

産業廃棄物中間処理に関する研究 (Ⅲ)

——木くず焼却処理施設——

渡辺 洋一 須貝 敏英 小野 雄策 長森 正尚 小林 進

要 旨

産業廃棄物の中間処理施設に関する調査の一環として木くず焼却処理施設の実態調査を実施した。

その結果、焼却処理施設に搬入される木くずの約75%は建築物解体現場から排出されるものであり、工事時期による受入れ量の変動や混入している廃プラスチック類・金属等の除去が処理を困難にしていることがわかった。地域的には県内から64%、東京都から約36%が搬入されていた。木くず焼却炉としては固定床式焼却炉が大半を占めており、ばいじん除去装置としてサイクロン集じん器が多くの事業所で設置されていた。

また、木くず中には有害金属や有機塩素系農薬等が含まれているので、これらの動向を調べるために木くず焼却施設から木くずの焼却灰及び集じん灰を採取し、含有量試験を実施した。

その結果、有機塩素系農薬は残留していないが、金属類が濃縮されていることが確認された。特に、集じん灰には揮散しやすい水銀・カドミウム・ヒ素・鉛等が多く含まれていることがわかった。

さらに、同じ試料について溶出試験を実施したところ、金属類は一般に溶出しにくい塩類や六価クロムが溶出しやすいこと、さらにトリクロロエチレン等が溶出することがわかった。特に、集じん灰からはカドミウム・鉛・トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン等の環境汚染物質が高濃度に溶出する場合があることがわかった。

1 はじめに

近年の廃棄物処理処分には、埋立地の確保難から廃棄物の減量化が強く求められてきている。さらに、平成3年における「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」

(以後「廃掃法」と記す)の改正や「再生資源の利用の促進に関する法律」の制定により、再資源化やリサイクルが法的にも推進されようとしている。このような社会情勢の中、埼玉県では埋立地の確保難を反映して首都圏における産業廃棄物の積替保管場所のような様相を呈してきている。他方、廃棄物の減量化や再利用のための中間処理施設が、県内で増加する傾向にある。

このような動向に合わせ、当所では、中間処理施設の実態調査を行い、中間処理施設の機能強化を図りつつ廃棄物中に含まれる有害物質を検索するなど、廃棄

物の中間処理に伴う様々な問題の抽出と解決策を検討することにより環境保全に努めている。

今回は、前報^{1)・2)}に引き続き、木くずの中間処理施設の一つである焼却処理施設に着目し、その実態を調査した。

平成2年現在、県内には実際に稼働している木くずの焼却処理施設が31ヵ所ある。これらの中には、廃油・汚泥等と混合焼却しているところもあるため、木くずの焼却割合が非常に低い施設もある。このため、調査対象施設としてはそれらを除き、主に木くずや紙くずなどの木質系廃棄物を焼却処理している28施設を抽出した。さらに、この中から16ヵ所を無作為に抽出してアンケート調査を行い、そのうち8施設に対しては詳細な聞き取り調査も併せて実施した。

また、この8施設については、焼却処理残渣等を採取して化学分析を行い、炉内の燃焼状態の推定や環境

汚染物質等の検索を行うことにより焼却処理の適正化についても検討したので報告する。

2 木くずの受入れ実態

2・1 木くずの受入れ

木くずの焼却処理施設は、図1に示したように県内を東部・西部・中央・北部・秩父地域に分割すると、東部、中央及び西部地域の東京寄りに多く位置していた。

アンケート調査及び聞き取り調査を行った16施設の、平成元年の木くずの受入量を表1に示した。

木くずの年間受入量の比率を発生現場別にみると、建築物解体現場・新築現場・工場等から搬入されるものがほとんどであった。その比率は、建築物解体木くずが75.2%と最も多く、新築工事に伴う木くずが19.6%であり、工場から排出された廃パレット等の木くずの受入量は全体の5.2%程度しかなかった。

このように、木くず焼却処理施設に搬入される木く

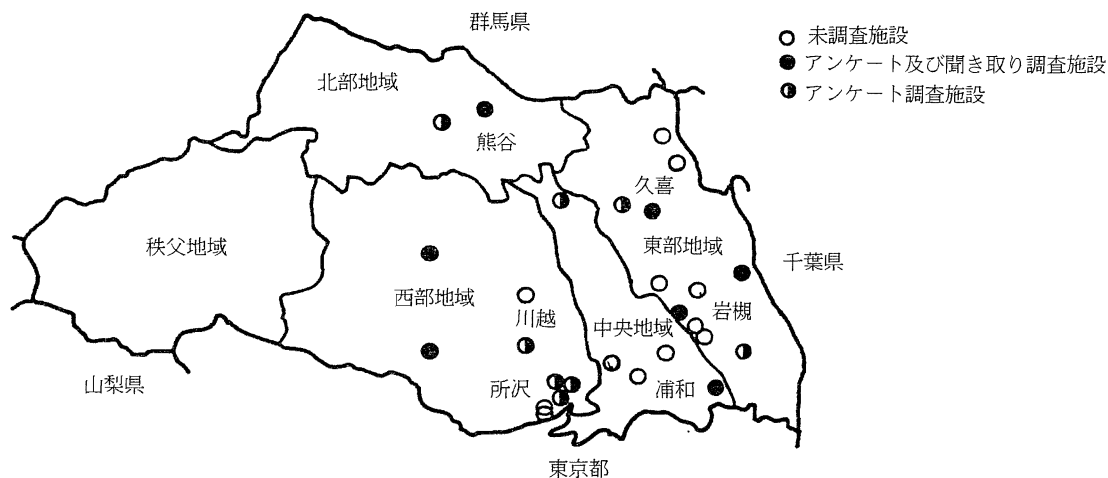


図1 木くず焼却処理施設の分布

表1 発生現場別木くず受入量

施設名	(単位：t/年)			合計
	建築物解体木くず	建築物新築木くず	工場その他木くず	
A	1,200	0	0	1,200
B	4,465	0	235	4,700
C	3,420	180	0	3,600
D	2,520	1,080	0	3,600
E	6,498	342	0	6,840
F	585	0	65	650
G	2,744	1,176	0	4,900
H	960	0	0	960
I	29	0	19	48
J	—	—	—	—
K	3,919	2,110	0	6,029
L	720	1,728	432	2,880
M	4,320	4,320	2,160	10,800
N	10,800	0	0	10,800
O	5,120	832	448	6,400
P	750	750	0	1,500
平均	3,203	834	224	4,262
合計	48,050	12,518	3,359	63,927
構成比	75.2%	19.6%	5.2%	100%

注) J施設は木くずの自家処分のため受入量はなし

ずのほとんどが建築物解体現場で発生するものであるため、建築物の解体工事が多い時期には大量に搬入され、少ない時期には極端に減少することが考えられる。

アンケート調査の結果では、夏期に受入量が多いと回答した事業所が8ヵ所もあったのに対し、冬期に多いと答えたのは1事業所だけであった。ある事業所では、冬期の木くず受入量が夏期の10分の1以下になると回答している。これは、木くずの発生量が工事時期による季節変動に大きく影響され、夏期に多く冬期に少なくなる傾向があることを示すものである。

受入量が安定していると回答した4事業所の場合は、立地条件が良いためか処理依頼が過剰のため、処理しきれずに木くずが保管場所に山積みされるという状況を呈していた。

次に、受け入れられている木くずの形状について調べ、表2にまとめた。形状を角材、板材、小片及びその他に分類すると、角材が最も多くなっている。角材は主に木造建築物の解体工事からの木くずとして、また、板材はビル等の非木造建築の内装材等として排出される。ここで注目されることは、木造建築物の解体工事は機械解体が主流になっているので、木くずが小片化しやすく、また、大手建設会社から排出される木くずを主に受け入れている焼却処理施設では、ビル等の内装材（板材）が多くなるといった傾向がみられることであった。その他の木くずとして植木等を受け入れている施設もあった。

表2 受入れ木くずの形状

施設名	木くずの形状 (比率%)				夾雑物の種類
	角材	板材	小片	その他	
A	50	50			なし
B	90	10			少ない
C	80	20			ビルの内装材
D	10	70	20		廃プラ、繊維
E	20	30	50		金属、紙、畳
F	30	30	30	10	廃プラ、紙、金属、土
G	40	40	10	10	廃プラ、畳、コンクリート
H	50	40	10		金属、廃プラ、瓦、畳
I					金属、廃プラ
J					紙、繊維
K					紙、繊維、廃油
L					金属、廃プラ、紙
M					廃プラ、金属
N	80	20			紙、金属、繊維、廃プラ
O					廃プラ、紙
P					廃プラ、紙、金属、繊維
平均	50	34	13	2	

今回、調査を行った木くずの焼却処理施設では、木くずだけではなく、紙くずなどの木質系廃棄物も受け入れていたので、これら廃棄物の種類や量についても調査し、表3にまとめた。木くずのみの受入れが5社で、木くず以外の廃棄物との混合受入れが10社であった。

木くずのみの焼却処理施設では、木くずの選別が不十分のまま受け入れられている場合があり、不燃物や廃プラスチック類（廃プラ）等の焼却に適さない廃棄物の混入が多く、前処理として分別操作が必要となっていた。

表3 受入れ廃棄物の種類と量

廃棄物受入形態		施設名	受入れ廃棄物の種類と量			総受入れ量
			木くず	紙くず	その他	
木くずのみ受入れ		A	1,200	0	0	1,200
		B	4,700	0	0	4,700
		C	3,600	0	0	3,600
		F	650	0	0	650
		J	—	—	—	—
		P	1,500	0	0	1,500
混合受入れ	木くずと紙くずの受入れ	E	6,840	360	0	7,200
		G	4,900	980	0	4,900
		M	10,800	3,600	0	14,400
		O	6,400	1,600	0	8,000
受入れ	木くずとその他の廃棄物の混合受入れ	D	3,600	4,800	3,600	12,000
		H	960	0	96	1,056
		I	48	0	48	96
		K	6,029	0	670	6,700
		L	2,880	0	720	3,600
		N	10,800	0	1,200	12,000
平均			224	756	422	5,440
合計			3,359	11,340	6,334	81,601

注) J施設は木くずのみの自家処理のため受入れはなし

また、混合受入れとして木くずと紙くずのみを受け入れている場合にも、表2に示されるように、夾雑物として廃プラ・繊維・金属等の混入が多く、多くの施設で見られ、焼却の前処理として、簡単な手選別や鉄くずの磁気選別は避けられない現状である。

他方、表3の木くずとその他の廃棄物を混合受入れしている施設の場合は、建築物解体現場や新築現場から廃棄物を選別しないでそのまま受け入れている。このため、焼却施設に搬入されてから手選別や磁気選別により廃棄物を分別したり、さらには風力選別や破砕機等の装置を設置している場合もあった。

2・2 木くずの発生地域と搬入経路

木くずの焼却処理施設は、県内の東部、中央及び西部地域の東京寄りに多く位置しており(図1)、特に、所沢市や岩槻市等、高速道路のインターチェンジ付近に集中している。

アンケート調査に対して回答のあった11施設について、処理施設を中心とした木くずの搬入元の分布地域を調べたところ、図2に示すようになった。図1の自地域内若しくは近隣地域で発生した木くずの搬入量は全体の28%を占めており、輸送コストの軽減が図られているものの、県内の他地域からの搬入量も36%あり、比較的遠方からも搬入されていることがわかった。

さらに、東京都からの搬入量が36%とかなりの割合

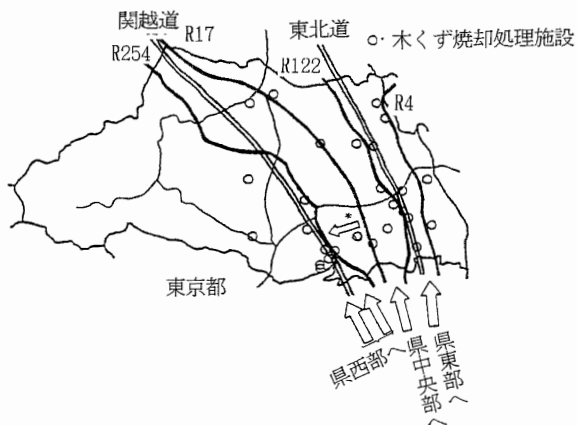


図3 木くず搬入経路推定図
* 県中央部から県西部に移動

を占めている。特に、都内から入ってくる幹線道路付近の施設では、常に過剰の木くずが保管され、処理しきれずに受け入れを制限している場合もみられた。

次に、木くずの搬入経路について図3に示す。焼却処理施設への木くずの搬入は、主に都内からの国道、主要県道及び高速道路によりなされており、これら施設は都内から入って来る幹線道路沿いに立地していることがわかった。東京都以外の他県からの搬入はほとんどなく、排出元は県内と東京都内に限定されていた。

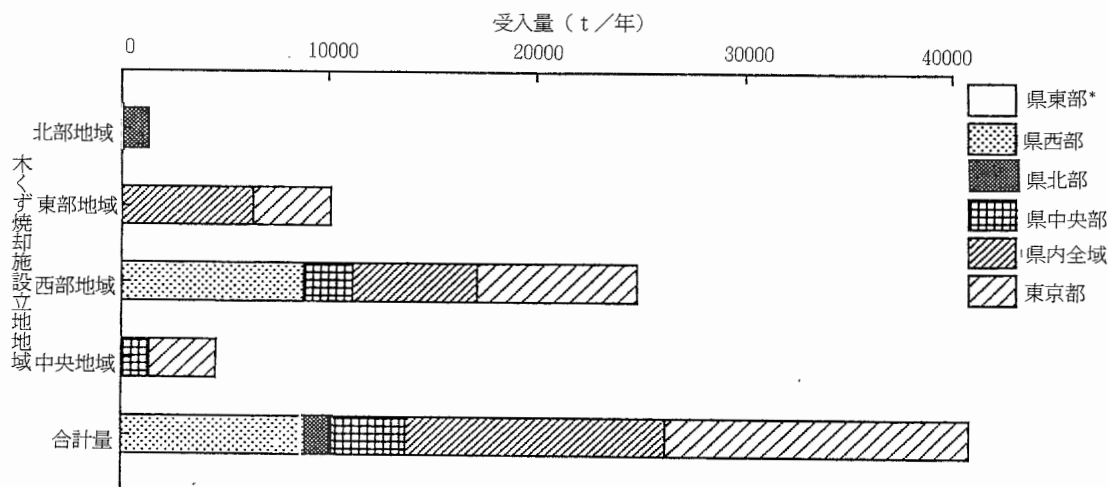


図2 搬入元分布地域
* 県東部だけから受け入れている施設はなかった。
県東部から排出される木くずは、「県内全域」に含まれる。

2・3 木くずの保管

受入れ木くずの保管状況を表4に示した。保管場所の面積は105-1027㎡で、保管場所単位面積当たりの年間木くず受入量には1.0-68.5t/㎡とかなりの差がみられた。

また、木くずの保管期間には1日から1ヵ月間と大きな差がみられたが、ほとんどの施設では2-3日の保管期間であった。保管期間が長いのは年間受入量の多い施設（8000t以上）の場合で、14-30日間となっていた。

表4 受入れ木くずの保管状況

施設名	木くずの保管状況			
	面積 (㎡)	舗装	期間 (日)	受入量/面積 (t/㎡・年)
A	200	有	1	6.0
B	338	有	2	13.9
C	538	無		6.7
D		有		
E	105	有	1	68.5
F	660	有	1.5	1.0
G	396	有	3	12.4
H	691	有	6	1.5
I		有	1	
J	100	有	1.5	
K	132	有		50.7
L	192	有	2	18.7
M	434	有	14	33.1
N	1,027	有	30	11.6
O	660	有	15	12.1
P	176	有	2	8.5
平均	403.5		6.1	18.8
合計	5,649			244.7

しかし、実際には、木くず発生量の季節変動が大きいため受入量が安定せず、受入量の多い夏期には、

保管場所が不足し、受入れを制限している施設が多くみられた。

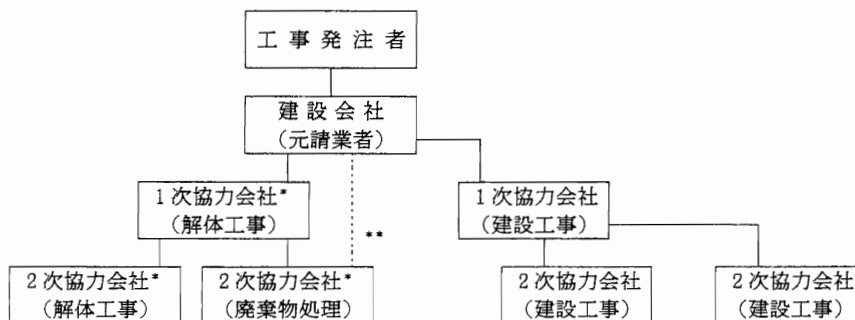
木くずは屋外の舗装された場所に保管されている場合が多く、未舗装の施設は1ヵ所しかなかった。しかし、屋内に保管場所を持つ施設は少なく（2施設）、ほとんどの施設では木くずが屋外に保管されていた。このため、降雨等があると、木くずが水分を含んで燃えにくくなり、炉内温度の低下を招いて不完全燃焼を起こし、ばいじんの発生量が増加することがあった。

したがって、稼働率を上げ、かつ適正な焼却を行うためには、常に乾いた状態の木くずを焼却できるように、一部を屋内に保管するか又はシート等で覆うなどの措置が必要である。

2・4 建設業界と木くず

2・2で述べた木くずの搬入状況から、コスト的には不利であるにもかかわらず、比較的遠方の焼却処理施設まで木くずを輸送している場合がみられた。

これは、木くずの焼却処理施設の多くが建築物解体業や建設業の副業として営まれていることによる。このため、建設工事や解体工事とともに廃棄物処理をも請け負っている場合が多い。すなわち、比較的大きな建築工事に伴う木くずの焼却処理施設は、図4に示す一次又は二次協力会社として、元請け会社の系列企業的存在になる場合が多い。こうしたことから、元請け会社の木くずであれば、比較的遠方からでも搬入されることになる。



* 解体工事会社が廃棄物処理を兼業している例が多いが、建設工事と兼業している例もある。

** 元請業者や1次協力会社が廃棄物処理専門業者に処理委託する場合もある。

図4 大規模な建設工事の請負形態例

表5 自社処分率と受け入れ先

施設名	自社から搬入 (%)	特定の搬入先 (%)	不特定の搬入先 (%)
A*		100	
B*		70	30
C*	70	30	
D*		90	10
E*		90	10
F*		50	50
G*	5	70	25
H*	100		
J	100		

(注) *は聞き取り調査を併せて行った施設

ここで、自社処分率と受入先について調べたアンケート調査結果を表5に示す。木くず焼却処理業者の多くは、自社の解体工事部門あるいは本業である建設業の受注先等の関連会社から搬入される木くずを優先して処理している。さらに、自社から搬入される木くずに限定して処理を行っている施設もある。このような施設では、規模に見合った量の木くずが搬入され、これを適正に処理している例が多かった。

ところで、大手建設会社の一部には、建設系廃棄物を処理委託する施設に対し、指定制度の導入を検討する動きがある。指定制度とは、建設会社が適正と認める特定の指定処理施設に、自社の工事現場から排出する建設系廃棄物の処理を委託する制度である。この制度が導入されれば、今後は、更に距離が離れても、自社の指定施設への運搬が増加する可能性がある。

このことは、廃棄物の流れを把握し、また、処理処

分が適正に行われていることを確認する上では好ましいと考えられる。さらに、この制度が確立することにより、収集運搬業者の一部に見受けられる、混合廃棄物の多い、いわゆる「飛び込み」による搬入も減少するであろう。

他方、木くず焼却処理施設同士の組織化はなされていないため、この制度が定着すると、大手建設会社の指定を受けられない焼却処理施設の場合には、小規模な工事から排出される木くずだけが対象となる。このため、受入量の変動が増大する恐れがあり、運営が難しくなる場合も多くなると考えられる。

3 焼却処理

3・1 焼却方法

今回の調査でみられた、代表的な焼却炉の構造を図5に、また、焼却処理施設の概要を表6に示す。炉型式としては、固定床式及び固定火格子式の2種類の焼却炉が用いられていた。

固定床式焼却炉は、構造が簡単で設置費用も安く、操作や炉の管理も容易である。しかし、空気の供給が不足しがちであり、完全燃焼しにくいという欠点があるため、燃焼管理には十分な注意を払う必要がある。

他方、固定火格子式焼却炉は、液状・汚泥状の廃棄物及び加熱により流動性を示す廃プラのような廃棄物の焼却には適さないが、木くずのように流動性のない固形廃棄物の焼却処理には適した方式である。しかし、建設費用が高額になるという欠点がある。

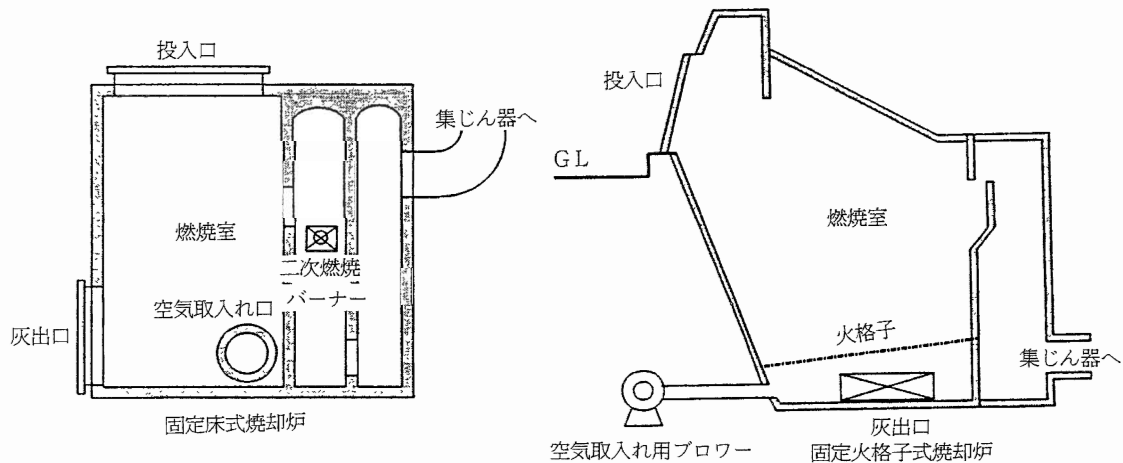


図5 木くず焼却炉の例

表6 木くず焼却処理施設の概要

施設名	前処理方法	焼却処理							稼働日数 (日/年)
		焼却炉型式	送風機	投入口 開閉状況	助燃料	燃焼温度 (°C)	焼却炉投入量 (t/年)	処理量 (t/日)	
A*	手選別	床燃焼*2	有	焼却時閉	灯油	700-800	1,200	12	100
B*	手選別	床燃焼	有	常時開		700-800	4,700	24	220
C*	手選別	床燃焼		焼却時閉	無	1,139	3,600	30	120
D*	破砕	床燃焼	有	焼却時閉		800	3,100	30	103
E*	手選別	床燃焼	無	焼却時閉	灯油		7,125	24	300
F*	手選別	床燃焼	無	焼却時閉	無	1,300(力混入)	650	2.2	296
G*	手選別	床燃焼	有	焼却時閉	重軽灯	800-900	4,900	15.6	314
H*	破砕	床燃焼	有	焼却時閉	灯油	800	960	4.8	200
I	手選別	床燃焼	有	焼却時閉	有り		96	4	24
J	手選別	火格子*3		焼却時閉	有り			4.8	
K	手選別	床燃焼		焼却時閉	灯油		6,290	9.6	655
L	風力破砕	床燃焼	有	焼却時閉	灯油		2,880	16	180
M	手選別	床燃焼	有	常時開			14,250	50	285
N	手選別	床燃焼		焼却時閉			11,962	15	797
O	手選別	火格子	有	焼却時閉	廃溶剤		7,850	16	490
P	手選別	床燃焼	無		灯油		1,500		

注) *は聞き取り調査を併せて行った施設
 *2 床燃焼：固定床式焼却炉
 *3 火格子：固定火格子式焼却炉
 空欄は回答なし

これらのうち、固定火格子式焼却炉は16施設中2施設で、残り14施設の焼却炉は固定床式焼却炉であった。

3・2 燃焼管理

木くずの焼却処理施設のほとんどで採用されていた固定床式焼却炉には、地下式と呼ばれる煙突効果による空気取入れ方式と送風機による強制通気を行う方式の2種類の燃焼空気取入れ方式が採られている。

空気量(酸素量)は燃焼に大きな影響を与えるため、空気量が十分でないと、燃焼中に未燃炭化水素や一酸化炭素が多くなる。その結果、焼却残渣やばいじんの発生量が多くなり、さらには有害な塩化ダイオキシン類等が非意図的に生成することも知られている³⁾。

また、空気量とともに燃焼条件として重要な炉内温度は、ほとんどの施設で800°C前後に設定されていた。炉内温度を計測できる施設での調査によると、木くずのみの自然ではほぼ設定温度に達することがわかった。しかし、熱量の大きな廃プラ等の夾雑物が混入した場合は、1200-1300°Cにまで炉内温度が上昇する。このため、適正な温度管理を行うことが難しくなるとともに炉内温度の上昇による炉壁の損傷が起こる。したがって、このようなことを避けるために、焼却処理前には廃プラを選別・除去しておく必要がある。

しかし、木くずと廃プラを選別することは難しく、

風力選別装置等を導入している施設もあるが、ほとんどの施設では手選別が主に行われていた。

焼却処理前に破砕処理を行って燃焼効率を高め、燃焼時間の短縮及び焼却残渣発生量の減少を図っている施設が2カ所あった。

ところで、今回調査した木くずの焼却炉はいずれもバッチ式であった。これは、一定量の木くずを投入した後は投入口を閉めて焼却する方式のものである。しかし、炉を開口したままで連続的に投入している施設が15施設中2施設あった。

3・3 焼却処理量

表6に示すように、1日当たりの焼却処理量の範囲は2.2-50t/日である。これを大きく分類すると、1日の処理量が5t以下の小規模施設が4カ所、約10-16tの中規模施設が6カ所、さらに24-30tの大規模施設が5カ所であった。

また、これらの施設の年間稼働日数をみると、小規模施設及び大規模施設では24-300日と稼働日数が300日を超える施設はなかった。他方、中規模施設では100-797日で、稼働日数が300日を超える施設が6施設中4施設あった。これら中規模施設は、運転時間を延長しているか又は過剰投入による焼却が行われていると考えられる。

表7 木くず焼却施設における減量化率

施設名	廃棄物搬入量 (t/年)	選別残渣量 (t/年)	焼却炉投入量 (t/年)	焼却灰発生量 (t/年)	減量化率 (%)
A	1,200		1,200	192	84
B	4,700		4,700	720	85
C	3,600		3,600	240	97
D	3,600	500	3,100	125	96
E	7,200	75	7,125	500	93
F	650		650	5	99
G	4,900		4,900	50	99
H	960		960	52	95
I	96		96	5	95
J	—		—	65	—
K	6,700	410	6,290	125	98
L	3,600	720	2,880		
M	14,400	150	14,250	160	99
N	12,000	38	11,962	775	94
O	8,000	150	7,850	500	94
P	1,500		1,500	24	98
合計	73,105	2,043	71,062	3,370	95

3・4 焼却処理による減量化率

木くずの焼却処理による減量化率を、焼却炉への木くず投入量と焼却灰発生量とから推察し、表7に示した。

木材を焼却した場合の灰分は0.3-1.8%⁴⁾と非常に少ないため、理論的には木くず投入量の1%前後にまで減量化されることが期待できる。表7から、木くずの焼却による減量化率は84-99%であり、土砂等の付着物や混入物を考慮すれば、全体的な減量化はかなり良好であると考えられる。

焼却灰の減量化率をみると、焼却炉の形式や燃焼設備による明確な違いはみられない。しかし、同等の設備を有している施設であっても、減量化率に差が生じる場合があった。これは、夾雑物の選別方法、投入方法及び運転管理の違いによるものと考えられる。

3・5 焼却灰中の未燃分

各焼却施設における木くずの燃焼状態を把握するために、7施設から焼却灰を採取し、熱灼減量、COD及びTOCを測定して焼却灰中の未燃分を比較した結果を表8に示す。分析はいずれも工場排水試験方法⁵⁾に準じて行い、検液は溶出試験方法⁶⁾により調整した。

ごみ処理施設構造指針⁷⁾によると、焼却灰の熱灼減量は、未燃分の重量%を表し、埋立処分の際しての無公害化及び安定化の指標であり、そして良好な燃焼状態を保持できたかどうかを知るための目安になるもの

であると説明されている。同指針には、バッチ燃焼式の場合の熱灼減量は10%以下でなければならないと規定されている。この値を満足する施設は7施設中5施設であった。

熱灼減量の低い、すなわち焼却が良好に行われている施設の特徴としては、前処理に木くずを破碎処理していることが挙げられる。反対に、熱灼減量が高い値を示す(焼却が不十分だと思われる)施設の特徴としては、燃焼空気取入れ用の送風機が設置されていないなどの設備の不備が考えられる。

CODとTOCの値から施設の特徴をみた場合も、以下に述べるように、熱灼減量とほぼ同様の傾向を示した。

表8 焼却灰中の未燃分及び有機汚濁成分

施設名	熱灼減量 (%)	COD* (mg/l)	TOC* (mg/l)
A	10	8.1	8.7
B	7	66	54
D	9	5.3	2.8
E	38	37	27
F	10	0.4	4.4
G	16	7.8	22
H	3	0.2	3.0
平均	13	18	17

* 溶出液中の値

すなわち、前処理として破碎処理を行っているD・H施設ではCOD値及びTOC値が低く、送風機をもたないE施設では高い値となる。

焼却炉の型式や送風機などのような、施設内容がほぼ同じA・B・G施設であっても、B施設の焼却灰だけが特に高いCOD・TOC値を示した。これは、投入方法の違いによるものと考えられる。すなわち、B施設では、本来バッチ方式であるにもかかわらず、投入口を常時開放したままで、完全に焼却しきれないうちに新しい木くずを投入するために、未燃分が焼却灰の下層に蓄積し、これが排出されてきたためである。

このように、木くずの焼却は、定量的な投入が可能な液体や気体燃料に比べて投入方法が難しい。そのうえ、夾雑物の混入物があった場合には、投入方法によっては焼却が十分に行われないこともある。したがって、有効で合理的な投入方法については、今後、更に研究する必要がある。

以上の結果から、木くずをチップ状に破碎してから焼却する方法は未燃分を減らすのに有効であること、また、固定床式焼却炉の場合は、燃焼空気を十分に供給するために送風機が必要であることがわかった。特に、バッチ炉で木くずを連続投入するという方法は、未燃分の多い廃棄物を環境に排出することにつながるのを避けるべきである。

3・6 焼却灰の化学組成

木くずの中間処理には、焼却処理と破碎処理がある。前報²⁾で詳述したように、木くずを製紙原料等とするために破碎処理したチップ中からは、有害金属類や有機塩素系農薬等（HCH類・DDT同族体・ドリソ剤・クロルデン類等）が検出された。このため、木くずの焼却処理によっても、これらの物質が焼却灰中に残留する可能性が考えられる。

そこで、3・5で用いた焼却灰について、金属類や有機塩素系農薬等の含有量分析を、工場排水試験方法³⁾に基づいて行った。その結果を表9に示す。

ほとんどの試料から、水銀・カドミウム・鉛・クロム・ヒ素・銅・亜鉛等の金属類が検出された。

これら焼却灰は埋立処分されるので、埋立てられた時の環境影響を知るために、地球表層部の金属含有量（クラーク数⁴⁾）を尺度に選び、これと比較してみた。カドミウム・鉛・銅・亜鉛がクラーク数を超過して多く含まれていることが分かった。このため、焼却灰を埋立処分した場合には、一般環境でみられる値を超えた

ものを環境に負荷することになるので、十分な配慮が必要となるであろう。これらの金属類が浸出して地下水を汚染する可能性がある。

木くず焼却灰中に含まれる金属類の含有量と前報²⁾の燃料用木くずチップ中の含有量（表9）から濃縮率を推定してみた。焼却灰では、カドミウム・鉛・銅・亜鉛・鉄等の金属類や塩類の濃縮率が高く、水銀・ヒ素・クロム・ニッケルは低い。水銀・ヒ素の場合に濃縮率が低くなったのは、沸点が低く揮散しやすい金属であるため、焼却処理によってばいじんあるいは気体として炉外に放出されたものと考えられる。

他方、表10に示すように有機塩素系農薬等は検出されなかった。

3・7 焼却灰の溶出試験

焼却灰は舗装した場所に保管される場合が多く、これらは全て埋立処分されていた。

そこで、焼却灰を埋立処分した場合の環境影響を検討するため、溶出試験^{5)・6)}を行った。

溶出試験結果を表11に示す。金属類は焼却によって酸化されると非水溶性の酸化物を生成するため、一般には溶出しないと考えられている。しかし、「廃掃法」に定められている規制対象物質としては、六価クロムがND-0.95mg/l、鉛がND-0.05mg/lの範囲で検出された。六価クロムが一部の焼却灰の溶出液から検出されたのは、クロムが六価まで酸化されると水に溶解しやすくなるためである。

しかし、埋立処分の判定基準値を超えて溶出した物質はなかった。

また、トリクロロエチレンがND-0.15mg/l、テトラクロロエチレンがND-0.029mg/lの範囲で検出された。

低沸点有機塩素化合物の熱分解実験を行った宮崎¹⁰⁾は、燃焼温度・滞留時間・酸素供給量が適正でない場合には、トリクロロエチレンやテトラクロロエチレン、さらにはクロロベンゼン類が合成されることを報告している。このことは、焼却の条件によっては、有機塩素化合物が塩化水素等の無機塩素化合物にまで完全に分解されないことを示している。

他方、焼却処理される木くずには、ポリ塩化ビニル・ポリ塩化ビニリデン等のプラスチック類が混入する場合が多く、また、木くず中にはクロルデン類等の有機塩素化合物が含まれている²⁾。このように、木くず中には本来、含有されないトリクロロエチレン等が焼

表9 木くず焼却灰中の金属類・塩類含有量

(単位:乾燥重量当りmg/kg)

施設名	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Ni	Cu	Zn	Fe	Mn	K	Na	Ca	Mg
A	ND	8.4	3,200	74	6.7	43	900	1,900	27,000	668	7,200	2,800	78,000	6,500
A-2	0.001	5.0	320	210	8.8	100	530	3,400	37,000	1,100	18,000	5,200	66,000	10,000
B	0.15	8.7	330	97	1.3	95	3,600	3,600	42,000	680	5,900	14,000	72,000	7,800
D	0.06	4.7	1,000	53	ND	57	3,700	1,200	27,000	590	4,900	5,700	140,000	8,900
E	0.02	2.7	1,500	180	12	110	3,200	3,300	61,000	800	4,100	3,700	57,000	5,600
F	ND	2.8	1,400	640	18	66	600	2,100	68,000	1,000	11,000	7,800	64,000	7,900
G	0.02	4.4	490	140	3.9	79	2,500	1,700	46,000	590	4,300	5,400	77,000	7,300
H	ND	12	850	180	ND	49	3,000	4,400	30,000	890	6,700	5,100	96,000	12,000
合計	0.25	48	9,090	1,570	50	596	18,030	21,600	338,000	6,318	62,100	49,700	650,000	66,000
平均	0.03	6.0	1,100	196	6.3	74.5	2,253	2,700	42,250	789	7,762	4,212	81,250	8,250
地球表層部存在量 *1	0.2	0.5	15	200	5	100	100	40	65,000	1,400	16,000	21,000	62,000	31,000
木くずチップ中濃度 *2	0.03	0.20	38	96	3.4	46	19	150	1,900	58	900	430	5,500	450

(注) *1 クラーク数

*2 当所で測定した燃料用木くずチップ²⁾の平均値

表10 焼却灰中の有機塩素系農薬類

施設名	r-HCH	ヘプタクロル	trans-クロルデン	cis-クロルデン	trans-ノナクロル	p,p'-DDE	ディルドリン	エンドリン	o,p'-DDT	p,p'-DDD	p,p'-DDT
A	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
E	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
F	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
G	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

表11 焼却灰溶出試験結果

(単位:mg/l)

施設名	残渣種類	T-Hg	Cd	Pb	Cr**	As	シアン	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	T-Cr	K	Na	Ca	Mg	トリクロエチレン	テトラクロエチレン	1,1,1-トリクロエチレン
A	焼却灰(外保管)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	179	60.7	883	4.5	0.034	ND	ND
A-2	焼却灰(炉内)	ND	ND	0.01	0.95	ND	ND	0.04	ND	ND	ND	ND	0.95	514.4	69.6	655	0.58	0.017	ND	ND
B	焼却灰	ND	ND	0.05	ND	ND	ND	0.17	0.12	ND	ND	ND	ND	64.6	52.3	1,160	0.08	0.130	0.005	0.010
D	焼却灰	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	245	280	1,430	0.18	0.016	ND	0.019
E	焼却灰	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02	0.06	ND	ND	ND	101	73.3	468	0.18	0.150	0.029	0.046
F	焼却灰	ND	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	0.01	ND	0.37	ND	0.01	453	409	907	46.8	0.039	0.007	0.012
G	焼却灰	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	77.8	162	311	0.05	0.021	0.006	0.011
H	焼却灰	ND	ND	ND	0.37	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.37	14.4	9.0	158	0.13	ND	ND	ND
埋立処分判定基準		0.005	0.3	3	1.5	1.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	0.1	—

却灰の溶出試験により検出されるのは、これまでに述べた理由により、焼却処理過程で生成し、それが溶出した可能性が高いと考えられる。

他方、規制対象物質とはなっていないが、カリウム・ナトリウム・カルシウム・マグネシウム等の塩類の溶出量は一般に多く、また、金属類の中では銅・マンガ・亜鉛・鉄等が微量溶出している場合があった。

また、表8に示されたCOD・TOC成分や表11の1, 1, 1-トリクロロエタンなども溶出していることから、焼却灰の埋立を行う場合には、環境汚染に対して十分考慮する必要がある。

ところで、有機塩素系農薬類の場合は、焼却灰中には残留していないことから、その溶出はないものと考えられる。

3・8 塩類及び金属類の溶出率

表9の含有量と表11の溶出量から各元素の平均溶出率を算出し、表12に示す。

表12 焼却灰からの金属類溶出率

元 素	溶 出 率 (%)
Hg	0
Cd	0
Pb	0.009
Cr	1.0
As	0
Ni	0
Cu	0.012
Zn	0.007
Fe	0.0002
Mn	0.058
K	26.5
Na	22.4
Ca	9.1
Mg	6.8

塩類は一般に溶出しやすいことがわかる。特に、ナトリウム・カリウムは溶出しやすいが、カルシウム・マグネシウムはこれらと比べると幾分溶出しにくいものと推察される。

他方、金属類は一般に溶出しにくいですが、クロムの溶出率は他の金属類と比較すると高かった。これは、二価及び三価のクロムが焼却により酸化され、六価クロムとなり水に対する溶解性が増したためであると考えられる。

これら溶出率の違いは、焼却処理に伴って生成する金属の化合物形態の違いによるものと思われる。すな

わち、焼却により生成される物質は一般に酸化物・塩化物・硫酸化物・炭酸化物等となっているので、その生成物の形態により溶出率が異なるためである。

クラーク数に比べて焼却灰中の含有量が多かったカドミウム・鉛・銅・亜鉛等は溶出率が小さいことから、管理型埋立等により適正に処分された場合には、これらによる環境への影響は小さいと考えられる。

表13に金属類及び塩類の酸化物の水溶解性を示す。ナトリウム・カリウム・カルシウム・マグネシウムなどの塩類では、一般にナトリウム・カリウムの方がカルシウム・マグネシウムよりも溶解しやすいことが示されている。これは、今回の溶出試験結果の裏付けとなるものである。

他方、金属類は、焼却によって酸化されると水に不溶性の酸化物を生成する場合が多い。しかし、ひ素の酸化物である三酸化二ひ素は水に可溶性であるため、含有量が多いと溶出する可能性がある。また、焼却灰の溶出液から検出されたクロム・マンガは、六価まで酸化されると水に溶解しやすくなる性質があることも示されている。

ところで、焼却灰は、多量のアルカリ金属やアルカリ土類金属を含むため、その溶出液はアルカリ性になりやすい。溶出液の平均pH値は10であった。このように、溶出液がアルカリ性となる場合は、アルカリ溶液に溶解しやすい鉛・亜鉛・ひ素などの酸化物が高濃度で溶出する可能性も考えられる。

3・9 焼却灰への散水の影響

一般に、焼却灰が保管中に飛散しないように散水が施されている。この散水により、焼却灰に含まれる有害物質が溶出して、環境に排出される可能性が考えられる。

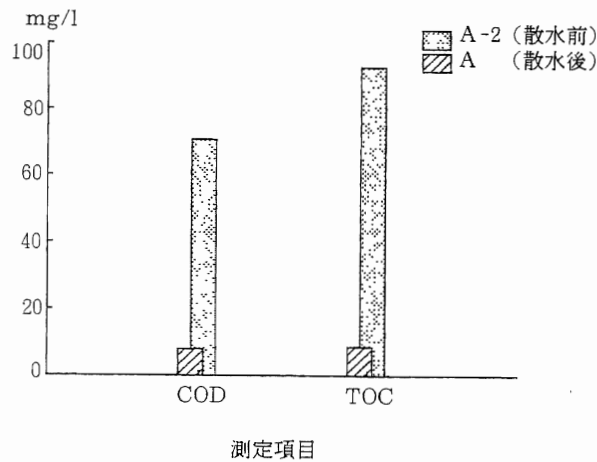
そこで、焼却灰への散水の影響をみるため、A施設の場合について調査した。炉内から採取した焼却灰A-2と散水して屋外に保管してあった焼却灰Aを分析し、その結果を比較して図6に示した。

散水前の焼却灰A-2の溶出液は、COD・TOC等の濃度が散水後の焼却灰Aの溶出液の10倍近い値を示しており、銅・鉛・シアン化合物・カリウム・六価クロム等の濃度も高かった。このことは、散水により、これらの成分は溶出してしまった可能性が高いことを示している。

このため、焼却灰を埋立てたり、保管中の焼却灰に散水を施したりする場合には、塩類やクロム、さらに

表13 塩類・金属類およびその酸化物の沸点と水溶解性

元素	元素の沸点 (°C)	酸化物	酸化物の沸点 (°C)	酸化物の水溶解性 (g / 100ml)	アルカリ溶液への溶解
H g	356.58	HgO	500 (分解)	不溶解性	不溶解性
		Hg ₂ O	100 (分解)	0.0052 (25°C)	不溶解性
A s	615 (昇華)	As ₂ O ₃	465	2.0 (20°C)	溶 解
C d	767	CdO	700 (昇華)	不溶解性	不溶解性
P b	1,750	PbO(正方晶)	1,470	0.0017 (20°C)	溶 解
		PbO ₂	290 (分解)	不溶解性	
		Pb ₂ O ₃	370 (分解)	不溶解性	
		Pb ₃ O ₄	500 (分解)	不溶解性	
C u	2,595	Cu ₂ O	1,800	不溶解性	NH ₃ 水に溶解 KCN水, NH ₃ 水に溶解
		CuO	1,026 (分解)	不溶解性	
Z n	907	ZnO(粉末)	1,725 (昇華)	4.2×10 ⁻⁴ (18°C)	溶 解
C r	2,200	CrO		不溶解性	不溶解性 不溶解性
		Cr ₂ O ₃	~3,000	不溶解性	
		CrO ₃	196~198 (分解)	166 (15°C)	
N i	3,000	NiO	1,998 (分解)	不溶解性	NH ₃ 水に溶解 KCN水, NH ₃ 水に溶解
		Ni ₂ O ₃	600	不溶解性	
		Ni ₃ O ₄		不溶解性	
F e	3,000	FeO		不溶解性	不溶解性
		Fe ₂ O ₃		不溶解性	
		Fe ₃ O ₄		不溶解性	
M n	2,090	MnO		不溶解性	
		Mn ₂ O ₃		不溶解性	
		MnO ₂		不溶解性	
		MnO ₂ · H ₂ O	210 (分解)	4.3×10 ⁻⁵	
		MnO ₃		溶 解	
		Mn ₂ O ₇		分 解	
		Mn ₃ O ₄		不溶解性	
K	760	K ₂ O	350~400 (分解)	溶 解	
N a	883	Na ₂ O	1,275	分 解	
C a	1,200±30	CaO	2,850	0.131(10°C, 分解)	
M g	1,107	MgO	3,600	8.6×10 ⁻³ (30°C)	



はCOD・TOC成分が溶出し、環境汚染する場合は考えられる。したがって、その水処理においては、これらの成分に配慮しながら行うことが重要である。

4 公害防止施設

4.1 公害防止装置

公害防止施設の設置状況を図7に示した。木くずの焼却処理施設に設置される公害防止装置はばいじん除去装置が主であった。調査した結果では、16施設のうち11施設がばいじん除去装置としてサイクロン集じん装置を設置していた。その他ばいじん除去装置としては、電気集じん器が1カ所、湿式スクラバーが5カ所そして二次燃焼バーナーが10カ所の焼却施設に設置されていた。

このようなばいじん除去装置を複数設置している施設が多く見受けられ、二次燃焼バーナーとサイクロンを設置している施設が6カ所と最も多かった。他には、二次燃焼バーナー、サイクロン及び湿式スクラバーを設置している施設が2カ所あり、二次燃焼バーナー、サイクロン及び電気集じん器を設置している施設も1カ所あった。

サイクロンは、遠心力を利用したばいじん除去装置なので、粒子径が比較的大きく、重い粒子の除去には適している。しかし、サイクロンは、電気集じん器や設置例のなかったバグフィルター等の装置に比べると微細な粒子の除去効果が低いといわれる¹⁰⁾。このため、1基当たりのサイクロンの容積を減らし、吹き込み速度を速くしたサイクロンを複数設置することにより(マルチサイクロン)、集じん効果を上げている施設が多かった。

湿式スクラバーは、主に塩化水素を除去する目的で設置され、水酸化ナトリウム溶液等を燃焼ガスに散布する装置である。しかし、木くずの焼却処理施設では、湿式スクラバーを洗煙装置として使用することにより、ばいじん除去の役割を兼ねさせている場合があった。

二次燃焼バーナーは、一次燃焼室で発生したばいじんや未燃ガスを二次燃焼室で燃焼させ、排ガス中のばいじんや炭化水素等を焼却する目的で設置されている。ばいじん等の発生は、炉内温度が上がらない焼却開始直後に多くなる。このため、炉内温度が低い、立ち上がり間だけバーナーを使用している例が多かった。

なお、二次燃焼室を設けることにより、バーナーを点火していない場合でも、ばいじんの重力沈降を促す

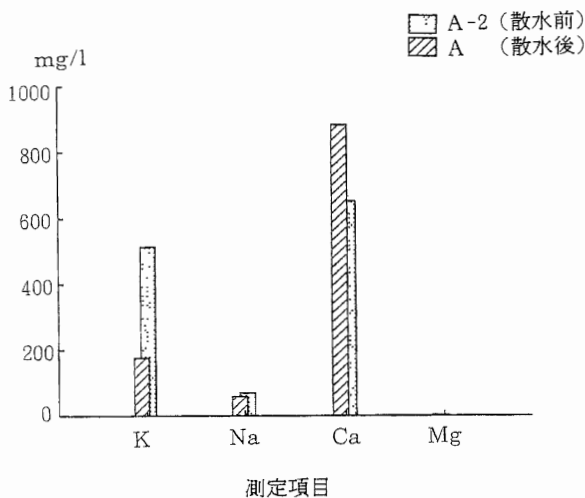
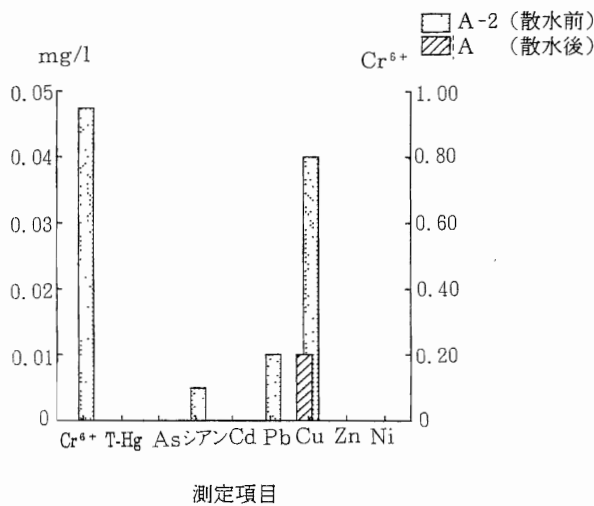


図6 焼却灰への散水の影響

表14 集じん灰の金属等含有量

(単位：乾燥重量当りmg/kg)

施設名	集じん灰種類	T-Hg	Cd	Pb	Cr	As	Ni	Cu	Zn	Fe	Mn	K	Na	Ca	Mg
A	集塵灰(サウロ)	0.15	14	580	100	23	44	310	6,600	36,000	1,100	30,000	6,800	51,000	9,800
D	集塵灰(サウロ)	0.042	11	2,300	100	0.78	55	1,100	3,800	22,000	740	6,700	8,100	120,000	19,000
D-2	集塵灰(EP)	0.44	340	29,000	83	32	35	4,900	21,000	22,000	650	51,000	36,000	84,000	12,000
E	集塵灰(サウロ)	2.1	48	2,900	300	22	210	1,500	4,800	240,000	2,100	6,000	5,800	60,000	7,100
G	集塵灰(サウロ)	0.10	25	730	100	2.7	64	400	2,400	25,000	580	18,000	8,300	65,000	14,000
H	集塵灰(サウロ)	ND	104	8,900	130	9.0	33	1,000	31,000	24,000	980	35,000	19,000	85,000	7,900
合計		2.8	542	44,000	810	89	440	9,200	41,000	369,000	6,150	146,700	84,000	465,000	69,800
平均		0.47	90	7,400	130	15	73	1,500	6,900	61,500	1,020	24,450	14,000	77,500	11,600
	木くず焼却灰平年値	0.03	6.0	1,100	196	6.3	74	2,200	2,700	42,000	790	7,700	6,200	81,000	8,200

表15 集じん灰中の有機塩素系農薬類

施設名	r-HCH	ヘプタクロル	trans-クロルデン	cis-クロルデン	trans-ノナクロル	p,p'-DDE	ディルドリン	エンドリン	o,p'-DDT	p,p'-DDD	p,p'-DDT
A	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
D-2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
E	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
G	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

表16 集じん灰溶出試験結果

(単位：mg/l)

施設名	集じん灰種類	T-Hg	Cd	Pb	Cr**	As	シアン	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	T-Cr	K	Na	Ca	Mg	トリクロロベン	ヘキサクロロベン	1,1,1-トリクロロエタン
A	集塵灰(サウロ)	ND	ND	ND	ND	0.02	ND	0.01	0.04	0.42	0.06	ND	ND	1,300	310	680	36	ND	0.018	0.14
D	集塵灰(サウロ)	0.0002	ND	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	250	300	1,400	0.28	0.22	0.11	0.20
D-2	集塵灰(EP)	ND	15	8.9	ND	ND	ND	0.06	25	ND	13	0.03	ND	4,100	3,200	1,000	200	0.45	2.1	0.029
E	集塵灰(サウロ)	ND	2.7	3.5	ND	ND	ND	0.63	70	5.0	81	1.2	ND	350	320	2,000	160	0.13	0.077	0.046
G	集塵灰(サウロ)	ND	0.005	0.01	ND	ND	ND	ND	0.11	ND	0.06	ND	ND	490	250	1,400	41	0.59	0.17	0.20
H	集塵灰(サウロ)	0.0001	0.021	0.42	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2,700	1,500	820	4.8	0.034	0.006	ND
	処分判定基準	0.005	0.3	3	1.5	1.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	0.1	—

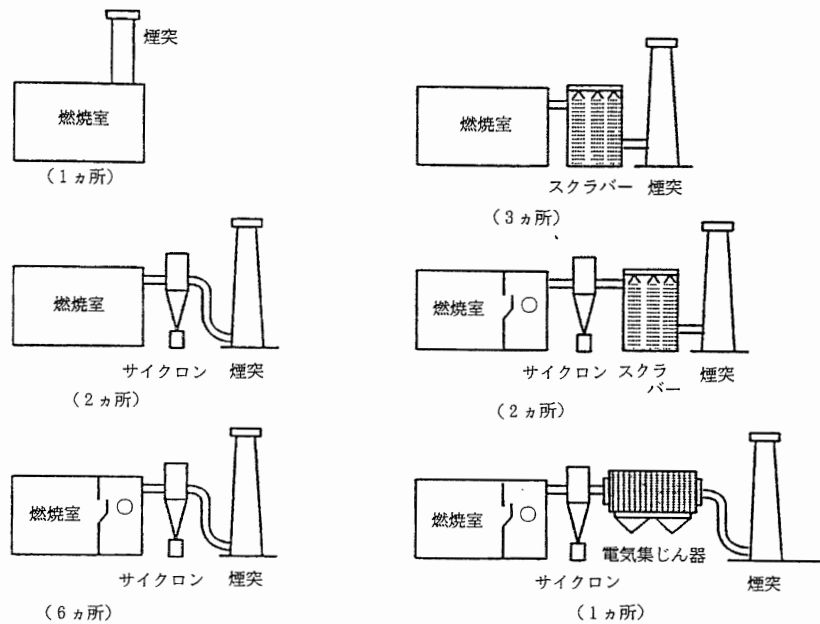


図7 公害防止施設の設置状況

注) () 内は施設数, ○は二次燃焼バーナー。L施設は回答なし

効果があると考えられるので、若干のばいじん除去効果は期待できる。

大気汚染防止のためには、これらのばいじん除去装置を設置するのももちろんであるが、今後は、さらに集じん効率の高い電気集じん器やバグフィルター等の集じん装置の設置が望まれる。

4・2 集じん灰の化学組成

ばいじん除去装置のうち、サイクロンと電気集じん器の集じん灰を採取して、有害金属等の含有量を分析した。結果を表14に示す。

焼却等の熱処理により揮散しやすい元素は、表13の沸点から推察すると、水銀・カドミウム・鉛・ひ素・亜鉛・カリウム・ナトリウムである。表14からも明らかなように、集じん灰の含有量平均値が焼却灰のその2倍以上に達するものは、カドミウム・鉛・水銀・ひ素・亜鉛・カリウム・ナトリウム等の金属類や塩類であることがわかった。

これらの元素は、焼却処理の際に揮散し、その一部がばいじんとして集じん装置により捕集されたものと考えられる。煙道ガス中のこれら金属類及び塩類を測定していないため、気化したままで大気中にどの程度排出されるかについては不明である。しかし、一般に集じん効率は、サイクロンで85-95%、また電気集

じん器では80-99.9%¹¹⁾といわれていることから、ばいじんとして排出されるもののほとんどは、集じん装置により捕集されることが考えられる。

ここで注目されたことの一つに、表14のD-2がある。D-2は、Dのサイクロンの後に設置されている電気集じん器の集じん灰（以後Ep灰と記す）である。このEp灰の場合は、水銀・カドミウム・鉛・ひ素・銅・亜鉛・カリウム・ナトリウムといった、揮散しやすい元素の含有量が、サイクロンからの集じん灰に比べて特に多い。これは、揮散しやすい元素が、サイクロンだけでは捕集されずに、その後の電気集じん器に捕集されることを示している。

一般に、電気集じん器のほうが、サイクロンに比べて微細なばいじんの捕集効率が良いことから、これら揮散しやすい元素を捕集するためには、電気集じん器が有効であると考えられている。

このため、サイクロンだけで集じんしている施設の場合には、これらの有害金属を高濃度に含む微細なばいじんの一部が、サイクロンを通過して大気中に放出される可能性がある。このことから、大気汚染防止のためには、電気集じん器のようなばいじん捕集効率の良い集じん装置を設置することが望ましいと思われる。

表15には、有機塩素系農薬類についての分析結果を示したが、これらは検出されなかった。しかし、不検

出であった理由が、焼却処理による分解ないしは大気中への放出であるかどうかについては不明のため、今後の検討が必要である。

4・3 集じん灰の溶出試験

ばいじん除去装置によって捕集された集じん灰は、焼却灰と区別するため、ドラム缶等の容器やコンクリート製のピットで保管される場合が多い。そのため、保管中に集じん灰が飛散または流出する可能性は少ないと考えられる。しかし、集じん灰のすべては埋立処分されるので、埋立を行った際の環境への影響を調べる必要がある。そこで、溶出試験^{6, 9)}を実施し、結果を表16に示した。

「廃掃法」に定められる規制対象物質としては、カドミウムがND-15mg/l、六価クロムがND-0.01mg/l、鉛がND-8.9mg/l、ひ素がND-0.01mg/l、トリクロロエチレンがND-0.59mg/l及びテトラクロロエチレンがND-2.1mg/lの範囲で検出された。

カドミウム・鉛・トリクロロエチレンではそれぞれ2試料が、またテトラクロロエチレンでは3試料が、埋立処分の判定基準値を超えて溶出した。これらをそのままでは埋立処分できないので、何等かの安定無害化処理を施す必要がある。

トリクロロエチレン・テトラクロロエチレンは土壌中を比較的速い速度で移動するので、埋立の際や保管中の流出には特に注意が必要である。

また、3・7で述べたように、トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン・1,1,1-トリクロロエタンは、燃焼温度・滞留時間・酸素供給量が適正でない場合に生成する可能性がある。集じん灰からは焼却灰よりも高濃度に溶出しており、燃焼室で生成したものが、集じん器により捕集されたものと推察される。

トリクロロエチレン等の生成は、燃焼条件を変えることにより抑制できると考えられる。しかし、燃焼温度を上げるとNO_xが増えるなどの問題が生じるので、今後は、焼却施設に適した燃焼条件の検討等を行い、適正な焼却処理のあり方について更に研究して行く必要がある。

4・4 塩類及び金属類の溶出率

集じん灰に含まれる金属類及び塩類の溶出率を、含有量試験と溶出試験結果から計算し、表17に示した。塩類は、焼却灰と同様に一般に溶出しやすいことがわかる。特に、ナトリウム・カリウムが溶出しやすく、

表17 集塵灰からの金属類溶出率

元 素	溶 出 率 (%)
H g	0.1
C d	32.7
P b	0.27
C r	0.01
A s	0.22
N i	2.8
C u	0.076
Z n	2.3
F e	0.014
M n	15.3
K	62.6
N a	70.0
C a	15.6
M g	6.3

カルシウム・マグネシウムは幾分溶出しにくいものと言える。

他方、金属類では、焼却灰と異なり、カドミウム・ニッケル・亜鉛・マンガンが溶出率が高く、特にカドミウムの溶出率が高いことが注目された。したがって、これらについては、どのような化合物を形成しているかを検索して水への溶解性を把握し、水処理等への影響を検討する必要があると考えられる。

今後は、トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン・1,1,1-トリクロロエタン等の発生防止も含めて焼却処理条件等の詳細な検討を行い、環境汚染物質の動向等について、さらに調査を進める予定である。

5 まとめ

県内の、主に木質系廃棄物を焼却している施設28カ所のうち、16カ所にアンケート調査を行い、さらにそのうち8カ所の聞き取り調査及び焼却残渣の分析を行ったところ、次のようなことがわかった。

- (1) 県内の木くず焼却処理施設には、建築物解体工事から75.2%、新築現場から19.6%、工事等からは5.2%の木くずが搬入されており、ほとんどが建設系の木くずであった。

また、搬入される木くずの性状としては、木造建築物解体工事で発生する角材及びビル等の非木造建築物解体工事から発生する板材等が多かった。

これら解体工事由来の木くずには、廃プラや金属くず等の夾雑物が混入しており、前処理として分別

操作が必要であった。

- (2) 焼却処理施設に搬入される木くずの排出地域は県内及び東京都であり、このうち36%が東京都から搬入されていた。このため、焼却処理施設は県南部に多く、特に都内からの幹線道路沿いに多く立地していた。
- (3) 搬入される木くずは、建築物解体工事由来のものがほとんどであった。このため、工事の多い夏期には木くずの発生量が著しく増加し、冬期には減少する傾向があり、夏期には木くずの保管場所が不足するなどの問題があった。
- (4) 焼却炉のほとんどは固定床式焼却炉であり、空気の入入れ方法及び木くずの投入方法等に違いが見られた。焼却灰の熱灼減量等を調べた結果から、未燃分を減らすには、前処理としての木くず破碎及び送風機による焼却炉への空気取入れが有効であると考えられた。
- (5) 公害防止施設としてはサイクロン集じん器が多く、の事業所で設置されており、集じん灰中には金属類等が高濃度で捕集されていた。

また、サイクロン集じん器の場合は、単独ではばいじんの一部が大気中に放出される可能性もあるため、適正に処理するためには電気集じん器等との併用が必要である。

- (6) 焼却灰は全て埋立処分されていた。含有量試験の結果から、焼却灰中には、カドミウム・鉛・銅・亜鉛などの金属類が地球表層部よりも多く含まれていると考えられた。

しかし、溶出試験を行ったところ、これらの金属類はいずれも水への溶出率が低く、管理型埋立処分のように適正な処理を行えば、環境への影響は少ないと考えられた。

他方、六価クロムが一部の焼却灰から溶出している。これは、水への溶出率が高いので注意が必要である。

また、塩類は含有量が多く溶出率も高いので、水処理の際に留意する必要がある。

- (7) 集じん灰中には、カドミウム・鉛・銅・亜鉛・水銀・ひ素・ナトリウム・カリウム等の揮散しやすい元素が含まれ、焼却灰の2倍以上の濃度であった。

溶出試験を行ったところ、カドミウム・鉛・トリクロロエチレン・テトラクロロエチレンが「廃掃法」に定める埋立処分基準値を超えて溶出した試料があり、安定無害化処理が必要であった。

このように、集じん灰は焼却灰に比べると発生量は少ないが、環境汚染物質の含有量が多く、これらが高濃度に溶出する場合は考えられるので、特別な注意が必要である。また、焼却条件を調整することにより、トリクロロエチレン等の生成は防止できると考えられるが、NO_x等の大気汚染物質の生成量との兼ね合いもあるため、今後の詳細な検討が必要である。

参 考 文 献

- 1) 増田 武司ら： 産業廃棄物中間処理に関する研究 (I)，埼玉県公害センター研究報告，[17]，99～110，1990
- 2) 渡辺 洋一ら： 産業廃棄物中間処理に関する研究 (II)，埼玉県公害センター研究報告，[17]，111～128，1990
- 3) 安原 昭夫： 第3回環境化学研究会講演集，廃棄物の焼却処理における有害化学物質の生と死，24～32，1991
- 4) クリーン・ジャパン・センター： 再資源化技術の開発状況調査報告書，96，1986
- 5) 日本工業標準調査会： 工場排水試験方法 (JIS-K0102)
- 6) 環境庁 (1973)： 産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法，昭和48年2月17日，環境庁告示第13号
- 7) 厚生省水道環境部： ごみ処理施設構造指針解説，132～133，1987
- 8) 東京天文台： 理科年表，108～109，1991
- 9) 環境庁 (1989)： 産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法，平成元年9月18日，環境庁告示第43号
- 10) 宮崎 章： 第3回環境化学研究会講演集，有機ハロゲン化合物の熱分解特性と分解生成物，17～23，1991
- 11) 岩井 重久ら： 都市ごみ処理ガイドブック，359，1979