

ごみ焼却に伴う硫黄、塩素の動向について

相 原 利 雄*

Studies on Sulfur Oxides and Hydrochloric Acid emitted from Incinerating Plants.

Tosio Aihara

ごみ焼却に際して排出される排ガス中の有害ガスとして問題となるいおう酸化物及び塩化水素ガス源は、ごみ中にどの程度含まれ、焼却時に於てどの程度排出されるかを次の調査過程により調査した。

1. 清掃工場に於ける排ガス中のいおう酸化物及び塩化水素ガスの実態。
2. ごみの物理的組成調査。
3. ごみ中の揮発性塩素と燃焼性いおう調査。
4. ごみ中の不揮発性塩素と不燃性いおう調査。
5. ごみ中の合成樹脂及びゴムの揮発性塩素と燃焼性いおう調査。
6. ごみの元素分析調査。
7. 実験分析結果と清掃工場排ガスとの比較。
8. 考察

1. 清掃工場に於ける排ガス中のいおう酸化物及び塩化水素ガスの実態

1-1 いおう酸化物について

清掃工場に於て測定回数 717 回（43年 8 月 12 日～44年 3 月 15 日）の結果は表一のとおりである。

1-2 塩化水素ガスについて

清掃工場に於て測定回数 10 回の結果は表二のとおりである。

2. ごみの物理的組成調査

清掃工場に搬入されたごみを小型車一台分（約 1 トン）を採取して分析した結果は表三のとおりである。尚結果は生ごみ中の値であり各々の組成中に水分が含有

表一
清掃工場に於ける排ガス中のいおう酸化物

ppm 硫黄酸化物	測定結果数
0～ 10	41
10～ 20	65
20～ 30	113
30～ 40	128
40～ 50	152
50～ 60	121
60～ 70	47
70～ 80	35
80～ 90	8
90～100	7
計	717

表二
清掃工場に於ける排ガス中の塩化水素ガス

測定回数	ppm 塩化水素ガス
1	558
2	636
3	861
4	541
5	528
6	615
7	542
8	415
9	620
10	510
平均	583

されている。

3. ごみ中の揮発性塩素と燃焼性いおう。

生ごみ中の揮発性塩素と燃焼性いおうについて 20 件体分析調査したところ表四の結果を得た。

4. ごみ中の不揮発性塩素と不燃性いおう。

生ごみ中の不揮発性塩素と不燃性硫黄について 10 件体分析した結果は表五のとおりである。

5. ごみ中の合成樹脂及びゴムの揮発性塩素及び燃焼性いおう。

ごみ中より樹脂類及びゴムを集め乾燥細断し試料として 800°C にて燃焼せしめ、排ガスを吸収し測定した結果

* 清掃研究所

表一3

生ごみの物理的組成

単位%

試料 NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
試料採取年月日	43 5.13	6.24	7.8	8.12	9.9	10.11	11.4	12.9	1.13	2.10	44.
紙類	14.90	31.32	30.00	27.10	56.76	65.01	32.46	30.90	38.48	24.64	35.16
樹脂類	5.65	6.58	7.50	15.95	7.07	7.74	7.95	8.33	7.08	12.93	8.68
厨芥	9.42	10.87	9.43	27.15	6.66	8.56	34.95	41.30	39.33	32.75	22.04
布類	—	6.88	4.84	1.05	3.68	7.98	5.26	2.43	1.45	4.14	3.77
雑物	56.16	27.03	33.67	15.39	10.64	4.50	9.25	10.99	6.24	9.14	18.30
金属	2.05	3.12	2.47	1.89	2.41	2.29	1.68	2.90	1.84	2.56	2.32
ガラス	2.40	2.93	3.14	3.49	2.70	2.06	4.82	3.15	3.37	8.04	3.61
その他	9.42	11.27	8.95	7.98	10.08	1.86	3.63	—	2.21	5.76	6.12

注) 表中の雑物、及びその他とは、1cmのふるいにかけて、通過したものを、その他とし、ふるいを通らなかつた物の内選別不能のものを雑物とした。

表一4

生ごみ中の塩素といおう

単位%

試料 NO	揮発性塩素	燃焼性いおう	試料 NO	揮発性塩素	燃焼性いおう
1	0.20	0.05	11	0.22	0.03
2	0.17	0.03	12	0.24	0.05
3	0.14	0.04	13	0.17	0.03
4	0.16	0.04	14	0.25	0.07
5	0.17	0.05	15	0.18	0.05
6	0.18	0.05	16	0.16	0.03
7	0.14	0.03	17	0.17	0.05
8	0.15	0.02	18	0.22	0.06
9	0.14	0.05	19	0.21	0.04
10	0.19	0.03	20	0.15	0.02

平均 揮発性塩素 0.189%
燃焼性硫黄 0.041%

表一5

生ごみ中の下揮発性塩素と不燃性いおう

単位%

試料 No	不揮発性塩素	不燃性いおう
1	0.62	0.24
2	0.49	0.66
3	1.33	0.68
4	0.72	0.71
5	1.45	0.81
6	1.47	0.81
7	1.18	0.77
8	1.04	0.76
9	0.76	0.39
10	1.05	0.46
平均	1.01	0.63

表一6

ごみ中の樹脂及びゴムの燃焼性いおうと揮発性塩素

単位%

	合成樹脂類	ゴ ム
燃焼性いおう	—	0.6~2.0
揮発性塩素	3~4	—

は表一6のとおりである。

6. ごみの元素分析調査。

昭和43年5月~44年2月の間の足立、江戸川、多摩川地区のごみについて、月1回、計30回について測定した平均値は表一7のとおりである。尚30回の測定結果は別紙一1のとおりである。

7. 実験分析結果と清掃工場排ガスとの比較。

前述の分析結果のとおり揮発性塩素平均は0.189%、燃焼性いおう0.041% (平均)より、生ごみ1kg中に含まれる揮発性塩素1.89g、燃焼性いおう0.41gとなり、ガスに換算すると塩化水素ガスとして約1.19ℓ、いおう酸化

物0.287ℓとなり、ごみ1kgを燃焼せしめると塩化水素ガス1.19ℓ、いおう酸化物0.287ℓを排出する計算となる。次にごみ1kgを燃焼せしめるとし、理論乾き排ガス量を、ごみの元素分析結果(平均値)より算出すると、約1.3Nm³となり、理論的にごみ1kgを焼却すると排ガス中に塩化水素ガス950ppm、いおう酸化物230ppmが含まれることになる。しかし実際には理論空気量のみでは完全焼却は無理であり、過剰空気を送入し焼却している。排ガス中の炭酸ガス量(6~10%)より見ると理論空気の2~3倍の空気を送入していることになるので、塩化水素ガス320~475ppm、いおう酸化物76~115ppmを含有

表一七
ごみの元素分析

項	目	結果%	
水	分	52.73	
灰	分	17.25	
可	燃	分	30.02
元 素 分 析	炭	素	14.03
	水	素	2.07
	酸	素	12.86
	窒	素	1.17
	燃 焼 性	い お う	0.04
	揮 発 性	塩 素	0.19
発 熱 量	総発熱量 kcal/kg	1290	
	真発熱量 kcal/kg	867	

表一八
分析値より算出した量と清掃工場測定値の比較

	分析値より算出したガス量	清掃工場排ガス測定値
いおう酸化物	76~115	40 (平均)
塩化水素ガス	320~475	583 (平均)

(単位 P P m)

表一九
ガス濃度比較表

	分析値より算出したガス量	清掃工場排ガス測定値	合成樹脂に基因する量	ゴムに基因する量
いおう酸化物濃度	76~115	40 (平均)	—	14~70
塩化水素ガス濃度	320~475	583 (平均)	370~745	—

(単位 P P m)

する排ガスとなる。

表一八はごみ分析値より算出した塩化水素ガス、いおう酸化物と実際に清掃工場に於て測定した結果の比較表である。

次にごみ中の樹脂及びゴム中の揮発性塩素と燃焼性いおうより焼却時に於ける塩化水素ガス、いおう酸化物濃度を算出すると、塩化水素ガスについては表一三よりごみ中の合成樹脂の占める割合は8.68%であり、これは生ごみの物理的組成であるので、水分、土砂等が付着した状態の重量百分率であり、実際は30~35%の水分、土砂等が付着しているので、これらを除去すると約5.9%となる。又、表一六より樹脂中の揮発性塩素は3~4%であり、これより生ごみ1kg中の樹脂に基因する揮発性塩素は1.77~2.36gとなる。これを理論空気量の2~3倍の空気で焼却したとして塩化水素ガス濃度を算出すると、370~745ppmの塩化水素ガスを含む排ガスとなる。

いおう酸化物についてみると、ごみ中のゴムの占める割合は約1%前後であり表一六より焼却時にゴムより排出されるいおう酸化物は、前記、塩化水素ガス算出方法にて算出すると、14~70ppmのいおう酸化物が排出される計算となる。

以上の測定値をまとめると表一九のようになる。

8. 考察

以上の調査を行なってみて、実際工場で排出される濃度とごみ分析値より算出した濃度とかなりの差を生じたが、これは排気温度調整のためのふん霧水の一部が、これらを溶解して排水となる事。ロットから代表試料を採取する困難性等に基因しているものと思われる。

樹脂類の生産量が年々増加する傾向にある現在、ごみ処理対策の一環として樹脂類の取扱いを検討する必要があるものと思われる。

別表-1

混合芥ごみ成分の分析結果表

単位%

搬入月日 ごみ収集地域		43年								
		5月13日	5月15日	5月17日	6月17日	6月19日	6月21日	7月 1日	7月 3日	7月 5日
分析項目		足立	江戸川	多摩川	足立	江戸川	多摩川	足立	江戸川	多摩川
水	分	49.77	48.25	44.56	52.72	48.41	51.64	51.53	60.87	49.18
総	灰	11.67	14.48	25.76	14.74	17.58	17.52	21.40	27.33	18.93
可	燃	38.56	37.27	29.68	32.54	34.01	30.84	27.07	11.80	31.89
元 素 分 析	炭	17.25	18.11	14.73	15.50	12.89	12.58	11.12	10.58	16.04
	水	2.67	2.49	2.22	2.27	2.33	2.01	1.84	1.58	1.89
	酸	17.54	15.42	11.57	13.75	18.04	15.14	13.11	9.20	13.11
	窒	0.89	1.01	0.84	0.84	0.61	0.96	0.83	0.58	0.73
	燃	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03
	揮	0.16	0.20	0.27	0.13	0.10	0.10	0.14	0.10	0.09
発 熱 量	総発熱量 kcal/kg	1,561	1,591	1,459	1,446	1,041	1,048	970	1,005	1,389
	真 " "	1,118	1,167	1,073	1,007	625	630	562	541	968

註) 発熱量計算式は次式による。

記号 { C 炭素 H 水素
O 酸素 S イオウ
W 水分

$$\text{総発熱量} = 8,100C + 34,400 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 2,500S$$

$$\text{真発熱量} = \text{総発熱量} - 600 \left(\frac{18}{2}H + W \right)$$

但し、本表においては、イオウ(S)は含有量が僅少なる故、計算に加えていない。

単位%

搬入月日 ごみ収集地域		43年								
		8月 5日	8月 7日	8月 9日	9月 2日	9月 4日	9月 6日	10月 1日	10月 3日	10月 7日
分析項目		足立	江戸川	多摩川	足立	江戸川	多摩川	足立	江戸川	多摩川
水	分	50.67	58.50	59.69	55.80	54.07	55.45	39.91	52.25	51.06
総	灰	15.14	13.72	12.23	14.84	20.53	17.12	21.53	14.75	15.69
可	燃	34.19	27.78	28.08	29.36	25.40	27.43	38.56	33.00	33.25
元 素 分 析	炭	15.71	12.42	13.85	12.34	12.20	12.68	18.18	14.97	14.93
	水	2.36	1.89	2.17	1.90	1.80	1.89	2.68	2.10	2.08
	酸	14.62	12.15	10.71	13.45	9.71	11.17	15.79	14.37	14.42
	窒	1.23	1.14	1.13	1.45	1.50	1.47	1.52	1.25	1.42
	燃	0.03	0.05	0.05	0.07	0.04	0.06	0.06	0.02	0.03
	揮	0.24	0.13	0.17	0.15	0.15	0.16	0.33	0.29	0.37
発 熱 量	総発熱量 kcal/kg	1,458	1,134	1,407	1,076	1,189	1,191	1,716	1,317	1,305
	真 " "	1,027	780	937	639	768	756	1,332	890	887

単位%

分析項目		搬入月日						44年		
		43年 11月 6日	11月 8日	11月11日	12月 2日	12月 4日	12月13日	1月 6日	1月 8日	1月16日
ごみ収集地域		江戸川	多摩川	足立	足立	江戸川	北	足立	江戸川	北
水	分	57.65	57.00	50.61	56.11	58.21	54.67	59.83	54.79	50.37
総	灰	15.85	10.89	15.22	11.53	25.04	12.98	9.36	17.74	15.39
可	燃	26.50	32.11	34.17	32.37	16.75	32.35	30.81	27.47	34.24
元 素 分 析	炭	12.62	15.30	14.97	15.00	10.29	16.24	13.81	13.79	16.84
	水	1.47	2.12	1.99	2.15	1.50	2.54	2.27	2.12	2.32
	酸	10.95	13.08	15.02	13.81	3.68	12.24	13.32	10.05	13.43
	窒	1.24	1.29	1.94	1.23	1.13	1.11	1.12	1.30	1.45
	揮	0.05	0.10	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.03
	揮	0.17	0.22	0.21	0.15	0.12	0.19	0.28	0.20	0.17
発 熱 量	総発熱量 kcal/kg	1,117	1,406	1,252	1,361	1,191	1,563	1,327	1,414	1,567
	真 " "	692	950	842	968	761	1,098	845	971	1,140

分析項目		搬入月日			
		44年 2月 3日	2月 5日	2月 7日	43年 44年 5月 ~ 2月
ごみ収集地域		足立	江戸川	北	平均値
水	分	43.49	51.23	53.56	52.73
総	灰	29.00	21.17	18.49	17.25
可	燃	27.51	27.60	27.95	30.02
元 素 分 析	炭	10.94	12.83	12.11	14.03
	水	2.01	1.89	1.69	2.07
	酸	13.03	11.55	12.50	12.86
	窒	1.16	1.15	1.45	1.17
	揮	0.06	0.03	0.04	0.04
	揮	0.31	0.15	0.16	0.19
発 熱 量	総発熱量 kcal/kg	1,017	1,193	1,024	1,290
	真 " "	647	770	621	867