



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	札幌市における塵芥の性状について (I)
Author(s)	岡垣, 理; 朝倉, 勝己
Citation	衛生工学, 8, 13-20
Issue Date	1963-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/36158
Type	departmental bulletin paper
File Information	8_13-20.pdf



札幌市における塵芥の性状について (I)

岡 垣 理*

朝 倉 勝 己**

(昭和38年1月15日受理)

On the Properties of Municipal Refuse from Sapporo (Part I)

Osamu OKAGAKI

Katsumi ASAKURA

Synopsis

The purpose of this report is to clarify the properties of municipal refuse from Sapporo such as household refuse, garden refuse, garbage, coal ash and so on. An appropriate method for refuse disposal can be told by collecting exact data concerning properties of the refuse.

In this report, compositions of the refuse were analyzed by physical means, and the calorific values were measured by using a calorimeter.

1 ま え が き

我国における人口の都市集中の現象は、ますます増大しているが、本道もその例外ではなく、とくに、札幌市においてその傾向が著しい。都市の人口増加は必然的に人口密度又は居住区域の増大をもたらし、これによつて各種環境衛生問題が様々の形で派生している。なかんずく、尿尿と並び塵芥の処理については、民族の歴史的問題もからみ、各都市ともその対策に苦慮している現状である。都市衛生に対する欧米の先進諸都市においてさえも、塵芥処理に関し幾多の問題が提示され、熱心にそれと取り組んでいることから、その重要度と複雑さが窺い知られる。

以上のような背景のもとで、本道のごとき積雪寒冷地での都市塵芥の処理方策に対し、一つの指針を与えるための基礎資料を得る目的で、まず、札幌市における塵芥の性状を分析し、その特性を検討する。

* 第4講座 助教授

** 第4講座 技術員

従来、塵芥排出量は各都市の努力によつて曲りなりにも調べられ、また推定も可能であるが、塵芥質については、1, 2の資料があるのみで、その全貌を知悉することは難しい。一つの都市から排出される塵芥の量は、その質とともに、季節的、地域的に、また民度によつても異なるが、現在、札幌市では、従量制および賦課制という2元的な収集形態を採っているため、さらに複雑さを加えている。

本報告では、当市で計画収集された塵芥につき地域別に組成分析、および発熱量測定を行い、その質的特性に検討を加えた結果が述べられている。今後、同様の測定を重ね、得られた一連の結果から季節的変化の特徴を掴むことにより、逐次基礎資料を満たして行く予定である。

2 測定法

供試塵芥には、札幌市清掃部が旧市街地から計画収集した塵芥を充てた。収集区域は3つに区分され、さらに制度上、塵芥量に比例した料金を徴集する従量制と、そうでない賦課制に区別される。

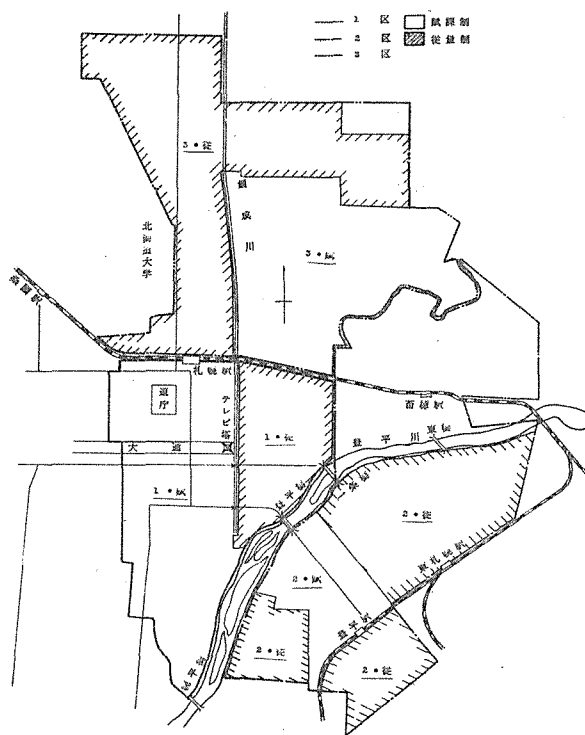


図 1

(図1参照) 従量制を実施している地区では、易燃性の塵芥は多くの場合自家焼却され、収集車に持ち込まれる塵芥は、土砂、厨芥など難燃性のものが極めて多い。このように、従量制と賦課制地区とでは塵芥質に可なり相違のあることが予想されるので、試料も、3区域毎に、従量制地区と賦課制地区と区別して採取し、総計6種類とした。

採取した供試塵芥に対し、つぎのような手順で水分、可燃分、不燃分などの組成割合を求め、併せて、発熱量の測定を行う。

2-a) 試料採取および調製

本供試塵芥は、昭和37年11月、塵芥車により作業場まで収集・運搬されてきた塵芥群の中から、適宜採取されたものである。まず、上記の6地区毎に、それぞれ1車分の塵芥を任意抽出し、それら各々の塵芥ブロックにつき、その上部、中部および下部の三個所から約50[Kg]の試料を採取した。これら試料は、大きいものを適当に破碎した後よく混合し、約1[Kg]程度になるまで縮分を繰返す。このようにして得られた試料は、そのブロックの質的平均値に近づくはずである。以上の現場作業は、塵芥の含有水分に変化が生じることを避けるため、迅速に行い、縮分を終つたものは、

それら各々の塵芥ブロックにつき、その上部、中部および下部の三個所から約50[Kg]の試料を採取した。これら試料は、大きいものを適当に破碎した後よく混合し、約1[Kg]程度になるまで縮分を繰返す。このようにして得られた試料は、そのブロックの質的平均値に近づくはずである。以上の現場作業は、塵芥の含有水分に変化が生じることを避けるため、迅速に行い、縮分を終つたものは、

供試塵芥として、直ちに罐に密閉し実験室に持ち帰るようにした。

実験室ではさらに約300[gr]まで縮分した供試験塵芥を、 $105^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{C}$ に温度調節した電気乾燥器により乾燥し、まず生塵芥の水分を実測しておく。

つぎに、水分、可燃分および不燃分などの組成分析は、石炭類の工業分析法に準拠して行われるため、試料を粉碎しなければならないが、金属片、砂利、ガラスその他不燃性のものを、所謂、1次不燃分として予め取り除き、秤量（感量1[gr]）しておく。残部は木、竹片、紙、布、プラスチック、野菜など可燃性のものであるが、これらは多かれ少かれ灰分を含むため、所謂、見掛けの可燃分である。従つて、可燃分は見掛けの可燃分から灰分を差し引いたもの、不燃分は1次不燃分に灰分を加算したものとなる。

見掛けの可燃分は、市販の家庭用ミキサーにより粉碎される。勿論、粉碎性に相違があるので、ミキサーおよび鉄製の粉碎鉢を併用して粉碎を果たす。この過程で粉碎された試料は、比重の相違により「極軽」、「軽」および「重」の3段階に分別できる。「極軽」は綿状を呈しており、布や紙などが主体になつている。「軽」では大部分が微細な木片、藁、野菜屑などである。また、「重」は、例えば見掛け可燃分に附着していた砂や、選別の際止むを得ず混入する「極軽」「軽」の微細繊維、或いは時として石炭の微粒子などであり、ミキサーによる粉碎は適当でないから、鉄製粉碎鉢を用い、60メッシュの篩を通過するまで粉碎を繰り返す。

2-1b) 可燃分、不燃分および発熱量の測定

上記のように比重差により分別、調製された試料につき、石炭類の工業分析と全く同じ方法で、水分と灰分を実測すれば、可燃分と不燃分が確定する。試料を「極軽」「軽」「重」などと区分したのは、勿論、粉碎を効果的に行うためでもあるが、灰分測定の場合、精度を高め、また、つぎに述べる発熱量測定が容易になるなどの利点を伴うからである。

発熱量の測定には、固体燃料などに対して用いられる、ボンブ式断熱熱量計（吉田製作所製、Y. M. 改良B型燃研式）を使用し、石炭類を測定するときと同様の方法で発熱量を実測した。試料は、錠剤に成型することが難しいので、所定の雁皮紙（3,600[Kcal/kg]）に包み、ボンブ内に装置するようにした（図2参照）

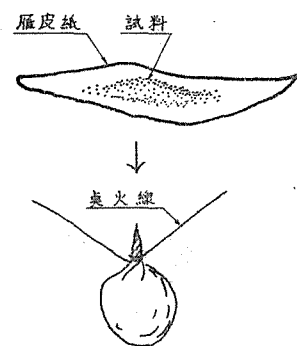


図 2

3 測定結果とその検討

前述の方法で生塵芥の水分測定を行つた結果、表1のような値が得られた。この表に現われた数字だけで、全体を推断することは勿論できないが、賦課制、従量制という二つの異なる収集形態による

表 1 生塵芥の水分

水分(%)	賦 課 制			従 量 制		
	1 区	2 区	3 区	1 区	2 区	3 区
	37.0	12.9	36.9	18.2	20.0	55.3

相違も判然としない。しかし、東京、大阪の塵芥分析例¹⁾で、それぞれ60[%]および50[%]の含水率が示されていることと比較すれば、11月における札幌の塵芥の含水率は少い。因みに、東京、大阪、札幌の平均年間降水量²⁾はそれぞれ、1568, 1274, 1119[mm]である。

乾燥塵芥中の金属、陶器、ガラス片などの不燃物を、1次不燃分として予め除き、残部の見掛け可燃物を粉碎し、「極軽、軽、重」などと区分、調製したが、このような比重差による区分に従って、それぞれ灰分や発熱量を測定し、その結果の重み付き平均をとれば、採取試料の代表的値が得られる。實際上、区分をしないでその中から平均的な試料を抜き取ることは難しい。表2は、上記の区分に従

表 2 組 成 分 析

制度別	区別	見 掛 可 燃 分				1次不燃物
		重	軽	極 軽	ゴ ム	
賦課制	1	80.7	19.3	—	—	—
	2	86.0	14.0	—	—	—
	3	67.0	21.0	—	—	12.0
従量制	1	95.8	1.4	1.4	—	1.4
	2	68.0	2.2	1.3	—	28.5
	3	35.3	1.6	9.4	5.7	48.0

つた分析結果が示されている。従量制3区の試料中にゴムが混入していたが、その粉碎が容易でないため、とくにゴムについては他の見掛け可燃分と別扱いした。同表の結果によれば、賦課制地区の見掛け可燃分は従量制地区に比して多く含まれており、従量制地区では、易燃性のものはできるだけ自家焼却して、支払う収集処理料金の軽減を計ろうとする努力が窺える。

表3は見掛け可燃分に対する可燃分と灰分の測定結果を示したもので、各試料につき、2ないし3回行つた測定の結果が平均してある。その誤差は±0.8[%]内にある。ただし、賦・2区・軽および従・2区・軽はそれぞれ2および1.8[%]の誤差を示したが、これはいずれも比重による区分操作が

表 3 各見掛け可燃分の可燃分および灰分

制度別	区別	重		軽		極 軽		ゴ ム	
		可	灰	可	灰	可	灰	可	灰
賦課制	1	37.7	62.3	74.2	25.8				
	2	31.1	68.9	75.7	24.3				
	3	43.0	57.0	85.3	14.7				
従量制	1	28.1	51.9	93.3	6.7	89.5	10.5		
	2	25.2	74.8	85.1	14.9	90.6	9.4		
	3	58.2	41.8	86.6	13.4	86.0	14.0	65.5	34.5

無水試料に換算したもの

充分でなかつたことに原因するものと思われる。表のうち、「重」の灰分が他のものに比べて格段に多いのは、前述のように「重」の中に、土砂、石炭燃渣などが可なり混入しているためである。なお、試料調製中、試料は大気から吸湿するため、可燃分に対しその補正を行わねばならない。従つて可燃分（灰分）測定時、同時に水分測定も併行した。可燃分 C[%] と灰分 A[%] の算定式は下の通りである。

$$C = \frac{C' - w}{100 - w} \quad (\%)$$

$$A = \frac{A'}{100 - w} \quad (\%)$$

ここで、C = 無水試料の可燃分 C' = 大気の湿分を吸収、平衡した状態の試料の可燃分
 A = " 灰分 A' = 同上灰分
 w = 試料の吸湿量割合、以上はすべて百分率。

つぎに、表 4 には、見掛け可燃分の発熱量が掲げてある。この場合も試料ごとに、2 ないし 3 回実測し、その値を平均したもので、殆んどが ± 0.6~1.08 [%] の誤差内にある。ただ、縦・2 区・軽のみが、1.8 [%] の誤差を示したが、この原因も前記同様、区分操作の不完全に帰せられるようである。

表 4 各見掛け可燃分の（高位）発熱量

		重	軽	極 軽	ゴ ム
賦 課 制	1	2 0 1.3	3 2 0 8		
	2	1 8 8 8	3 0 3 2		
	3	1 9 8 3	3 8 3 4		
従 量 制	1	1 1 8 4	4 0 6 4	3 4 8 7	
	2	1 2 8 0	3 9 9 5	3 6 8 9	
	3	2 6 9 3	3 7 4 0	3 8 2 5	5 2 1 8

無水試料に換算したもの

ここで謂う発熱量とは、前記の発熱量計によつて得られる値 H' [Kcal/Kg'] から、試料の水分 w （試料が大気から吸湿した水分）の蒸発潜熱を差し引いた値

$$H = \frac{(H' - 590 \times w)}{100 - w} \quad [\text{Kcal/Kg} - \text{無水試料}]$$

のことであり、無水試料に対する高位発熱量を示している。ここで 590 は水の蒸発潜熱 [Kcal/Kg]。

純可燃分単位量当りの高位発熱量を前表 3, 4 の結果から算定したものが表 5 である。全試料の平均値として、4970 [Kcal/Kg] という値が得られている。米国における実験研究の結果³⁾によれば、塵芥の可燃分を、化学的組成とは無関係に、すべてセルローズと看做して計算した値と、実測値とはよく一致すると言われ、また、本邦の塵芥に対しては、可燃分の低位発熱量は 4,800~4,400 [Kcal/Kg] の範囲に収まるという報告⁴⁾もある。いま、当試料に対する可燃分の化学組成をセルローズ $C_6H_{10}O_5$

表5 純可燃分単位当りの高位発熱量

制 度	地 区	可燃分の高位発熱量 [Kcal/Kg]	平 均 値
賦 課 制	1	5 0 2 0	4 9 7 0 但し賦・2区および従・1区を 除いたものの平均
	2	5 4 9 0	
	3	4 9 5 0	
従 量 制	1	4 2 0 0	
	2	4 9 8 0	
	3	4 9 5 0	

と看做して、無水可燃分の低位発熱量 H_L を

$$H_L = H - 5400 \frac{h}{100} \quad [\text{Kcal/Kg}-\text{無水試料}]$$

H = 高位発熱量, h = 可燃分中の水素 [%]

から計算すると、平均値は $4800 [\text{Kcal/Kg}]$ となり、在来の発表値とほぼ同じ。

図3の○印は、無水試料の可燃分と発熱量との関係を、直角座標に移したものであり、図中の直線は、可燃分の発熱量が、表5の平均値 $4970 [\text{Kcal/Kg}]$ であると考えた場合の計算値

$$H = 4970 \frac{C}{100} \quad [\text{Kcal/Kg可燃分}] \quad C = \text{可燃分百分率}$$

である。また口印は、昭和37年8月採取の塵芥を当実験室で測定した結果を表わしている。この場合、見掛可燃分の粉碎はミキサーだけによつて行つたので、「重」可燃分はよく微粉化できず、そのため、発熱量測定の際、石炭粒などがポンプ内に未燃のまま一部残り、実測値に可なりの誤差を伴っている。いま、ポンプ内で燃焼した可燃分の発熱量を、上に得た平均値 $4970 [\text{Kcal/Kg}]$ として未燃分を逆算し、その未燃分の発熱量を純炭素の $8100 [\text{Kcal/Kg}]$ として補正すれば△印のようになる。このことから、可燃分の比重差による分別処置が当を得ていたことがわかる。計算値と実測値との誤差は散点する2試料を除けば約1[%]以内である。また、可燃分の化学組成がセルローズであるとい

う仮定のもとに低位発熱量を算定し前図と同様な関係を示すと第4図のようになる。両図中、2試料の値がやや散点しているほかは、良好な相関が得られている。塵芥が極めて雑多なものの集りであることを思えば、このような良い相関性は、予想外であつた。

以上の諸結果を、生塵芥の重量をベースとして総括、表示したものが表6である。賦課制と従量制により収集された塵芥の質的相違は、発熱

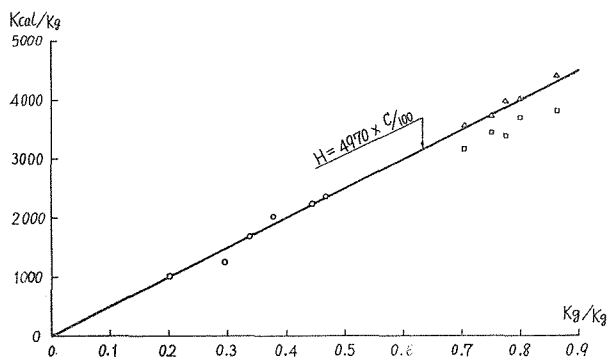


図 3

量に大きく現われており、焼却に有効利用される低位発熱量を比較すると、10倍以上もの開きが見られる。とくに従・3区では低位発熱量がマイナスを示し、理論上、補助燃料なしに、塵芥温度を着火点以上に保つことはできない。従・1、2についても、實際上、同様に自燃させることは難しい。賦課制地区の塵芥についても、燃焼性を上げるためには不燃物を予め取り除き、焼却処理することが望まれよう。

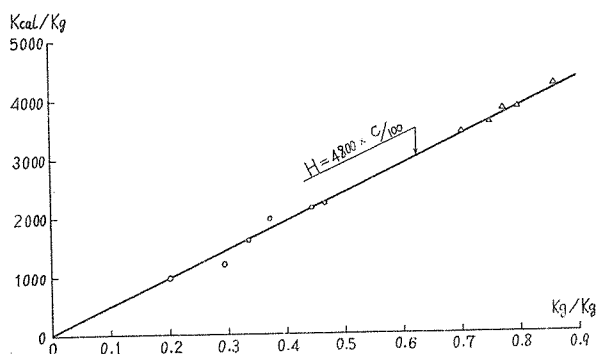


図 4

表 6 単位生塵芥当りの各測定値

制 度	区 別	可 燃 分	不 燃 分	水 分	発熱量 Kcal/Kg 生塵芥
賦 課 制	1	0.282	0.348	0.370	415
	2	0.325	0.546	0.129	590
	3	0.295	0.336	0.369	464
従 量 制	1	0.241	0.577	0.182	193
	2	0.162	0.638	0.200	45
	3	0.151	0.296	0.553	-74

発熱量は生塵芥中の水分の潜熱を差し引いたもの

4 あ と が き

以上は、札幌市における晩秋期の塵芥につき、可燃分、水分などの組成分析および発熱量測定を行った結果の報告である。当市では、賦課制、従量制という二つの異つた収集形態をとっているが、塵芥質のうえで明らかな相違が現われ、その処理方法も区別しなければならないことが示されている。また、焼却処理する場合、塵芥の真発熱量が問題になり、煩瑣な発熱量測定によらないで、簡単に推定できる方法が求められているが、発熱量の実測結果から、ある程度の見透しはついた。

これらは、さらに、実測を重ねることにより四季の変化をも考慮に入れて、より明確なものにした。

供試塵芥の採取に当つて、種々ご配慮を頂いた札幌市清掃部の関係職員の方々に厚くお礼申し上げます。また、現場からの試料採取に当り本講座白川比呂志助手のご協力を得たことに深謝します。

参 考 文 献

- 1) 岩橋元亮：塵芥処理について。衛生工業協会誌，第9巻第1号，昭10-1，P. 15.
- 2) 東京天文台編：理科年表(1961).. 丸善. P. 気・16.
- 3) H. G. Meissner : Designig a Modern Incinerator. Power, Vol. 102. No. 4(1958). P. 80.
- 4) 岩井重久，春山鴻：ごみ焼却炉について。資源，第101号(昭36-6)，P. 28.