146.550	78.900	-	-	
1963	8,468.000	1,112.650	24.850	47.700	-	-	
1964	11,763.200	1,012.000	77.500	11.000	-	-	
1965	8,876.900	2,152.250	9.800	80.150	-	-	
1966	2,315.220	13,653.400	(Production ceased)	(Production ceased)	-	50.000	
1967	1,367.270	475.600	-	-	-	950.000	
1968	947.100	840.800	-	-	-	612.750	
1969	1,466.000	1,543.000	-	-	-	1,368.000	
1970	2,998.100	2,658.831	-	-	-	896.532	
1971	2,148.585	1,231.375	-	-	-	83.300	
1972	7,783.758	1,887.517	-	-	-	734.594	
1973	5,882.855	2,295.504	-	-	-	1,319.520	
1974	6,217.390	2,560.240	-	-	-	2,459.650	
1975	6,220.245	2,490.710	-	-	-	1,896.950	
1976	7,405.490	1,613.720	-	-	-	1,450.200	
1977	11,058.430	542.300	-	-	-	562.500	Oct. 1977 (Production ceased)
1978	4,793.140	2,761.500	-	-	-	185.150	Jan. 1978 Nong Khaem
1979	8,484.500	4,303.190	-	-	-	-	Jan. 1979 On-Nooch
1980	10,201.570	301.300	-	-	-	-	
TOTAL	118,878.843	53,142.037	3,927.360	217.750	-	12,569.146	

Note: Figures of 1972 and 1973 include Fine compost Type-1 production volume of 2,416 tons and 1,533 tons respectively.

Figures of 1980 were based on the Field Investigation Report.

Source: Compost plant Division, BOS.

(6) Compost retail price

Table AP 3.32

As of Jan. 1981

Minimum unit of sale		Compost Type-1	Compost Type-1 (Fine Sieving)	Compost Type-2
Packed in bags	5 kg	6 Baht	-	8 Baht
	10 kg	11	-	15
	20 kg	20	26 Baht	30
	50 kg	35	50	55
Bulk sale (unpacked)	1 ton	370 Baht	650 Baht	740 Baht

Source: Compost Plant Div., BOS

(7) Fertilizer sales by year

Table AP 3.33

(Baht)

Fiscal Year	Compost				Chemical Fertilizer	Total Sales Value
	Type-1 Fine Type-1	Type-2	Type-3	Type-4		
1961	116,425.90	-	203,061.98	-	-	319,487.88
1962	496,452.77	164,747.40	514,184.40	70,303.50	-	1,245,688.07
1963	1,072,007.96	561,847.15	138,237.95	25,865.50	-	1,797,958.56
1964	1,401,825.03	420,384.20	42,644.05	26,033.25	-	1,890,886.53
1965	1,093,332.60	804,867.20	21,886.00	52,917.00	-	1,973,002.80
1966	400,898.06	1,278,890.50	-	-	41,585.00	1,721,373.56
1967	305,895.00	415,183.55	-	-	778,291.70	1,499,370.25
1968	322,975.70	716,514.90	-	-	607,362.45	1,646,853.05
1969	426,873.90	634,230.75	-	-	1,604,893.00	2,665,997.65
1970	373,746.30	550,582.75	-	-	1,439,168.70	2,363,497.75
1971	505,331.90	523,410.00	-	-	152,890.00	1,181,631.90
1972	707,833.70	758,305.50	-	-	821,307.50	2,287,446.70
1973	1,571,384.85	1,066,747.50	-	-	1,875,410.50	4,513,542.85
1974	940,466.75	1,512,000.25	-	-	5,827,205.50	8,279,672.50
1975	1,072,320.95	1,448,004.75	-	-	6,514,053.00	9,034,378.70
1976	1,227,919.30	950,589.45	-	-	966,997.00	3,145,505.75
1977	2,265,809.00	1,851,360.80	-	-	1,404,227.00	5,521,396.80
1978	1,799,503.74	2,499,773.60	-	-	1,832,761.25	6,132,038.59
1979	2,302,441.64	2,721,235.50	-	-	45,330.00	5,069,007.14
1980	3,059,871.35	4,632,896.45	-	-	52,200.00	7,744,967.80
Total	21,463,315.65	23,511,572.20	920,014.38	175,119.25	23,963,682.60	70,033,704.08

Source: Compost Plant Div. BOS

Compost Type 1 = Compost after trommel

Fine Type 1 = Compost after fine trommel

Compost Type 2 = The product made by adding night soil to compost Type-1

Compost Type 3, Type 4 = Adding chemical fertilizer to compost Type-1

(8) Recovered ferrous metal

Table AP 3.34

Retrieved ferrous metal	0.8 t/100 tons of solid waste
Weight of retrieved ferrous metal (1980)	About 72,000 t (Sum of four plants)
Ferrous metal sales in 1980	158,337 Baht

(9) Results of tests on recovered ferrous metal

Table AP 3.35 Results of tests on recovered ferrous metal

Specimen No.	Original Weight of scrap-metal (kg)	Weight of scrap-metal after incineration (kg)	Percentage weight loss (%)
1	34.5	32.2	6.7
2	24.6	23.3	5.3
3	41.1	38.5	6.3
Average			6.1

11. Final disposal system

(1) Outline of landfill site

Table AP 3.36

	On-Nooch	Nong Khaem	Ram Intra	Tung Kru	Bang Tanode	Bang Phrayasalum
Location (District)	Phra Khanong	Nong Khaem	Bang Khun Tian	Rat Burana	Minburi	Minburi
Total area of site	929,600 m ²	588,800 m ²	89,600 m ²	64,000 m ²	8,000 m ²	8,000 m ²
Compost plant	320 t/8h x 2	160 t/8h	320 t/8h	-	-	-
Landfill method	Open dump					
Year of start of landfill	1964	1972	1972	1977	Unknown	Unknown
Daily incoming volume	850 t	700 t	400 t	72 t	50 t	30 t
Daily landfill volume	415 t	590 t	197 t	72 t	50 t	30 t
Total disposal volume (as of 1980)	12,552,092 m ³	2,935,794 m ³	1,028,252 m ³	332,453 m ³	Unknown	Unknown
Waste water treatment facilities	Equipped	Construction scheduled	Construction scheduled	Not equipped	Not equipped	Not equipped

(2) Solid waste disposal volume at final disposal sites by year

See Table AP 3.37 (next page)

(3) Field work equipment at disposal site

Table AP 3.38

(as of December 1980)

	On-Nooch	Nong Khaem	Ram Intra	Tung Kru	Bung Tanode	Bung Phrayasalum
Bulldozer	4	4	3	-	-	-
Front end loader	5	3	2	-	-	-
Drag line	1	-	-	-	-	-
Excavator	1	-	-	-	-	-
Dump Truck	-	5	2	-	-	-

Table AP 3.37 Solid waste disposal volume at final disposal sites (by fiscal year)

(Unit: m³)

Year	Incoming Volume to Final Disposal Sites								Total
	Din Daeng	On-Nooch	Nong Khaem	Ram Intra	Tung Kru	Bung Tanode	Bung Phrayasatun	Bang Kapi	
1960	Start-up of disposal								131,400
1961	131,400								121,409
1962	121,409								120,577
1963	120,577	Start-up of disposal							979,084
1964	329,387	649,697							1,060,782
1965	360,947	699,835							1,147,521
1966	351,995	795,526							1,248,812
1967	238,454	1,010,358							1,313,501
1968	374,191	939,310							1,230,378
1969	375,746	854,632							1,341,352
1970	337,151	1,004,201							1,269,048
1971	337,477	931,571							1,250,543
1972	416,054	834,489							1,107,433
1973	Cease of disposal		Start-up of disposal	Start-up of disposal					1,167,798
			438,330	163,957*					1,202,003
1974			499,022	182,500*					Start-up of disposal
1975			394,426	182,500*					41,243
1976			344,560	182,500*	Start-up of disposal				92,629
1977			300,220	79,200*	86,078				1,335,456
1978			325,174	79,200*	82,125*				51,880
1979			314,317	79,200*	82,125*				Cease of disposal
1980			319,745*	79,200*	82,125*				841,507
Total	3,494,788	12,522,092	2,935,794	1,028,257	332,453	Unspecifiable	Unspecifiable	185,752	20,499,136

Note: * Item estimated by the Study team
Source: Compost plant Division, BOS

Appendix 3.2 ごみ収集マニュアル

収集輸送作業を効率的に行うためには、輸送の面からは搬入先の最適化、中継の適用性の検討がある。収集の面からは、各戸収集をステーション収集にする、収集容器と器材の新鋭機械化、オフルートの時間の規制、収集ルート最適化を検討する。

このマニュアルは、現在の各戸収集を前提として、収集ルート of 具体的決定に入るまでの収集計画の一連の作業手順を述べたものである。

概略の手順を述べると、

- Step 1 排出量の個別分布のは握
- Step 2 収集ひん度と収集作業日の設定
- Step 3 収集日地区割り
- Step 4 収集基本区域の設定
- Step 5 収集点の形成
- Step 6 収集の順序
- Step 7 収集ルート

Step 1 排出量の個別分布のは握

収集を効率的に行うためには、管轄区域内のごみの発生を具体的に良く知らねばならない。そのためには、次のような作業が必要である。

i) 地図の作成

一つ一つの建物が表示できる程度の縮尺の地図（例えば1/2500の地図）を用意し、管轄区域内の個々の建物を表示する。建物は小量排出戸と大量排出戸に分けるため、大量排出戸に特別のマークを付ける。

小量排出戸とは、収集日におおむね1㎡未満のごみを出す排出戸で、例えば一般住宅、小規模の店舗兼住宅（commercial-industrial household）などである。

大量排出戸とは収集日におおむね1㎡以上のごみを1箇所からまとめて出す排出戸のことである。大量排出戸は、一般に大規模建築物または施設であり、flat, apartment building, hotel, office building, market, department store, supermarket, hospital, school, museum, stadium, theater, factoryなどがその例である。

ii) 排出量分布の地図上への記載

地図上に一日当りの排出量を記載する。

最初に大量排出戸のごみ量を記載する。大量排出戸のごみ貯留容器は、中型コンパクトの付属装置に取り付ければ機械的に中味のごみをコンパクトに積込める専用小型コンテナ（1㎡前後）か、または、特に大量に排出するところでは、コンテナ・ロードで持ち運びできる大型コンテナ（10㎡前後）が望ましい。大量排出戸はこのような貯留容器とするように行政指導してゆくのが良いが、現状ではどのような容器（またはごみ置き場）であるかを知って、ごみ量と同時に貯留容器（またはごみ置き場）の種類についても記号化して同一の地図上に表記しておく。

小量排出者からのごみ量は、ある範囲をまとめて表示する。まとめ方は、市街地形成状況により次の四つの場合に分けられる（Fig. AP 3.10）。

- a. 面的に広がっている市街地で、小ブロックに分割される場合
中心区のように、市街地が面的に広がっている所で、その広がりが道路、クローン等により小ブロックに分割される場合は、小量排出者からのごみ量を小ブロック毎にまとめて地図上に記載する。
- b. 面的に広がっている市街地のなかの大ブロックが袋小路を有する場合
袋小路を有する大ブロックは、表通り沿いの排出者と袋小路沿いの排出者に分けて大ブロックを区画割りし、各区画の小量排出者からのごみ量をまとめて地図上に記載する。
- c. 一本の幹線道路沿いに、ある幅をもって市街地が形成され、かつ袋小路が多い場合（魚骨形道路）
この場合は、bと同様である。
- d. 一本の幹線道路に沿って線的に市街地が形成されている場合
この場合は、道路に沿って100m間隔ぐらいで道路の両側市街地を区画割りし、小量排出者からのごみ量を区画毎にまとめて地図上に表示する。

これらの排出量は現場に精通している収集作業員にきくと良い。

新しく収集サービスを提供しようとする区域で排出量を見積るとき、小量排出者の場合は、1人1日当り315gまたは1Lあるいは一世帯、一日当り2kg、または7Lで概略見積ることができる。大量排出者の場合は、そこへ行って排出者にごみ量の実情をきくのが良い。

Step 2 収集ひん度と収集作業日の設定

次に、収集サービスの程度を決めなければならない。

つまり、各排出者から週何回収集するか（収集ひん度の設定）、また、これと関連して収集作業日を何日とするか、つまり土曜、日曜、休日も収集作業を実施するかということを決めなければならない（収集作業日の設定）。

全排出者に一律に同じひん度を設定する必要はない。排出者が貯留容器を保管できる場所の確保の難易、排出者のごみの性状（紙ばかりのごみは排出者の所で長く保管することができるが、ちゅう芥の非常に多い飲食店等のごみは速やかに収集する必要がある。）、発生量の多少等を考慮して、排出者の種類に応じて個別に決める。

一般には大量排出者、繁華街等は収集ひん度を多くする必要がある。

収集日は週の曜日で設定するのが良い。週の曜日は、排出者にとっても収集作業員にとっても覚え易く紛らわしくないからである。

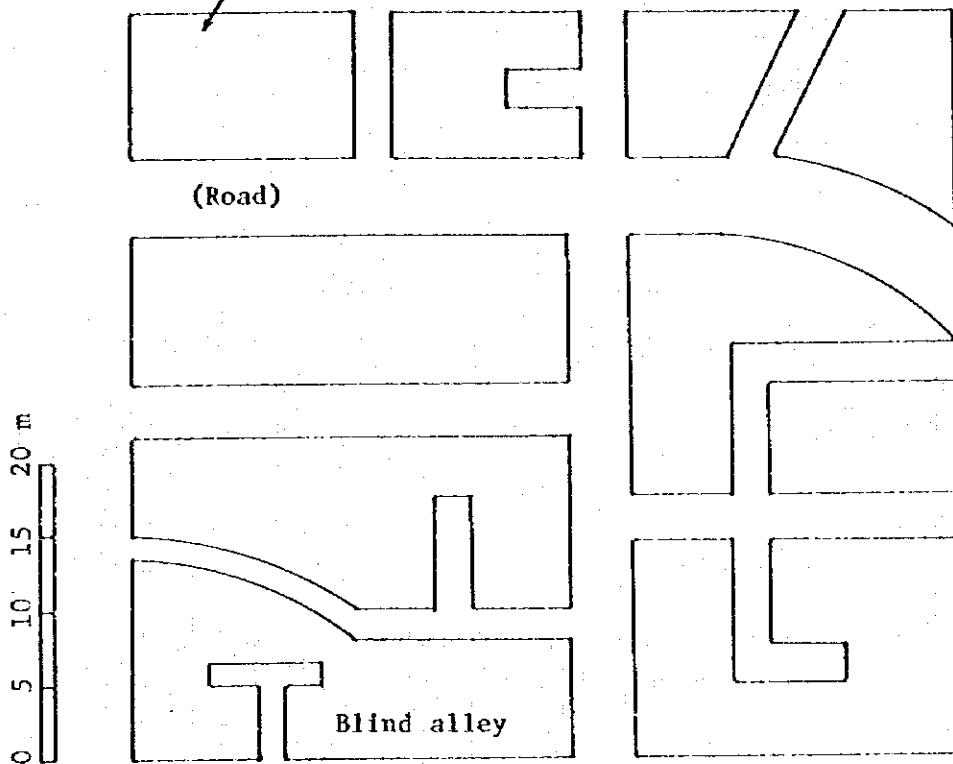
収集ひん度が多いことは、住民にとっては好都合であるが、一方、行政負担は増大する。

作業日を週6日（月～土）として、週3回収集と週2回収集でどれだけ行政負担が増大するかを簡単なモデル計算で検討してみる。

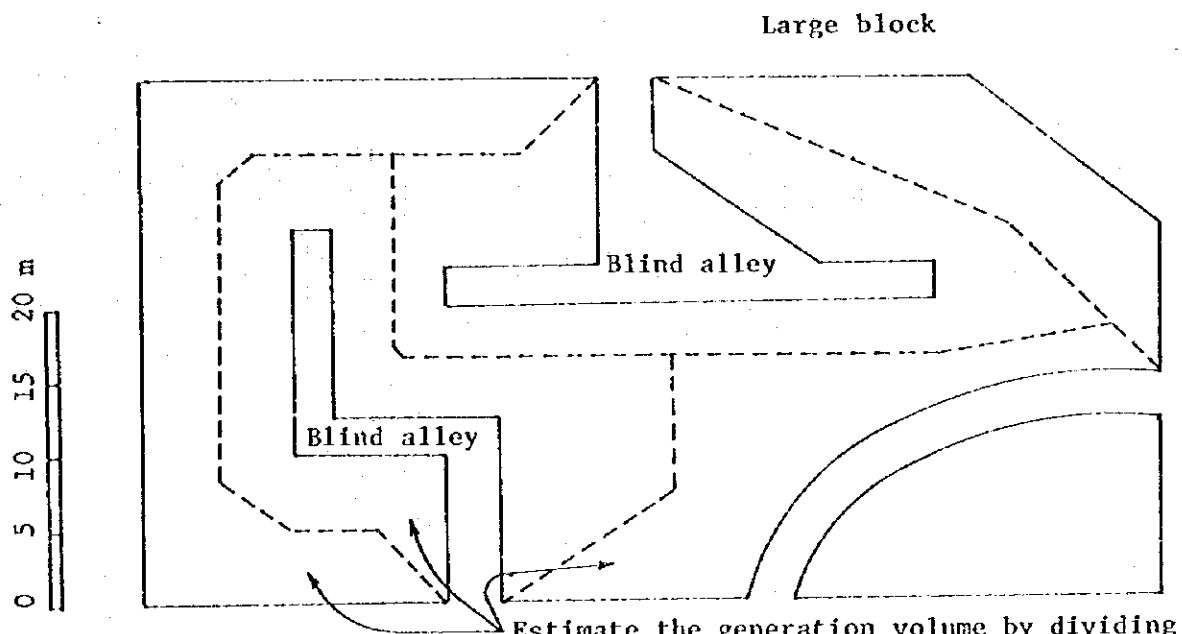
ある地区（排出者数 N 、排出者1人（または所）当り一日当りごみ発生量 g ）を、週3回収集とする場合は、その地区をA区域（収集日一、水、金）とB区域（収集日一、火、木、土）に分ける。この場合、週間最大収集日量は、3日分の発生量（一排出者当り $3g$ ）

Fig. AP 3.10 Forming pattern of urbanized area

Estimate the generation volume of each small block

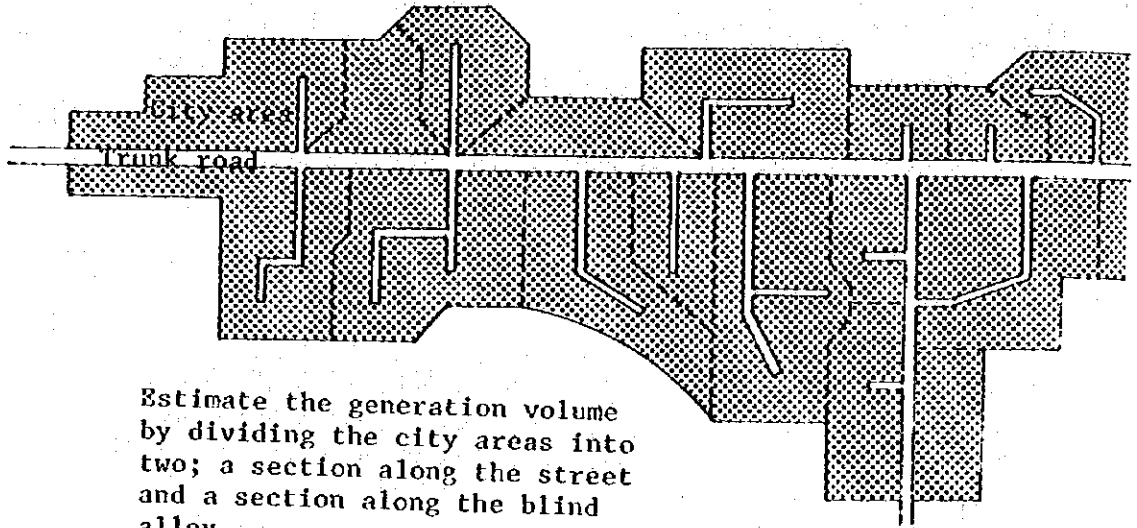


(a) Wide city area divided into small blocks



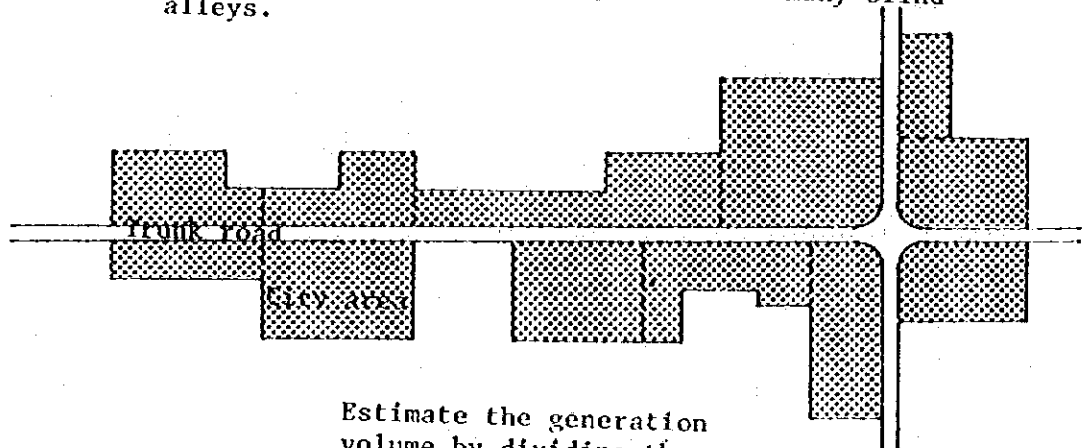
Estimate the generation volume by dividing a large block into two sections; a section along the main street and a section along the blind alley.

(b) Wide city area having large blocks with blind alleys



Estimate the generation volume by dividing the city areas into two; a section along the street and a section along the blind alley.

- (c) Areas where urbanization progressed along a trunk road and formed a strip city area with many blind alleys.



Estimate the generation volume by dividing the city areas at intervals of 50m to 100m along the road.

- (d) Narrow and long city areas formed along a trunk road.

と収集対象者(所)数 $\frac{1}{2}N$ とを乗じた $\frac{3}{2}gN$ となる。

週2回収集とする場合は、先程の地区をA'区域(収集日一月、木)、B'区域(収集日一火、金)とC'区域(収集日一水、土)に分ける。この場合の週間最大収集日量は、4日分の発生量(一排出者当り $4g$)と収集対象者(所)数 $1/3N$ とを乗じた $4/3gN$ となる。

したがって、週3回収集の場合の週間最大収集日量は、週2回収集の場合の約10%増しとなる。

つまり、車両台数も作業員数も約1割増しとなる。

米国において収集ひん度の違いによる収集コストの比較をした例では、週一回収集は週2回収集に比べ、13~42%の経費節減となっていたと報告されている(Decision - Makers Guide in Solid Waste Management, U.S. EPA 1974)。

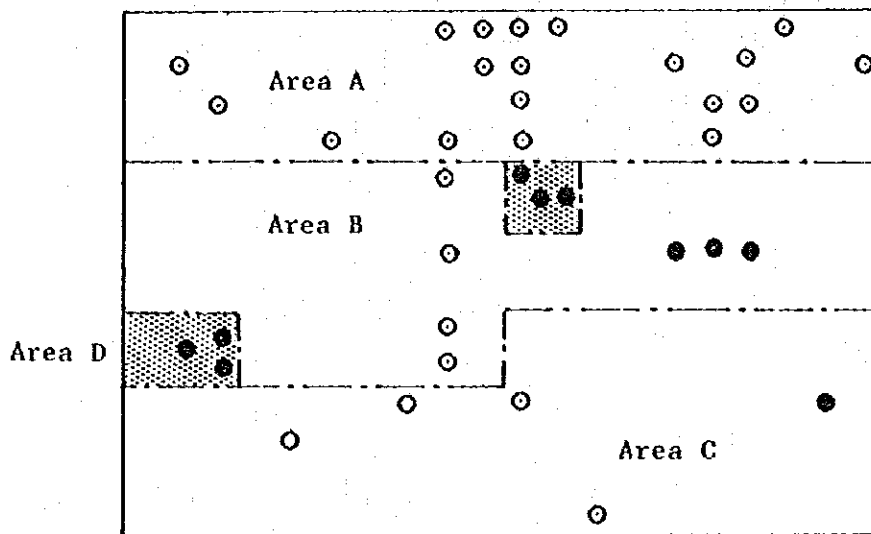
したがって、収集ひん度は少ない方が行政負担は軽くなると言える。しかしながら市街地では、ごみを貯留しておく場所の困難さを考慮すれば、予算の許すかぎり、収集ひん度をできるだけ多く設定すべきである。

Step 3 収集日地区割り

収集サービスの程度を決定したら、作業日毎の収集区域を設定する。つまり、管轄区域内に各作業日(つまり週の曜日)毎に収集する区域を設定する。例えば、週6日作業で収集ひん度を週2回とする場合は、管轄区域をA、B、C3地区に分け、月曜と木曜にはA地区を、火曜と金曜にはB地区を、水曜と土曜にはC地区を収集する。地区割りに当っては、各地区からの排出量がほぼ同量となるようにする。

管轄区域内の全排出者に一律に収集ひん度を設定しない場合もある。たとえば、マーケット等の大量排出戸、大型レストランとか飲食店街の立ち並ぶ繁華街では発生量が多いこと、ちゅう芥を多く含むこと、貯留容器の保管場所を十分に広くとれないことを考慮して他区域とは別途に毎日収集しなければならない場合もある。この場合には、A、B、C地区のほかD地区を設け、月曜と木曜にはAとD地区を、火曜と金曜にはBとD地区を、水曜と土曜にはCとD地区を収集する(Fig. AP 3.1.1参照)。

Fig. AP 3.11 Collection area assignment for each work day

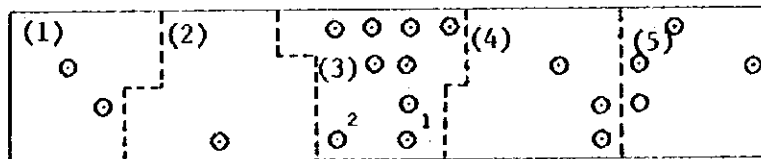


- Note: Area A: Collection made on Mondays and Thursdays
 Area B: Collection made on Tuesdays and Fridays
 Area C: Collection made on Wednesdays and Saturdays
 Area D: Collection made every day (from Monday to Saturday)
- : A large volume generating house subject to twice a week collection.
 - : A large volume generating house subject to the daily collection.

Fig. AP 3.12 Determination of collection unit area

(Example of Area A)

Collection unit area



(1) to (5): Collection unit area No.

- : A large volume generating house (○¹: A detached plot of the collection unit area (1) (a large volume generating house), and ○²: A detached plot (a large volume generating house) of the collection unit area (2).)

As for the reason why ○¹ and ○² are located [in the collection unit area (3), refer to Step 6.]

Step 4 収集基本区域の設定

作業日毎の収集区域の設定が終わったら、更に細かく分割して収集基本区域を設定する (Fig. AP3・12 参照)。

収集基本区域とは、区域内の全排出者のごみを1日のうちに収集しなければならない区域のことで一つのクルーが一日のごみ収集を受け持つ区域である。

収集基本区域の設定のために必要な情報は、排出量の個別的分布 (Step 1)、収集車容量、一台の収集車を満杯にするのに要する時間、収集地域から処理場までの往復時間である。現在ある収集車の容量は、現地調査結果によれば次のような値であった。

コンパクト	7.5 m ³	2.8 t
ノンコンパクト	8 m ³	2.3 t
	6 m ³	2.0 t

収集車を満杯にするのに要する時間、収集地域から処理処分場までの往復時間等の情報は、日頃、収集作業に携わっている作業員と運転手が最も良く知っている。

収集基本区域内のごみは、1日のうちに1回または数回にわけて収集し、処理処分場へ運ばれる。一日の規定作業時間内に一台の車が収集運搬する回数 (したがって、ごみ収集量) と車両台数が、収集基本区域の設定と並行して設定される。

収集車を効率的に活用するためには、収集運搬の各トリップが満杯であることが必要であるが、排出量の個別的分布は最も小さくて数十kg程度で与えられていること、排出量は日々変動することを考慮すれば最終トリップは満杯ではなく、半分ないしは7分目程度になるように、収集基本区域を設定する。

収集基本区域はまとまった一つの区域とするのが基本ではあるが、各収集基本区域を受け持つクルー (運転手と作業員) 間の労働量を均一化するために、二つ以上の離れた地域を合わせて収集基本区域に設定する場合もあり得る。紛らわしくない限り、収集基本区域が複数の区域に分かれていることは差し支えない。しかし、1回の収集において分割された二つの収集基本区域を収集するのは移動距離が長くなり過ぎてあまり得策とはいえない。

Step 5 集積点の形成

バンコック市の中心部のように細街路が多い所で各戸収集を原則とする場合は、各排出者 (家) からごみを集めて収集車に積み込むまでにかなりの時間を要する。

収集時間、つまり、一回の収集車を満杯にするのに要する時間は、バンコック市における調査では約100分であった。

収集時間は、各排出者からごみを集め停車中の収集車の所まで運んでくる時間 (引き出し時間) と収集車のところでごみ容器を開けて積み込む時間 (積み込み時間) と積み込み点間を収集車が移動するのに要する時間 (移動時間) とに分けて考えられる。

細い路地の多い所では、運搬距離が長くなり、引き出し時間は長くなる。

積み込み作業を終えて、収集車が処理処分場へごみを運んで再び収集基本区域へもどってくる時間 (運搬時間) は、バンコック市における調査結果では、平均約90分であった。

この時間を有効に利用するために、各戸を訪ずれてごみを収集し、一箇所に集め集積点を作っておくのが良い。こうすれば、次回、収集車が収集基本区域にもどってきたときは、集積点におけるごみの積み込みと集積点間の移動だけで収集車容量の大部分を埋めることができ、一日の作業時間を有効に活用できる。

集積点の選定に当たっての一般的留意事項は次のとおりである。

- a. 収集車が停車してもすれ違いあるいは追い越しできるような幅員（現在使用している中型コンパクトにとっては最低5m必要）のところに集積点を選ぶ。
- b. 集積点は小さな家が立ち並ぶところでは50～100m間隔で選ぶのが良い。あまり間隔を短かくし過ぎると収集車はひんばんに停車する必要がある、積み込み効果が下がる。逆に、あまり間隔をあげ過ぎると、各排出戸から集積点まで作業員がごみを持ち出すのに要する時間がよけいにかかるため、運搬時間中に、作業員が収集基本区域内にとどまって集められるごみ量（集積点の数と集積量）が減少し、運搬時間の有効利用がはかばかしくなくなる。
- c. 集積点に集める量は、1ヶ所当り1～3m³程度とする。
集積量は集積点として選ぶ所の道路の幅員、空地の有無等の周囲状況を考慮して、あまり大量としない方が良い。
- d. 集積点を最適な位置に選ぶのは試行錯誤でやるしかなく、集積点を決定する初期の段階では3ヶ月に1回程度のひん度で見直すことも必要である。ある程度決ったら一年に一回位の見直しひん度とする。
- e. 集積点は、収集車が駐車する所であるから、道路条件、交通規制、交通事情を考慮して選定する。
- f. 集積点の選定は、最終的には道路条件、排出者と排出量の分布を総合的に考慮して、作業員の判断に任せる。

Step 6 収集の順序

ステーション収集を採用する場合は特に収集の順序についていうべきことはないが、各戸収集による場合は、収集効率をあげるために、次のことがいえるであろう。

一日の一回目の収集では、ごみをあらかじめ集めて集積点を作ったところへ収集車が乗り込んで効率的に収集するということができない。

したがって、第一回目の収集先は、収集時間が短かくて済む収集先を選ぶことができれば好都合である。このための一つの案は、大量排出戸ばかりを収集して回る、あるいは、大量排出戸を先に収集して余った容量分は小量排出戸を収集して満杯にするという方法である。

管轄区域内に大量排出戸が比較的近接してかつ数多く存在する場合は有効である。

大量排出戸が管轄区域内に均一に分布していない場合は、収集基本区域を一つの区域と数ヶ所の大量排出戸というように、分割して設定することも効果がある。

Step 7 収集ルート

収集基本区域内のすべての集積点を最短時間で結ぶように収集ルートを設定する。縮尺の大きな地図（例えば1/2,500）上に集積点と集積点に集まる推定ごみ量を記載する。この地図上に一方通行、バスレーン等の交通規制を同時に記載する。

その他、交通混雑の激しい所、駐停車しにくい所等の個別具体的情報を良く知って、集積点間を効率的に結んで収集ルートを設定する。

収集ルートの設定は、収集現場を熟知した収集作業員と運転手の参加を得て作成するのが良い。

運用に当たっての留意事項

i) 収集日、集積点、収集ルートは決めたら、ひんばんには変更しないようにする。

収集日を役所が守ることは、ごみ集めについて、住民に役所への信頼感を植えつけさせ、住民協力を得やすくする効果がある。

ii) 基礎データのは握

どこからどれだけのごみが出るのか、ごみを取りにくいところと取りやすいところの区別、といった個別具体的情報を作業員の話しから整理して一年に一、二回記録しておくことが良い。

iii) 収集基本区域とクルー

一収集基本区域に一つのクルーが張り付けられるが、この張り付けは、1年おきくらいで変更するのが良い。収集基本区域によってチップ収入に差があったり、作業量に差があったりする。クルー間の均一化を図るために、ときどき、収集基本区域とクルーの対応を変更するのが良い。

その他

i) ステーション収集

収集効率をあげるためには、戸別収集よりはステーション収集の方が良い。

ステーション収集とは、道路端、空地等で清掃当局が指定した位置（ステーション）に、収集日に住民自身の手でごみ容器を持ち出してもらい、ごみ収集作業員が容器の中のごみを収集車に積み込んでいったあと、空になったごみ容器を再び住民自身の手で持ち帰ってもらう方法である。

ステーション収集の場合には、ステーションはこれまでに述べた集積点に相当し、これまでの話しはそのまま通用する。

Appendix 3.3 収集車の軽整備

始業・終業点検にて発見された故障・不良のうち、「車両とう載工具および計器で修理可能で高価な交換部品を必要とせず、かつ高度な技術を要しない」修理事項は運転手が行う。以下に具体例を挙げる。

i) エンジン関係

アイドル調整（但し排ガス規制のない場合のみ）、スパークプラグ火花間隙調整または交換、コンタクトポイント調整または交換、進角調整（排ガス規制無い場合）、フィルタ・クリーナエレメント類の清掃または交換、ファンベルト張り調整または交換、パイプ・ホース類の交換、各取付部の増締め、バルブクリアランス調整。

ii) ブレーキ関係

ドラム・シューすき間調整、サイドブレーキ引きしろ調整、エア抜き。

iii) 動力伝達装置

クラッチ爪高さ調整、トランスミッション油交換、ミッションコントロールレバーおよびリンク調整、プロペラシャフトユニバーサルジョイント取付部増締め、デフオイル交換、ホイールナット増締め、タイヤ交換。

iv) 電装品

シールドビーム・電球・レンズ交換、フェーズ交換、フラッシュユニット交換、ワイパーブレード交換。

Appendix 3.4 車両の日常点検整備

運転手が日常行うもので始業点検、終業点検からなる。

(1) 始業点検

- i) 燃量、エンジンオイル、作動油、冷却水、バッテリー液の量および汚れの点検。
- ii) 燃量、オイル、水のもれ・にじみのない事を確認。
- iii) タイヤの空気圧点検。摩もう、キズの目視点検。ホイールナットの締め点検。
- iv) バッテリーターミナル、各ターミナル、プラグ類のゆるみ点検。
- v) エンジンの始動性と暖機時間確認。アイドリングの状態。
- vi) 前照灯、尾灯、フラッシュランプ、ナンバープレートランプ等の作動確認。
- vii) ブレーキペダルの床高さ、クラッチペダルの遊び点検。
- viii) サイドブレーキの引きしろ点検。
- ix) ハンドルの遊び点検。

(2) 終業点検

- i) 燃量、エンジンオイル、作動油、冷却水のもれ、にじみの点検。
- ii) 車両汚れの点検（汚れ著しい場合は清掃）。
- iii) 備品・工具類の点検。
- iv) 運行日誌へ必要事項の記入、および点検結果の報告。

Appendix 3.5 車両の定期点検整備

(1) 納車時(新車)点検整備

配車側が受領側(運転手)立会いのもとに行う。新車として具備すべき条件を備えている事を確認するための点検整備。

- i) 内装・外装のキズ、欠品の無いことを確認。
- ii) スペアタイヤ、工具、ジャッキ等の付属部品の点数確認。
- iii) エンジン、トランスミッション、デフアレンシャルギヤボックス、ブレーキおよびクラッチのリザーバータンクの油量確認。
- iv) 冷却水、バッテリー溶液の量確認
- v) 下廻りを点検し油もれ(にじみ)、水もれの無い事を確認。(テスト・ラン後)
- vi) 前照灯、ブレーキ灯、フラッシュランプ、その他照明、指示灯の作動確認。
- vii) ワイパー、クーラー、ラジオ等の電装品の作動確認。
- viii) ファンベルトの張り、ラバーホースの締付部、バッテリーターミナルにゆるみの無い事を確認。
- ix) タイヤ空気圧(スペアタイヤとも)を確認。
- x) テスト・ランにより、
 - ・始動性、加速、操縦性、制動性を定性的にチェック。
 - ・エンジン、ミッション、デフなどに異音の無い事を確認。
 - ・ダンプおよび上物の運転性を確認(降車後油圧機器からの油もれチェック)。

(2) 1,000キロ点検整備(主要項目のみ)

使用の立上りに伴う初期摩りによるオイルの汚濁を防止し、初期ゆるみをきょう正する。1,000キロから1,500キロ時点で行う。

- i) 新車点検整備にて実施した点検整備項目を行う。
- ii) エンジン・ミッション・デフオイル交換、作動油の補充、オイルフィルタ交換。
- iii) シリンダヘッドボルトはじめ各締付ボルトの増締め。
- iv) ブレーキ、クラッチクリアランス調整。
- v) 上物油圧装置の作動、油もれ点検。

(3) 各5,000キロ点検整備(主要項目のみ)

距離積算計が5,000の整数倍を示した時に行う点検整備で、良好な車両状態の維持と故障の早期発見または未然防止を目的とする。

下記の項目について点検の結果、異常または基準値を超えるものについては修正、調整、交換等によりこれを基準を満足する範囲に修復する。

- i) 油もれ、水もれ、作動液もれの点検、(テストラン後)…(汚れ著しい時は交換)
エンジン、ミッション、デフ、ブレーキパイプ、ホイールシリンダ、マスタシリンダ、クラッチマスタシリンダ、スレーブシリンダ、ラジエータ、ラジエータホース、ステアリングパルユニット、油圧ポンプシリンダ等

ii) 締付部のゆるみ点検

シリンダヘッドボルト、マニホールド取付フランジ、エンジンマウンディング、タイロッド、ドラグリンク、プロペラシャフト取付フランジ、リヤアクスルUボルト、サイドブレーキの引代等。

iii) 摩もう、へたり、ガタの点検

ファンベルト、スタータドライブピニオン、リングギヤ、クラッチディスク、ブレーキシュー、タイヤ、プロペラシャフトユニバーサルジョイント、FrおよびRrホイールベアリング、リーフスプリング、排気管取付、サイレンサー取付、ドア取付、フロントキャブマウンディング、センターブレーキバンド(ドラム)等。

iv) 制動力、サイドスリップ、フロントホイールアライメント点検。

v) クリーナ、フィルタ類点検・交換。

フューエルフィルタ、オイルフィルタ、エアクリーナ等。

vi) バッテリー容量点検。

vii) 点火系統点検(ガソリン車)…各ターミナル、一次・二次コード、スパークプラグ、コイル、コンデンサ、コンタクトポイント、ロータ、ジェネレータ、リレー、進角、タイミング等。

キャブレター機能点検(ガソリン車)…バルブ開度、ジェット類、加速ポンプ、フロート、ニードルバルブ、アイドルアジャストスクリュー等。

viii) 噴射ポンプ点検(ディーゼル車)…燃料噴射量と時期、ガバナ、ノズル、プランジャ、予熱系統等。

ix) テストランにより

- ・始動性、加速性(低速・高速)、操縦安定性(ハンドル遊び、ぶれ、コーナリング)、制動性を定性チェック。
- ・エンジン、ミッション、プロペラシャフト、デフ、サスペンション等の異音チェック。
- ・上物架装物の状態と運転性。
- ・排気音、排気色。

x) 前照灯の照度と光軸点検。

(4) 重点検整備

重点検整備は四つのねらいを持つ。

i) 車検制度が採られている国においては車検をパスするような点検整備の実施が必要最低条件となる。

ii) 走行安全性の面から保安部品(操向装置、制動装置)および動力伝達装置についてオーバーホールを前提とした徹底的な点検整備を行う。

iii) 機能性の面から一定機能を保持させるためにしゅう動部品の交換などオーバーホールを含む重整備を行う。

iv) 経済性の面から見て上の ii) および iii) に要する整備を実施した場合、その投資効果が採算性を満足するか否かを点検によって予測する。

重点検整備を実施するか否かは(車検整備の場合を除き)5,000キロ点検整備および日常点検の結果から判断されるものであって走行キロから一律に実施時期を定めるのは余り意味がない。また、点検整備の内容も車両の状態により異なる。極めて概略的であるがおよその用途を示せば次の様な場合、重点検整備の対象となると言ってもよい。

- 重整備を行わずに累積走行料が約10万キロに達した場合。
- 機関の圧縮圧力が基準値の80%を下廻った場合。
- 通常の走行状態で燃料または潤滑油の消費量が新車時に比べ40%以上増した場合。
- 各作動部の調整しろがゼロまたは著しく減少した場合。
- 各作動部の作動音が顕著になった場合。
- ハンドルのブレ、ブレーキの片効き、その他従来見られなかった異常が生じた場合。

Appendix 3.6 コンポスト工場の運転管理マニュアル

区 分		内 容
1	プラント運転 マニュアル	プラントの運転準備、運転開始、正常運転および不調時の措置、運転停止準備、運転停止などに関する作業順序、操作手順、管理限界・範囲、作業担当を明示し、かつその責任権限を記載する。
2	機械運転 マニュアル	プラント全般の運転操作以外の、単位機械、容器の仕様、原理、構造および運転方法について記載する。
3	日常点検 マニュアル	設備の運転状態を毎日定期的にパトロール点検し、異常事態の早期発見と安定運転に努める必要があり、このために、点検の周期・経路・項目・方法などの説明とチェックシート等を記載する。
4	緊急措置 マニュアル	故障、災害等による緊急事態発生時における連絡、指揮系統、およびプラントの処置基準、行動基準、等について記載する。
5	公害防止 マニュアル	二次公害発生防止のためのプラント処置基準管理体制を記載する。

Appendix 3.7 コンポスト工場の保守管理マニュアル

区	分	内 容
1	分析・調査 マニュアル	中間処理施設の適切な計画・維持管理において、ごみ質、処理残渣の性状、排ガスおよび排水中の有害物濃度等の分析が必要であり、このための分析、調査方法を記載する。
2	プラント機能判定 マニュアル	施設の維持管理状況の適否を判断するためには、施設の機能判定が必要であり、このための方法・手順等を記載する。
3	点検・整備 マニュアル	設備を停止した状態で、検査器具、工具などを使用して定期的かつ詳細に行う点検（検査）と掃除・給油・調整・部品交換等の整備に関する要領を記載する。
4	定期修理 マニュアル	一定期間ごとに実施される定期修理に関する管理体制、安全対策、工事の内容および要領等について記載する。

Appendix 3.8 自動車運転手研修（実施案）

- 1) 研修技術の程度：標準手工具と簡単な計器を用いて高度な知識または熟練を要さずに実施できる程度の修理を行う事为目标とする。
- 2) 研修期間とひん度：研修は各回十日程度とし、各運転手が年一回かつ三年間連続して研修を受けられる制度が望ましい。三年の研修の成績が優秀でかつ本人が希望する場合にはメカニクへの職種変更を前提とした上級の研修制度を別途設ける。
- 3) 研修実施体制：対象運転手数約500名を10名ずつのグループに分け、毎回3グループずつ、研修に参加せしめる。従って年間研修実施日数は170日であるが実施のための準備日数を含めると220日程度に達するので、専任指導員による常設の研修機関を設ける事が望ましい。
- 4) 研修内容：研修は講義40%、実技60%の割合とする。一日8時間×10日間を一回の研修単位とし、80時間の研修時間を下記の様に配分する。

	初年度	二年度	三年度
運 転 ・ 法 規	16(6)	8(4)	4(4)
構 造 ・ 理 論	16(6)	16(6)	16(8)
トラブルシューティング	12(6)	20(10)	20(10)
整 備 と 修 理	36(12)	36(12)	40(12)

（カッコ内は講義がしめる時間数）

5) 研修内容

i) 運転・法規

- ・ 講義 初年度……正しい運転のしかた、交通法規、緊急時の対処、日常点検
二年度……交通法規、日常点検
三年度……交通法規、運転指導演
- ・ 実技 講義の内容に基づいて実地の訓練を行う。

ii) 構造・理論

- ・ 講義 初年度……車両および架装物の基礎的な構造。
二年度……装置別構造
三年度……初歩的な理論
- ・ 実技 講義の内容を実地に確認する。

iii) トラブルシューティング

- ・ 講義 初年度……日常点検に伴うトラブルシューティング
二年度……電気系統を中心としたトラブルシューティング
三年度……エンジン、動力伝達装置、操向装置、制動装置のトラブルシューティング

- ・実技 初年度……計器を要しない簡単なトラブルシューティング
- 二年度……簡易計器によるトラブルシューティング
- 三年度……総合的なトラブルシューティング

iv) 整備と修理

- ・講義 初年度……日常点検に伴う整備・修理、工具の正しい扱い方
- 二年度……整備基準に基づく点検整備、計器の正しい扱い方
- 三年度……エンジン、動力伝達装置の分解整備（初級）
- ・実技 講義の内容に基づいて実地の訓練を行う

6) 施設と指導員

500人の運転手に対し、10日間の研修を17回行う事で各運転手年一回の研修の機会があり、従って三年間で第三年度までの研修を完了する事になるが、

- ・退職者の補充および運転手増加の傾向から新人運転手教育の必要は永続する。
- ・メカニック養成確保の必要から更に上級の研修制度の確立が望ましい。
- ・研修を修了した運転手についても三年に一度程度の再研修が必要である。

などの理由により施設および指導員が休業状態になることはないと思われる。そこで、固定的な施設と専任の指導員の設置が必要となる。

i) 施設

実習場……二種類の異なった実習が各種類十人づつ（計20名）同時に行い得る規模。ポンプテスト室、電装品検査室、教材および部品置場、工具管理室、休憩所等を含む。

教室……10人収容できる教室2ヶ所。

指導員室……一教室と同等の広さ。

付帯設備……シャワー、手洗い、食堂等。

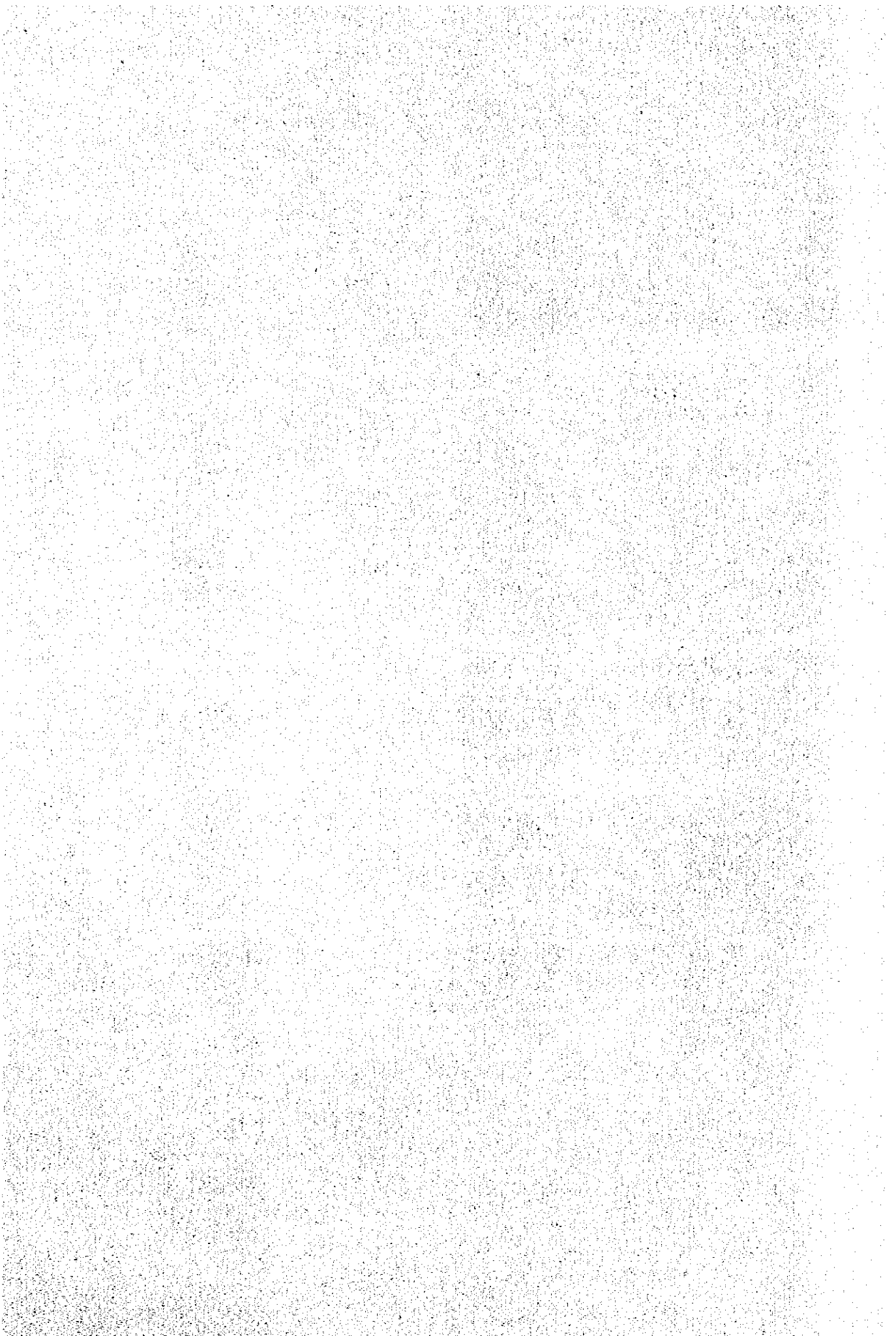
施設は既存の修理工場内かその近接地に設け、修理工場の設備利用と入庫車を教材とした訓練の実施をはかるのが良い。また、屋外にテストコース、車両置場、洗車場を設ける事が望ましい。

ii) 指導員

講義（学習）のための講師2名、実技指導員2名、実技指導助手4名、計8名が最少必要人員となる。講師は学卒者で実務経験5年以上を有する者が望ましい。実技指導員はBOF修理工場または民間修理工場の職長クラスを選択し、指導助手のうち2名は実務経験5年以上のメカニック、他の2名は同じく実務経験5年以上の成績優秀な運転手より選抜するのが良い。

第4章 ごみ処理システム基本計画代替案

	ページ
4.1 ごみの排出方法および器材	Ap 4-1
4.2 収集方法および収集器材	Ap 4-3
4.3 輸送方法および輸送器材	Ap 4-6
4.4 コンパクタの収集輸送作業モデル	Ap 4-8
4.5 収集輸送費用算出モデル	Ap 4-14
4.6 焼却技術	Ap 4-16
4.7 コンポスト技術	Ap 4-18
4.8 中間処理システム基本計画代替案	
設定上の基本フレーム	Ap 4-22
4.9 最終処分に関する技術調査	Ap 4-45
4.10 最終処分システム作成のための基礎的事項	Ap 4-61
4.11 現存埋立場の残存容量算定	Ap 4-69
4.12 中間処理施設の建設候補地	Ap 4-71
4.13 ごみ収集輸送シミュレーションの結果	Ap 4-73
4.14 評価法概論	Ap 4-81
4.15 評価クライテリア	Ap 4-87
4.16 ごみ輸送計画図	Ap 4-89



Appendix 4.1 ごみの排出方法および器材

(1) ごみ貯留容器

ごみ貯留容器ないし貯留庫は、次のような機能を要求される。

公衆衛生の面から

- a. ごみにハエ、ねずみ、犬等を寄せつけない。
- b. 臭いを封じる。
- c. 汚水を垂れ流さない。
- d. 容器を清潔にしやすい。(例えば、洗浄しやすい)

作業性の面から

- e. ごみを入れやすく、排出しやすい。
- f. 丈夫である。
- g. 可搬式のものであれば
 - ・大きさが適度
 - ・軽い
 - ・持ち運びやすい

これらの機能について各種の貯留容器ないしは貯留庫を考察すると次のようになる。

a. 固定式貯留容器

コンクリート製が多い。

収集作業員は、この容器から手またはかき板を使ってごみを収集容器に移し替える必要があり、収集時間が長くなると共に危険にさらされる。貯留容器の清潔の維持も難しい。したがって、この種の容器は採用しがたい。

b. 竹かご(20~80L)

軽いが汚水がこぼれる、ふたがない、洗にくい等の短所も多く、採用を避けるべきである。

c. ドラム缶(約200L)

ふたがない場合が多い。大きくて重く、ふちが鋭利であることが多く、排出作業は重労働でかつ危険を伴う、貯留容器としての採用を避けるべきである。

d. 金属缶またはプラスチック缶(20~100L)

金属缶(亜鉛びき)もプラスチック缶も軽く、堅牢で腐食しにくい、持ち運びに手頃でごみを排出しやすい、ふたがびちっとしまり、また容器も洗いやすい。

e. 貯留庫

レンガ造り、ブロック造り、鉄筋コンクリート造りであり、普通、屋根、ドアが付く。大量のごみが発生する場所に設けられる。貯留庫に貯められたごみを収集容器へ移しかえる必要があり、収集に時間と労力を余計に費やす。腐食しやすいもの(例えばちゅう芥)の貯留には向かない。

f. 紙袋とプラスチック袋

持ち運びが簡単である。ソリウェイ容器であるため、収集効率が向上する。衛生的である。かさばるもの、重いもの、鋭いものの貯留には不適である。袋の経費を要する。

g. 小型コンテナ(1m³前後)

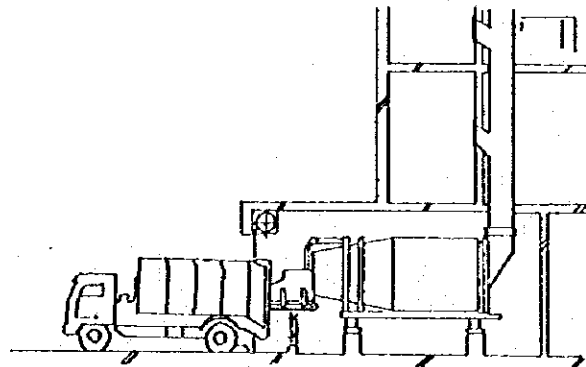
金属製またはFRP製の収集車専用ないしは機械化収集に適した容器で、ねらいは収集効率の向上にある。容器設置場所を確保する必要があり、ある程度まとまってごみが出る所、複数の排出者が共同して貯留容器を保有する場合、道路、公園等のOpen Spaceでのごみ貯留といった場合に使用される。

h. 大型コンテナ(数m³)

大量排出戸に設置される金属製またはFRP製の大型容器で、コンテナごと収集車で運び、また、さらに別の輸送手段へ移すことが可能なインターモーダルな容器である。大量排出戸からのごみ収集の効率向上を図った容器であるが、収集車も専用の車を用意する必要がある。

i. 圧縮・排出機構付貯留槽(ダストドラム、ロータリッドラム等)高層大規模建築物を建てる際に、あらかじめ、ダストシュート、ビル内パイプ輸送等と組み合わせて、ダストドラムとかロータリッドラムとか呼ばれる圧縮排出機構付貯留槽を設置する例がある。ドラム内にためたごみを排出装置により人手を使わず収集車(コンパクト等)に移し替えることができる。ロータリッドラムの一例を、Fig. AP 4.1に示す。

Fig. AP 4.1 Rotary drum



(2) 分別収集と混合収集

排出者において、種々のごみを物性別(たとえば、可燃物と不燃物)に分けて異なる容器で排出してもらい、物性別にごみを収集する方式を分別収集という。逆に排出者がごみを分別して出さない場合の収集を混合収集という。分別収集は収集回数が増えるため、それだけコストがかかる。

Appendix 4.2 収集方法および収集器材

(1) 収集方法 (Collection service)

排出者(たとえば一般家庭、小商店、小食堂など)からのごみの収集方法には、戸別収集とステーション収集とがある。戸別収集とは、収集作業員が各排出戸まで赴いて、ごみを収集する方法である。ステーション収集とは、収集日に定められた場所(ステーション)に排出者がごみ貯留容器を持ち出し、収集車がごみ容器を空にした後、排出者がごみ容器を持ち帰る方法である。排出者の協力を必要とする。ステーションは道路際に設けられ、排出者のごみ貯留容器の運搬可能距離、ステーションのごみ集積量を考慮して配置される。

(2) 収集ひん度

各排出者が、適正構造のごみ容器を十分に確保できれば、収集ひん度が少ない方が収集費用は安くてすむ。しかし、ちゅう芥等の腐敗しやすいごみは、健康および衛生の点から、収集ひん度としては、週1回が最低限度である。飲食店等の多い繁華街は、週数回の収集ひん度が必要となる。

(3) 収集器材

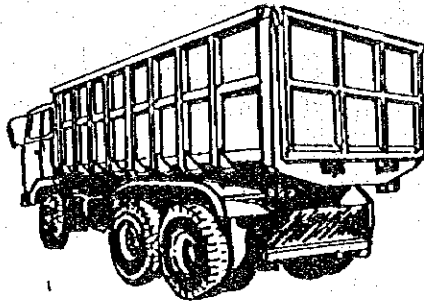
i) 手作業用具

戸別収集の場合、ごみ収集車が直接排出戸まで乗りつけられない場合があり、この場合は、ごみを収集車の所まで運ぶ道具が必要である。一つには、排出者の貯留容器を収集車まで運ぶために、小運搬車等を必要とするし、また、専用の収集用小運搬器具(手押し車等)にごみを積み替えて収集車まで運ぶ。

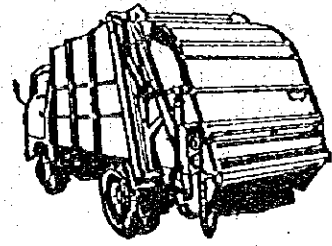
ii) 荷台付収集車

ごみ収集機材として、自動車・船舶等が使われるが、主力は自動車である。収集車は積みこみ装置の付いたものと付かないものがある。積み込み装置の付かない収集車は安価ではあるが、ごみの積み込みを人力にたよるため、積み込み時間を多く費すと共に、重量物を荷台まで持ち上げるために、重労働かつ危険作業を伴う。積み込み装置の付いた収集車は、積み込み方向により、リヤローダー、サイドローダー、フロントローダーに分類される。どの形式も圧縮装置が付いている場合がほとんどであり、積載効率の向上に寄与している。また排出方法は、ダンプ式と内蔵排排出板による強制排出式とがある。現在、最も一般的な車種はリアローダーで、圧縮装置の種類により、回転板式、押し板式、回転式、プレス式、直突式がある。また、粗大ごみ収集車として特に圧縮効果を上げたプレス式もある。このタイプの収集車には2、3人の収集作業員がつくのが普通である。収集車の例をFig.AP 4.2に示す。

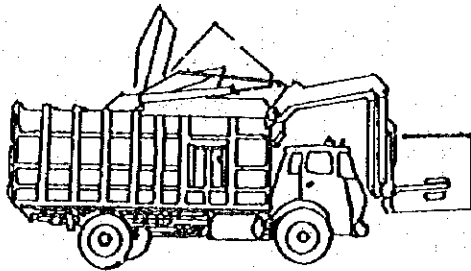
Fig. AP 4.2 Collection truck types



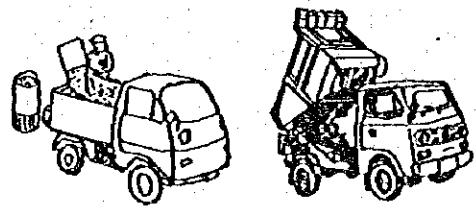
Dump truck with high sides



Compactor (rear loader)



Dump truck with front-end loader

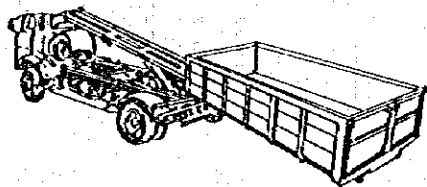


Light dump truck

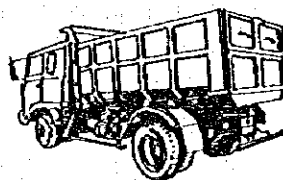
iii) コンテナ収集車

コンテナ収集方式は、定置コンテナ方式 (stationary container system) と輸送コンテナ方式 (hauled container system) とに分類される。定置コンテナ方式は、小型コンテナ (1 m³程度) 内のごみを機械力で収集車に積み込み、コンテナは元の位置に戻しておく方式である。収集車としては、一般収集車にコンテナ開け替え装置が付いたものとクレーン付ダンプカーとがある。小型コンテナはころ付きの方が収集車の所まで移動しやすい。輸送コンテナ方式は、大型コンテナをコンテナ専用運搬車で処理処分場等へ運び、そこでごみをあけ、収集地点へ戻す方式である。このための車として、チルトローダー車、リフトアーム車、アームロール車等各種のコンテナローダとごみトレーラー車がある。この方式は運転手一人 (またはさらに助手一人) で収集輸送ができ、収集時間も少なくて済むが、コンテナを満杯にするように作業計画を組まないと効率の向上を十分に引き出すことはできない。Fig. AP 4.3 にコンテナローダーを例示する。

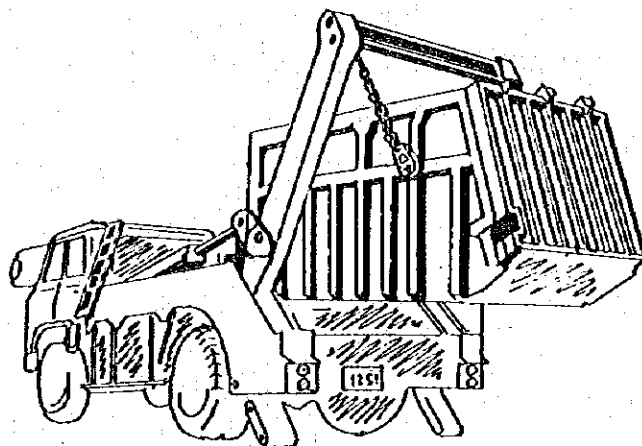
Fig. AP 4.3 Collection and transport vehicles for container collection systems



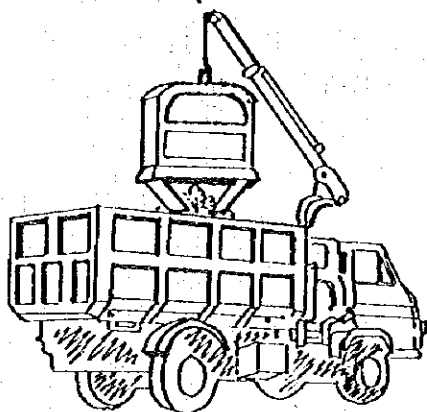
Container loader (tilt loader)



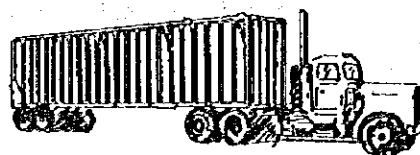
Container loader (arm-roll type)



Container loader (lift arm type)



Container-crane truck



Container trailer

iv) パイプ収集・輸送

各排出戸に設けられたごみ投入口にごみを投入すれば、あとは管路内を風力によりごみが運ばれてゆく収集輸送方式である。この方式の利点は衛生的であること、パイプラインという専有輸送経路をもつため、輸送の自動化、省力化が容易であること、大容量輸送向きであることである。欠点は、設備投資が過大で既成市街地に導入するには負担が大きいこと、経路の変更、延長が困難でトラック輸送に較べて柔軟性が劣ること、パイプの長さが限定されること等である。したがって、中高層住宅のニュータウン、ホテル、病院、オフィスビル建設のときに、パイプ輸送を検討する価値がある。

Appendix 4.3 輸送方法および輸送器材

輸送機材として収集車がそのまま使われる場合が非常に多い。これに対して、中継施設（transfer station）を設け、収集車から大型輸送車、輸送船等に積み替えて、処分場等の目的地へ運ぶ方法もある。

(1) 中継施設の設置の判断

中継施設を設置する目的は、収集輸送費の低減にある。運営コストの経済的分岐点となる中継輸送距離は6 kmとも20 kmともいわれている。現行の7.5m³ コンパクトによる直送の場合と、この収集車によるごみを10トンコンテナ車に中継基地で積み替えて輸送する場合とを、簡単なモデルを使って比較したところ、十数kmという答えを得た。したがって処理処分場が遠い場合は、中継を検討する必要がある。また中継施設において、破碎、選別等により資源回収を行ったり、圧縮機能を持たせたりする場合がある。しかし、中継施設はそのメリットを生かすために、ごみの沢山出るところ、つまり市街地に建設される。この場合、破碎等の操作に伴う悪臭、騒音、振動等の公害を防止するための設備が必要になり、施設全体が大がかりなものとなってくる。極論すれば、中間処理施設を建設したのと大差なくなることもあろう。中継方法と施設の例をFig. AP 4.4とFig. AP 4.5に示す。

(2) 輸送機材

輸送専用の輸送機材としては、8トン車以上の大型輸送車、15～50m³のコンテナ車ないしはコンテナトレーラー車、船舶、鉄道、パイプ等がある。大型輸送車には、圧縮装置を内蔵し積載効率を上げたものもある。コンテナシステムは大量輸送ができ、ある程度のストックも可能である。船舶は、道路と水路と目的地の結合がうまく合えば、大量輸送の利点を生かすことができる。鉄道輸送はあまり例をきかない。

Fig. AP 4.4 View of a transfer station

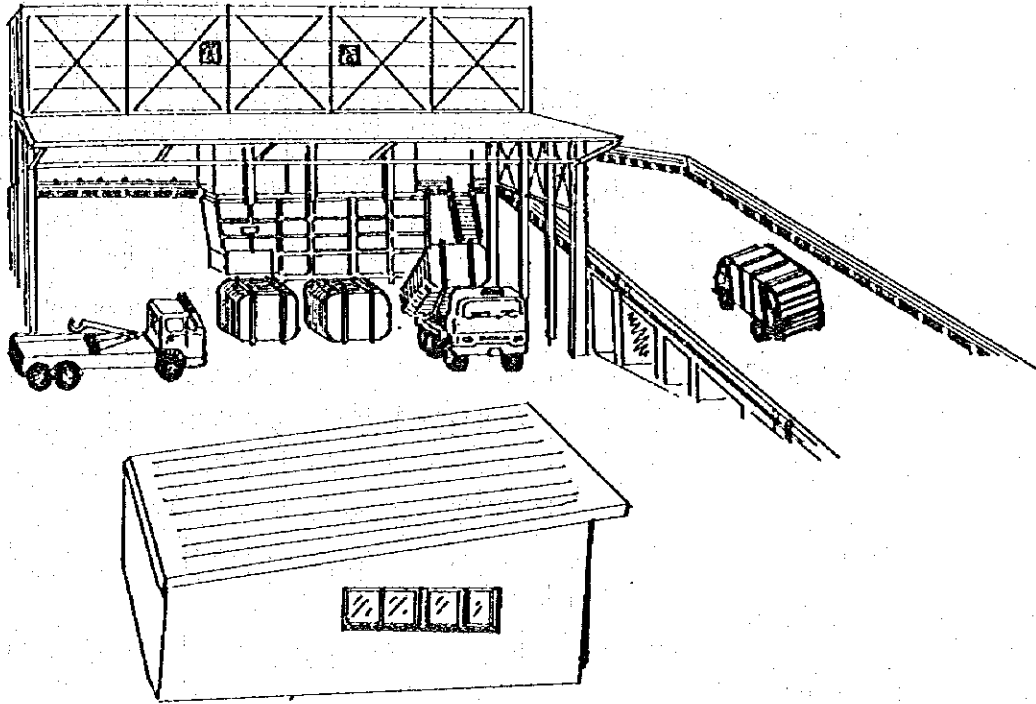
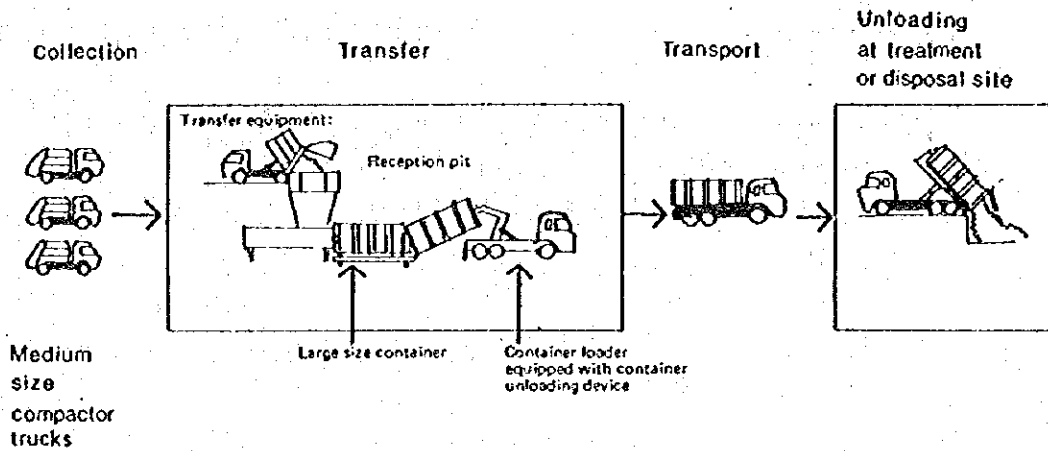


Fig. AP 4.5 Collection and transport using transfer method



Appendix 4.4 コンバクタの収集輸送作業モデル

(1) モデル式の作成

収集・輸送作業は、収集、輸送、搬入、オフロードの4作業要素から構成されていると考え、1日の総作業時間(=作業員の拘束時間)は次式で示される。

$$T = T_c + T_h + T_d + T_o \quad \text{-----} \quad (\text{Eq. 1})$$

ここに、 T = 1日の総作業時間

T_c = 収集時間

T_h = 輸送時間

T_d = 輸送先における荷卸し時間

T_o = オフロード時間 (ie. rest, meals, and other non-productive activities)

総作業時間は、昼食、休憩等も含めた清掃作業員の1日当りの勤務時間=拘束時間を意味し、就業規則において定められる。オフロード時間とは車両を運行させない昼食・休憩時間、車両の整備・洗車時間、業務報告時間、車庫から収集区域までのアクセス時間およびその他収集作業に直接関係のない時間である。総作業時間もオフロード時間も、共に労働条件および労務管理の状態に左右される値である。収集時間は、排出されたごみを収集車に積み込むのに要する時間と積み込み地点間の移動に要する時間の和で表われ、次式で定義する。

$$T_c = T_e + T_m = 16.7 \cdot Q \cdot E_l + Q \cdot E_m \quad \text{-----} \quad (\text{Eq. 2})$$

ここに Q : 収集量 (t/d)

T_e : 積込時間 (min)

T_m : 移動時間 (min)

E_l : 積込効率 (s/kg)

積込効率は積込時間をごみ重量で除した値であり次式で定義する。

$$E_l = \frac{60 T_e}{1,000 Q} \quad \text{-----} \quad (\text{Eq. 3})$$

積込時間とは収集車がある集積点に到着し、そこでごみを積み込み、発車するまでの時間で、正味の積み込みに要する時間に、手押し車による収集時間等準備作業時間も含まれている。

T_m = 移動時間: stop-to-stop time (min) (あるごみ積込点を出発して、次の積込点に到着するまでの時間)。

E_m = 移動係数 (min/t) (移動時間を収集量で除した値で、1 tonのごみを収集するのに要する移動時間であり、次式で定義する。)

$$E_m = T_m / Q \quad \text{-----} \quad (\text{Eq. 4})$$

輸送時間 T_h は、一回の往復に要する輸送時間 t_h と1日当たりトリップ数 H とを用いて、次式で表わされる。

$$T_h = H \cdot t_h \quad \text{-----} \quad (\text{Eq. 5})$$

ここに、 H : 1日当たりトリップ数 (収集車が収集対象区域とごみ処理施設、処分場、中継基地との間を往復する回数で、次式で表わされる。) また、1日当たりトリップ数 H は次式で表わされる。

$$H = Q/q = Q/c \cdot r \quad \text{--- (Eq. 6)}$$

ここに $H = \text{トリップ数 (trip/d)}$

$q = \text{1トリップ当り積込量 (t / trip)}$

$c = \text{収集車積載容量 (m}^3/\text{vehicle)}$

$r = \text{積載密度 (t / m}^3 \text{)}$

$$r = q/c \quad \text{--- (Eq. 7)}$$

したがって、 T_h は次式で表わされる。

$$T_h = \frac{Q}{cr} t_h \quad \text{--- (Eq. 8)}$$

荷卸し時間は、処理場もしくは処分場でごみを積み降ろしする時間で、場内での走行時間、計量時間を含んでいる。1トリップ当りの荷卸し時間 t_d (min/ trip) は次式で表わされる。

$$T_d = H \cdot t_d = \frac{Q \cdot t_d}{c \cdot r} \quad \text{--- (Eq. 9)}$$

Eq. 2、Eq. 8、Eq. 9 を Eq. 1 に代入すると、一車一日収集輸送量は次式のように求まる。

$$Q = \frac{cr (T - T_0)}{cr \left(\frac{1,000}{60} E_l + E_m \right) + (t_h + t_d)}$$

$$= \frac{q T_e}{q \left(\frac{1,000}{60} E_l + E_m \right) + (t_h + t_d)} \quad \text{--- (Eq. 10)}$$

上式中、 T_e は有効作業時間と呼ばれ、総作業時間からオフルート時間を除いた正味の作業時間、つまり $T_e = T - T_0$ である。

(2) モデル式中変数の値

Eq. 10 の各変数の値を決めるために、タイム・モーションスタディ等の現地調査を行った。その結果を Table AP 4.1 に示す。

Table AP 4.1 Results of time-motion study

		Mean	Min.	Max.	S.D.	No. of samples
Total working time (min)		539	206	960	157	145
Unloading time (min)		8.4	1.0	100.0	10.4	308
Off-route time (min)		52.3	2.0	277.0	48.0	139
Time from a garage to a collection area (min)		20.5	1.0	119.0	19.3	137
Loading efficiency (s/kg)	6m ³ N-C	3.46	0.82	25.80	4.64	27
	8m ³ N-C	2.90	0.50	18.80	2.11	99
	Compactor	2.01	0.33	5.20	0.97	180

Note: Off-route time doesn't include the time from garage to the collection area.

この現地調査に基づき、Eq. 10 の変数に次の値を代入する。

- a. 総作業時間 T 540 min
- b. 有効作業時間 T_e 420 min
- c. 積込効率 E_l 2.0 s/kg
- d. 移動係数 E_m

移動係数は積込点の配置と集積ごみ量、収集ルート of 交通事情等に支配される。移動係数は、Fig.AP 4.6 に示すように、集積点当りのごみ量が増加すると移動係数が減少し、ごみ量が減少すると移動係数が増加する傾向を示す。

積込点当りのごみ量は、ごみの排出量分布と収集のサービス水準（積込点の配置、収集頻度等を意味する。）に依存する。今、収集サービスが同一とすれば、集積点当りのごみ量は単位面積当りの収集量との関係で表わすことができ、現地調査結果によれば、Fig.AP 4.7 に示す関係があった。

Fig. AP 4.6 Relation between coefficient of moving and volume at a collection site

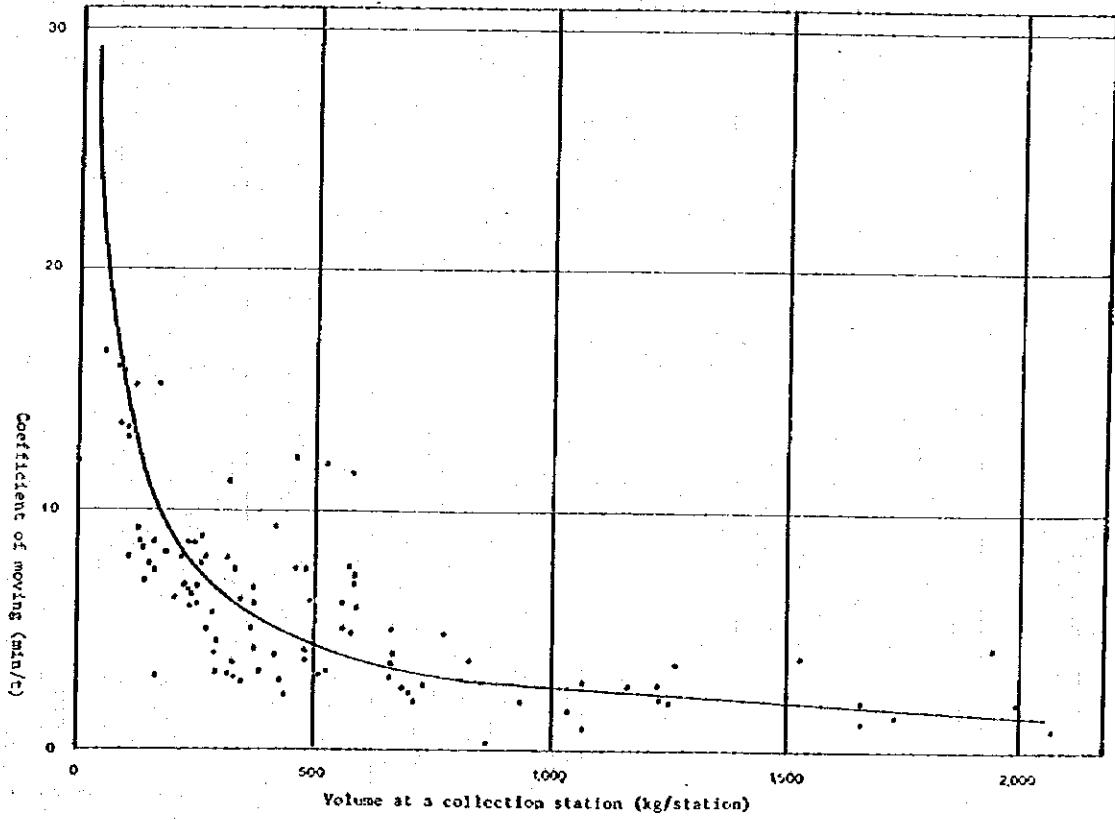
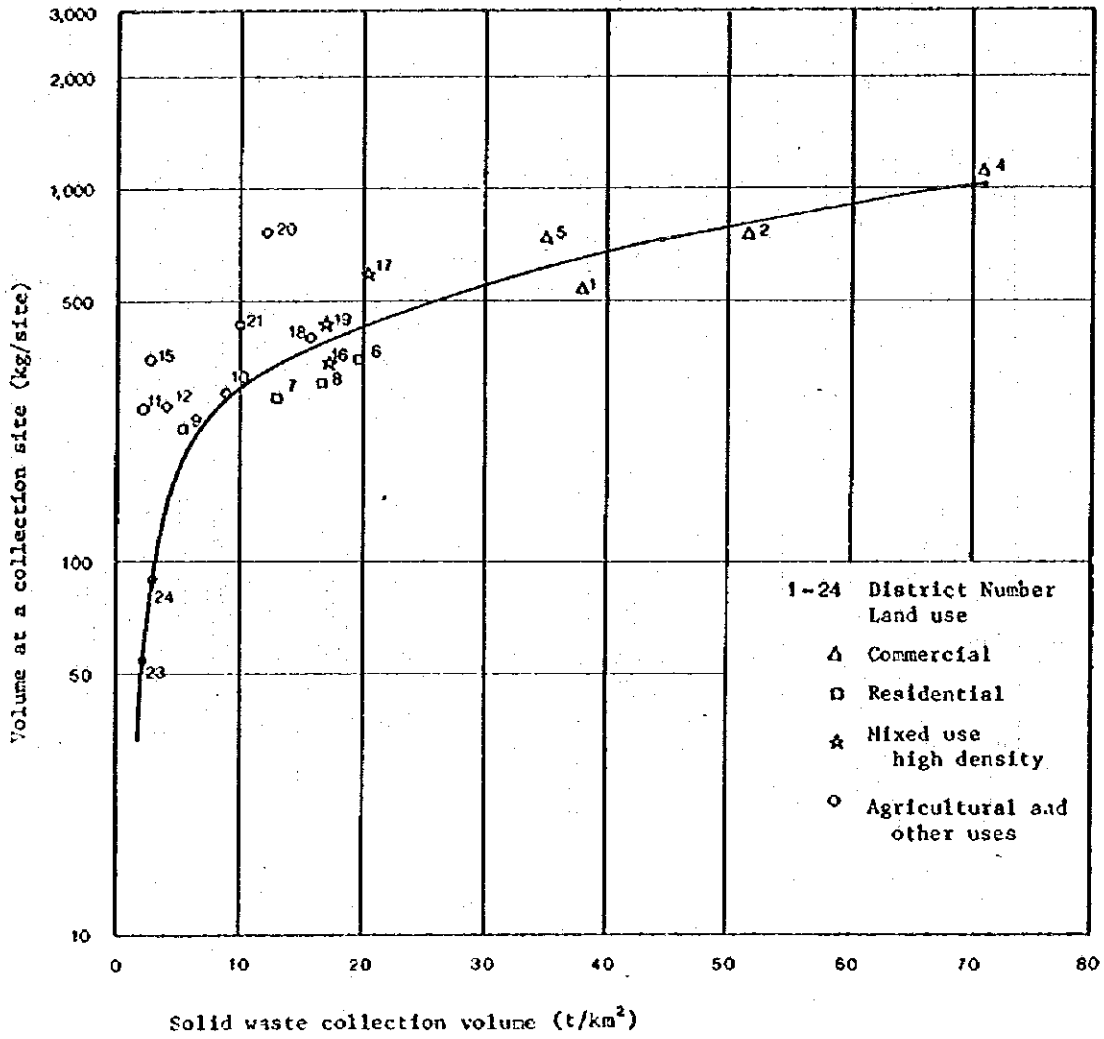


Fig. AP 4.7 Relation between solid waste volume per area and volume at a collection site



これらの関係から、移動係数を単位面積当り排出量を用いて次表のごとく設定した。

Table AP 4.2 Coefficient of moving

Solid wast generation volume per unit area (t/km ² .d)	Coefficient of moving (Em) (min/t)
30 ~	4
15 ~ 30	7
5 ~ 15	10
0 ~ 5	15

e. 一回の往復に要する輸送時間 t_h

現地調査結果から、輸送時間と輸送距離について次式の関係を得た。

$$t_h = 4.48 L - 3.58$$

ここに、 t_h : 1回の往復に要する輸送時間 (min/trip)

L : 片道輸送距離 km

f. 輸送先における荷卸し時間 t_d

実測した結果では、この時間は車種による違いはなく、平均8分であった。標準作業としては、少し余裕をみて、10分と設定する。

(3) 収集輸送モデル式の確定

これらの変数を使ってEq. 10を書きかえると次式のようなになる。

$$Q = \frac{q (T - T_0)}{q \left(\frac{1000}{60} E_l + E_m \right) + (4.48 L - 3.58 + t_d)} \quad (\text{Eq. 11})$$

Appendix 4.5 収集・輸送費用算出モデル

(1) 収集・輸送費用算出モデル

1台の収集車の1日当りの収集・輸送費用は下式により表わされる。

$$C \text{ (総費用)} = MH \text{ (維持管理費)} + FRH \text{ (燃料消費量)} \\ + v/t \text{ (車両減価償却)} + S \text{ (人件費)} \quad (\text{Fig. 1})$$

また、トンキロ当りの収集・輸送費用 C_{unit} は Eq. 1 を総走行トンキロで除して

$$C_{unit} \text{ (トンキロ当り費用)} = \frac{M}{q} + \frac{FR}{q} + \frac{V}{HLqt} + \frac{S}{HLq}$$

ここで M : 車両維持管理費	(Baht / km · vehicle)
F : 燃料単価	(Baht / L)
R : 燃料消費量	(L / km)
V : 車両購入費	(Baht / vehicle)
S : 運転手および作業員人件費	(Baht / d · vehicle)
H : 1台当りトリップ数	(trip / d · vehicle)
L : トリップ当り走行距離	(km / trip · vehicle)
t : 車両の償却期間	(d / vehicle)
q : 運搬一回当り収集運搬量	(t / trip · vehicle)

(2) モデル式中変数の値

i) 車両維持管理費 : M

収集車の維持管理費に関する費用としては、エンジンオイル消費、タイヤの摩り修理費としての人件費および部品費用が考えられるが、個々の費用に関するデータが無いため、これらの費用に実際使われている財務局の Mechanical Division の 1979年予算と同年の収集車の総走行距離により単価を算出する。この結果、収集車の維持管理費は走行1km当り1.25 Bahtと推計された。また、求められた単価は1980年も変わらないものとした。

ii) 燃料消費量 : R および燃料単価 : F

燃料消費量はバンコック市における7.5m³のコンパクトの実績により1L当り25Km走行するので、1km当りでは0.4Lの燃料消費量となる。また、燃料単価は1980年のバンコック市の軽油の販売価格6.4 Baht / Lを用いた。

iii) 車両購入費 : V

2000年時点のごみ収集車としてはコンパクトタイプの積載容量7.5m³の車を使用するものとし、1980年バンコック市における販売価格62,290 Baht / vehicleを用いた。

iv) 運転手および作業員人件費 : S

収集車運転手の人件費はバンコック市における実績により100 Baht / dとし、収集作業員の人件費は80 Baht / dとした。

v) 一台一日当り運搬回数：H

台当りトリップ数はAppendix 4.4で設定されたモデル式に基づいて、各ゾーンの収集効果等の特性や各ゾーンと検討される処理・処分場との間の距離により設定した。

vi) トリップ当り走行距離：L

トリップ当り走行距離は輸送距離と収集のためのゾーン内移動距離の合計とした。輸送距離は作成された2000年のバンコック市の道路網により出発ゾーンから処理処分場までの最短直路距離を電算により求めた。また、移動距離はタイムモーションスタディの結果を用いた。

vii) 償却期間：t

車両の償却期間はMinistry of Communicationsの「Standardization of Vehicle Operation Costs for Thailand」より13年と設定した。

(3) 収集輸送費用算出モデル式の確定

(2)で決めた変数の値を(Eq.2)に代入して、次式を得る。

$$C_{unit} = 1.32 + 190 / (HL) \quad (\text{Eq. 3})$$

この式を用いて各基本計画代替案について収集・輸送費を算出する。

Appendix 4.6 焼却技術

(1) ごみ焼却の意義と特徴

焼却によりごみを処理するということは、ごみ中の可燃物を酸素と反応させて燃焼し、燃焼ガスと減容化安定化された固形残渣（残灰）に転換することである。

都市ごみは、大部分が可燃物から成っている。このため、最終処分の観点から見てより重要なことは、焼却によって容積を5%以下に減少させ得るという事実である。このように焼却技術は、減容比が大きく、残渣が安定化するため、可燃性ごみの処理に最も広く使用されている。

しかし、近年ごみ中に多量のプラスチックが混入するにともない、確実な二次公害防止対策をはかろうとすると、多額の建設・運営費を必要とすることが問題になっている。

(2) 焼却技術の種類

ごみは、その形状・組成・発熱量・燃焼特性等物理的および化学的性状が変動し、多様な性状を示すものである。このためごみの焼却技術にはごみ性状変化に対する幅広い適応性が必要となる。したがって焼却技術は、理論に劣らず実証面からの評価が重要である。

使用されている焼却炉には次のようなものがある。

- a. 火格子炉
- b. 流動床炉
- c. 回転炉

これらの焼却炉のうち、総合的に見て、火格子炉が最も性能に優れ、最も多く使用されている。

(3) 連続燃焼式炉

焼却炉を使い方の上から大別すると、Table AP 4.3の二種類に分類される。

Table AP 4.3 Type of incinerator

Batch firing furnace	<ul style="list-style-type: none">. Solid waste is fed to furnace at regular intervals and incinerated. This method suits small furnaces
Continuous firing furnace (or mechanical furnace)	<ul style="list-style-type: none">. Solid waste is continuously fed to the furnace and incinerated. This method suits large furnace

連続燃焼式炉は、ごみを連続的に能率よく焼却することを目的として開発されたものである。連続燃焼式炉は、ごみの性状がかなり変動しても、火格子（ストーカ）の稼働スピードや燃焼用空気の量と温度を機械的にコントロールして、常にほぼ一定の炉内温度を確保し、通常700～900℃で高温焼却できる特徴を持っている。このため、焼

却に伴い発生する公害の発生が最小になるようにでき、また排煙・排水などの量もほぼ一定になるので、公害防止設備の設計が容易である。

また、焼却熱の回収による資源化機能も備えることができる。焼却炉にボイラを設置して、給熱、給湯、発電というエネルギー回収が可能である。

Appendix 4.7 コンポスト技術

(1) コンポスト施用の意義と品質

有機物を土壤に還元する目的は太陽エネルギーを土壤中に貯えて土壤に豊かな生態系を構築し、ヘテロジニアスな系をつくり出すこととされている。たまたま都市ごみの中間処理と、有機性廃棄物の有効利用という一石二鳥の観点からコンポスト化が各地で検討され始めている。

成分的にはN・P・Kを含有するが、堆きゅう肥と比較してPが多くKは少ない反面Caが多いのがその特徴といえる。完熟製品であれば堆きゅう肥に次ぐ効果は期待できる。微量元素についてはごみ組成の影響を強く受けるので分別工程の導入によって重金属の混入を最小にしなければならない。しかしながら都市ごみコンポストは堆きゅう肥という純然たる動植物遺体とは異なるので、有機質素材として投与される意義については厳正なる評価が必要である。

(2) コンポスト処理技術の諸方式

処理方式の主なものは、○野積み法(Windrow-Composting)、○通気堆積法(Aerated-Composting)(地中コンポスト法はこの方法を採用している)、○高速堆肥化法(High-rate Composting)である。野積み法は簡単な反面、臭気や用地面で問題があるので、強制通気を基本とした高速堆肥化方式が主流になっている。世界一と言われるメキシコシティでは徹底した手選別を基調に野積み方式によって優れた製品を作っている。

処理法のポイントは発酵装置と選別装置の部分で、発酵槽の型式によって回転キルン式、堅型多段式またはこの中間方式等にわけられる。しかしいづれも大同小異で要は好気性菌がいかに十分活躍できるかがプラントの焦点になる。また選別装置の性能アップによって品質の向上ははかれるが、反対に製品の収率は下がりかねない。いづれにしても、都市ごみの質的多様化と製品品質に対する需要側の要求によるプラント機能の向上に伴ってプラント建設費は年々増加の勢いにある。

(3) コンポスト化にあたっての基本的検討事項

ⅰ) コンポスト原料としての都市廃棄物

コンポスト化されるものは第一次発酵によって容易に原形を失い細くなるものが主体となる。一般的にごみ組成は収集体系によって異なるので、品質のよい製品を得るには有機物リッチな素材が望ましい。このため発酵物には加湿のケースが普通だが、反対に付着水分が多い時は脱水が必要となる。

ⅱ) 選別と破碎

選別は発酵工程の前あるいは後に行われるが、衛生面・作業環境面を別にすれば前の方が装置の効率上は有利である。

破碎をとまらうと選別の方法も影響される。現在のレベルでは機械選別にも限界があること、かつイニシアルコストを高めるもとにもなるので原料の選別が大切である。また手選別採択の可否は収集体系や原料組成によって決まるが、製品々質を大

きく左右することは事実である。

破碎は好気性条件を増進するのに役立つが、重金属含量を高めるケースもある。

iii) 工程への影響要因

a. 含水率

ごみ中の水分量は発酵温度を左右する点から重要である。コンポスト材料の最適含水率はその成分によりさまるが、水分量と酸素量とは逆の関係にあり水分が過剰になると酸素が欠乏して嫌氣的になり悪臭を生じる。一般的に40～60%が適当で30%以下になると分解作用が中止する。また非堆肥化物量の条件は、含水比60%程度で実用上限45～50%（乾物）位である。

b. 酸素

好気性分解では分解炭素1gあたり約8kcalの熱を生じるために50～70℃へと昇温するが、空気が過剰になると熱損失を生じる。

c. 温度

温度は化学反応におけると同様生物反応を律する因子でもある。気候等の外的要因はコンポストの外周囲から20cmの深さまで影響をおよぼすので夏の方が分解が活発である。適度な切り返し作業は酸素欠乏障害を回復し、温度の上昇をもたらす。普通一次発酵は60～70℃で行われ、易分解性物質が短時間に分解される。二次発酵では繊維素類等が50℃付近で低分子化される。

d. C/N

コンポスト成分を微生物が利用するためには、エネルギー源としての炭素と原形質形成のための栄養源としての窒素がバランスをもって存在することが大切である。ごみ中の紙やセルロースの割合でC/Nは著しく変化するが、普通40～80でコンポスト製品としては20～30程度で完熟すれば20以下になる。

(4) コンポスト中の有害物質規制に対する考え方

ごみのコンポスト化は、作物残渣や家畜排泄物の場合と異なり有害物質の問題があるので農業利用については十分な検討が必要である。それには作物の生育栽培に対する影響はもとより、耕地土壌への影響も併せて考慮せねばならない。有害性重金属はいうにおよばず、窒素・リン・カリのような多重元素を含めて銅・亜鉛のような微量元素の多いコンポストが、従来堆肥のように収穫作物の商品価値を保証できるか否かが大切である。従って肥料を得るために目的生産されたものではない有機素材ではあるが、肥科学的立場から有害物質規制のあり方が決められなければならない。

堆肥や下水汚泥を畑作に施用した場合、亜鉛の量でそろえて土壌中の元素含有量をみると、施用量に応じて高くなっている。(Table AP 4.4)

Table AP 4.4 Heavy metal contents in soil to which compost and sewerage sludge were applied

Treatment	Zn-applied (ppm)	Soil pH	Element in soil exudated by 0.5M HCl (ppm)							
			Zn	Cu	Fe	Mn	Cr	Pb	Ni	Cd
No treatment	0	4.9	4	3	154	100	0.2	10	1.1	0.5
ZnSO ₄	40	4.9	28	3	153	111	0.3	7	1.3	0.4
	80	4.9	51	2	161	103	0.4	7	1.9	0.5
	160	4.9	106	3	141	90	0.2	11	1.3	0.8
	Compost	40	5.7	32	9	247	147	0.9	23	1.3
Compost	80	5.7	47	15	285	191	1.5	41	2.1	1.0
	160	6.3	80	18	360	203	3.0	49	2.1	1.7
	Sewerage Sludge	40	5.3	29	10	258	222	1.2	28	1.8
Sewerage Sludge	80	5.3	53	19	363	213	2.0	57	1.4	2.8
	160	5.6	93	27	513	229	5.3	79	2.1	2.9
	Compost	analyzed value	1610	340	13310	400	5000	450	300	15
Sewerage Sludge	1810		910	3520	250	520	1570	290	50	

Source : 'Compound fertilizer' No. 29, 79-89 (1978)

肥料の適正施用量は多くの場合窒素できますが、コンポストではその微量元素についても考慮する必要があります。とはいっても諸々の元素をすべて規制の対象とすること自体現在までの知識では困難である。その点量的に最も含有の大きい亜鉛が規制の対象として考えられるが、亜鉛自体動物に対する毒性は弱いので植物吸収はそれ程神経質に考えなくてよい。反対に鉛やクロムは動物に対する毒性は示しても植物吸収は少いので植物害としては現われ難い。また、カドミウムや水銀は動物に対して強い毒性があるので植物による吸収には重大な注意が必要である。

これらの濃度規制については各国ともまちまちであるが、最近英米両国においては土壌保全の立場から総量規制の考え方が採用されている。Table AP 4.5は英国におけるガイドラインであるが、一考に価するものとして示す。10元素について30年またはそれ以上の期間に施用できる総量を規制し、ホウ素と可給態窒素については毎年の最大施用量を定めたものである。亜鉛・銅・ニッケルについては共存する時には害が付加的なものと考え、おのおの害作用の強さに応じてファクターをかけ、得られた値を亜鉛当量としてその量が560 kg/haをこえないようにしている。

Table AP 4.5 Guideline for application of sewerage sludge to farmland in England (Dept. of the Environment and National Water Council (1977))

Element	Normal Value		Limit of Application in Sludge kg/ha	Applicable Period Year
	Soil mg/kg*	Liquidized Digestion Sludge mg/kg*		
Zn	10-300	1500-3000	560**	30 and longer
Cu	2-100	600-800	280**	-do-
Ni	5-500	50-80	70**	-do-
Cr	5-500	100-400	1000	-do-
Cd	0.1-1.0	7-50	5	-do-
Pb	2-200	200-700	1000	-do-
Hg	0.01-0.3	3-5	2	-do-
No	2	5	5	-do-
As	0.1-40	7.5	10	-do-
Se	0.2-0.5	5	5	-do-
B	2-100	50	Grassland The first year 7 The second year onwards 4.5	Every year Every year
Soluble N		From 20,000 to 50,000	Agricultural land The first year 5 The second year onwards 3.5	Every year Every year
			Grassland 525 *** Agricultural land: Separately advised ***	Every year Every year

Note: * On dry basis.

** When coexisting, Zn-equivalence is used. Grassland, heavy soil. For soil retaining pH 7.0 or higher, the volume can be increased to double.

*** If no danger of nitrogen contamination of surface water and ground water is confirmed, the application volume could be increased 1.5 times as much as the specified figures.