

排出インベントリ作成のための基礎調査結果（中間とりまとめ）

水銀の大气への排出については、排出量の概ね半分が医療系廃棄物施設からのもので占められていると推定されており、その推定量の精査が求められている¹⁾ことを考慮し、医療系廃棄物の焼却処理施設を対象として、施設（焼却施設）から排出される燃焼系ガス、排水、灰等について有害金属類の調査・分析を実施した。

1. 調査対象施設

調査対象施設は、医療系廃棄物焼却施設（1施設）とした。対象施設の処理プロセスは図 5-1 に示すとおりである。

2. 調査内容

2.1 調査概要

排出実態調査の概要を表 5-1 に示す。

燃焼系ガス、排水及び敷地境界での大気濃度等を対象とし、「医療系廃棄物を焼却しない場合」（午前）と「医療系廃棄物を焼却した場合」（午後）における調査を行った。

¹⁾ 貴田晶子、平井康宏、酒井伸一、守富寛、高岡昌輝、安田憲二：循環廃棄過程を含めた水銀の排出インベントリーと排出削減に関する研究、平成 17 年度廃棄物処理等科学研究費補助金 研究成果報告書、p16、(2006)。表 6-1-0 参照。

表 5-1 排出実態調査の概要

媒体	燃焼	地点	採取箇所	採取時間	検体数	備考	
燃焼系ガス	なし 医療系廃棄物	A	ジェットファーンレス (2次燃焼炉)	11:00~13:00 30分毎に交換	4	水銀用	
				11:00~13:00	1+1	その他の金属用 粒子状+ガス状	
		B	煙突	11:00~13:00 30分毎に交換	4	水銀用	
				11:00~13:00	1+1	その他の金属用 粒子状+ガス状	
	あり 医療系廃棄物	A	ジェットファーンレス (2次燃焼炉)	15:00~17:00 30分毎に交換	4	水銀用	
				15:00~17:00	1+1	その他の金属用 粒子状+ガス状	
		B	煙突	15:00~17:00 30分毎に交換	4	水銀用	
				15:00~17:00	1+1	その他の金属用 粒子状+ガス状	
排水	なし 医療系廃棄物	③	急冷塔流入水	30分毎に1回	4+1	+1は混合試料を作成	
		④	急冷塔排水		4+1	同上	
		⑤	排水混合部の排水		11:15 11:45	4+1	同上
		⑥	排水処理設備への流入水		12:15	4+1	同上
		⑦	最終放流水		12:45	4+1	同上
	あり 医療系廃棄物	③	急冷塔流入水	30分毎に1回	4+1	同上	
		④	急冷塔排水		4+1	同上	
		⑤	排水混合部の排水		15:15 15:45	4+1	同上
		⑥	排水処理設備への流入水		16:15	4+1	同上
		⑦	最終放流水		16:45	4+1	同上
敷地境界 大気	-	C	煙突の風上	11:00~17:00	1+3 ^{注1}	水銀用(金アマルガム捕集)	
					1+3 ^{注1}	その他の金属用	
		D	煙突の風下		1+3 ^{注1}	水銀用(金アマルガム捕集)	
					1+3 ^{注1}	その他の金属用	
ゴミ	-	①	クレーンピット	11:00	1		
灰	-	②	灰出しコンベヤ出口	17:00	1		

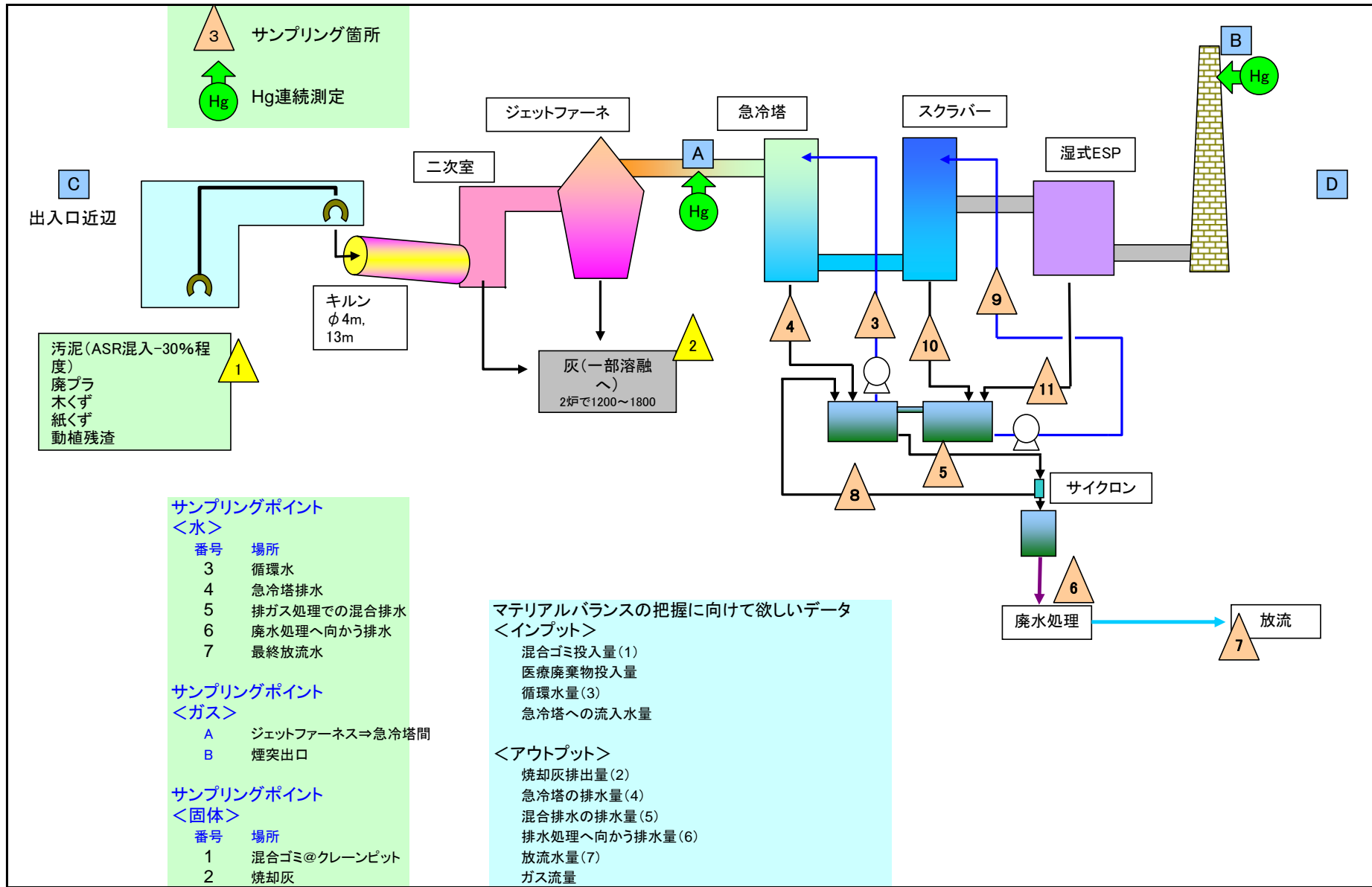


図 5-1 対象施設のプロセス図

2.2 測定方法

試料のサンプリング方法、分析方法等は別添に示したとおりである。

なお、燃焼系ガス中の水銀については、化学形態別分析法としてアメリカで採用されている Ontario Hydro (OH) 法に基づいて、水溶性の酸化水銀(Hg^{2+})と非水溶性の金属水銀(Hg^0)との形態別測定を行った。1段目の 1mol/L KCl 溶液に吸収される水銀を Hg^{2+} 、吸収されずに2段目の硝酸+過マンガン酸カリウム容器に吸収される水銀を Hg^0 として測定した。

サンプリング試料の一覧は表 5-2 に示すとおりである。

表 5-2 サンプル一覧

媒体	条件	地点	採取箇所	検体数	対象	形態	サンプリング手法					
燃焼系ガス	医療廃棄物なし 午前	A	ジェットファーン	1	水銀	粒子状+ガス状(Hg0、Hg2+)	Ontario-Hydro準拠					
				3	水銀	ガス状(Hg0、Hg2+)	Ontario-Hydro簡易版					
				1	重金属	粒子状+ガス状	JIS準拠					
				-	水銀	ガス状(Hg0、Hg2+)	連続測定					
				3	塩化水素(+ふっ素)	ガス状	JIS準拠					
				1	水銀	粒子状+ガス状(Hg0、Hg2+)	Ontario-Hydro準拠					
				3	水銀	ガス状(Hg0、Hg2+)	Ontario-Hydro簡易版					
				1	重金属	粒子状+ガス状	JIS準拠					
	医療廃棄物あり 午後	B	煙突	1	水銀	粒子状+ガス状(Hg0、Hg2+)	Ontario-Hydro準拠					
				3	水銀	ガス状(Hg0、Hg2+)	Ontario-Hydro簡易版					
				1	重金属	粒子状+ガス状	JIS準拠					
				-	水銀	ガス状(Hg0、Hg2+)	連続測定					
				3	塩化水素(+ふっ素)	ガス状	JIS準拠					
				1	水銀	粒子状+ガス状(Hg0、Hg2+)	Ontario-Hydro準拠					
				3	水銀	ガス状(Hg0、Hg2+)	Ontario-Hydro簡易版					
				1	重金属	粒子状+ガス状	JIS準拠					
排水	医療廃棄物なし 午前		③ 急冷塔流入水	4	重金属+イオン	重金属(溶存態+不溶態) 溶存態イオン	ガラス容器に最低500ml					
			④ 急冷塔流出水	4								
			⑤ 排水混合部からの排水	4								
			⑥ 排水処理施設への流入水	4								
			⑦ 最終放流水	4								
			⑧ 排水混合部への流入水	4								
			⑨ スクラバー流入水	4								
			⑩ スクラバー排水	4								
			⑪ ESP排水	4								
			医療廃棄物あり 午後					③ 急冷塔流入水	4	重金属+イオン	重金属(溶存態+不溶態) 溶存態イオン	ガラス容器に最低500ml
								④ 急冷塔流出水	4			
	⑤ 排水混合部からの排水	4										
	⑥ 排水処理施設への流入水	4										
	⑦ 最終放流水	4										
	投入物		① 汚泥(混合済み)	1	水銀、重金属		ガラス容器に最低500ml					
			構成物A	1								
構成物B			1									
構成物C			1									
.....												
① 廃油			1	水銀、重金属								
① 廃酸・廃アルカリ	1											
焼却灰	午前	② 灰出口(キルン)	1	水銀、重金属		1kg程度						
		② 灰出口(ジェットファーン)	1									
	午後	② 灰出口(キルン)	1	水銀、重金属								
		② 灰出口(ジェットファーン)	1									
敷地境界(大気)	午前	C	煙突の南側(出入口付近)	1	水銀		JIS準拠 金アマルガム					
				1	重金属		JIS準拠 膜ハイボリ					
		D	煙突の北西側	1	水銀		JIS準拠 金アマルガム					
				1	重金属		JIS準拠 膜ハイボリ					
	午後	C	煙突の南側(出入口付近)	1	水銀		JIS準拠 金アマルガム					
				1	重金属		JIS準拠 膜ハイボリ					
		D	煙突の北西側	1	水銀		JIS準拠 金アマルガム					
				1	重金属		JIS準拠 膜ハイボリ					

(注)網掛け部分が今回の報告値。

3. 調査結果

表 5-2 に示す試料一覧のうち、網掛け部分の結果を表 5-3～表 5-5 に示した。

ジェットファーンレス出口における排ガス中の形態別水銀の測定結果は、煙突の測定結果と比較して濃度が低く、他の測定方法の結果と比べ 0 価と 2 価の比が逆という結果となった。これは 1 段目で 2 価水銀が捕集されず、2 段目で 0 価水銀と一緒にその一部が捕集されたものと推測される。

煙突の測定結果については、午前 1 回目（11:03～11:30）に採取したものを除き、他の測定方法と一致する結果であった。0 価水銀は午前と午後で濃度差はほとんどなく、2 価水銀は午前より午後の方が多少高い傾向を示した。イオン物質については塩素イオンと硫酸イオンが検出され、その他のイオンについては不検出であった。塩素イオンと硫酸イオンについては、ジェットファーンレスと比較して、スクラバー後となる煙突では大きく減少していた。

敷地境界については、煙突から約 50m の場所に位置する地点 C の午前中が、風向きが地点 C に向かう南向きということで高めの値を示した。その他の 3 回の結果については同様の値であり、この値は周辺地域における一般環境大気有害大気汚染物質モニタリング調査結果と比べても同様の値であった。

表 5-3 燃焼系排ガス測定結果（ジェットファーンレス）

測定項目	単位	試料採取時間					
		11:03～ 11:30	11:46～ 12:15	12:30～ 13:00	15:00～ 15:30	15:45～ 16:15	16:30～ 17:00
Hg ⁰	μg/m ³ _N	(20.8)	(31.8)	(12.4)	(7.47)	(4.58)	(4.24)
Hg ²⁺	μg/m ³ _N	(0.252)	(0.135)	(0.049)	(0.081)	(0.112)	(0.574)
Cl ⁻	mg/m ³ _N	<2	15	186	55	40	36
F ⁻	mg/m ³ _N	<2	<1	<1	<1	<1	<1
Br ⁻	mg/m ³ _N	<2	<1	<1	<1	<1	<1
NO ₃ ⁻	mg/m ³ _N	<4	<2	<2	<2	<2	<2
NO ₂ ⁻	mg/m ³ _N	<2	<1	<1	<1	<1	<1
SO ₄ ²⁻	mg/m ³ _N	402	1190	1060	826	690	578

(注) ()内の数値は、捕集が不十分で低い値と推定される結果を示す。

表 5-4 燃焼系排ガス測定結果（煙突）

項目	単位	試料採取時間					
		11:30～ 11:50	12:00～ 12:20	12:30～ 13:00	15:00～ 15:30	15:45～ 16:15	16:30～ 17:00
Hg ⁰	μg/m ³ _N	123	61.4	54.8	58.1	52.7	48.2
Hg ²⁺	μg/m ³ _N	1.48	0.472	0.417	2.98	2.90	3.07
Cl ⁻	mg/m ³ _N	<2	<1	<1	5	6	<1
F ⁻	mg/m ³ _N	<2	<1	<1	<1	<1	<1
Br ⁻	mg/m ³ _N	<2	<1	<1	<1	<1	<1
NO ₃ ⁻	mg/m ³ _N	<3	<2	<2	<2	<2	<2
NO ₂ ⁻	mg/m ³ _N	<2	<1	<1	<1	<1	<1
SO ₄ ²⁻	mg/m ³ _N	<6	9	<4	15	10	<4

表 5-5 敷地境界大気測定結果

測定項目	単位	煙突南側 (C)		煙突北西側 (D : 出入口近辺)	
		11:00～13:00	15:00～17:00	11:00～13:00	15:00～17:00
T-Hg	μg/m ³	0.0092	0.0022	0.0030	0.0017
[参考値] 周辺地域における平成 17 年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果					
A局 : 0.0026 μg/m ³					
B局 : 0.0028 μg/m ³					
C局 : 0.0050 μg/m ³					

表 1 分析項目及び分析方法

媒体	項目	分析方法	採取容器
燃焼系ガス	水銀	JIS K 0222 排ガス中の水銀分析法 5.湿式吸収-還元気化原子吸光法に準拠 吸収液(OH法) 1 段目:1mol/KCl 2 段目:硫酸(1+15),0.3%KMnO4 を 1:1 吸引流量:0.5~1.0L/min	吸収瓶
		水銀分析計による連続測定	
	鉛、カドミウム、銅、亜鉛、クロム、バナジウム、ニッケル、バリウム、ベリリウム、コバルト、マンガン、スズ、テルル、タリウム ヒ素、セレン、アンチモン	JIS K 0083 排ガス中の金属分析法 各項目とも ICP 質量分析法に準拠 粒子状:シリカ繊維製円筒ろ紙にて捕集 ガス状:硝酸(1+35)の吸収液にて捕集 吸引流量:等速吸引	ろ紙 吸収液
敷地境界大気	水銀	有害大気汚染物質測定分析マニュアル(水銀・ベンゾ[a]ピレン) 平成 11 年 3 月 環境省大気保全局大気規制課 第 I 章 金アマルガム捕集加熱気化冷原子吸光法 吸引流量:0.1~1.0L/min	捕集管
	鉛、カドミウム、銅、亜鉛、クロム、バナジウム、ニッケル、バリウム、ベリリウム、コバルト、マンガン、スズ、テルル、タリウム、ヒ素、セレン、アンチモン	有害大気汚染物質測定分析マニュアル 大気中の重金属類の多元素同時測定法 平成 18 年 2 月環境省水・大気環境局大気規制課に準拠 試料採取:ハイボリウムエアースンプラー 吸引流量:700L/min	ろ紙
排水	水銀	JIS K 0102 66	1L ガラスビン
	鉛、カドミウム、銅、亜鉛、クロム、バナジウム、ニッケル、バリウム、ベリリウム、コバルト、マンガン、スズ、テルル、タリウム、ヒ素、セレン、アンチモン	JIS K 0102 工業排水試験方法 各項目とも ICP 質量分析法に準拠	
ゴミ・灰	水銀	底質調査法	500mL ガラスビン
	鉛、カドミウム、銅、亜鉛、クロム、バナジウム、ニッケル、バリウム、ベリリウム、コバルト、マンガン、スズ、テルル、タリウム、ヒ素、セレン、アンチモン	底質調査法 平成 13 年 3 月 各項目とも ICP 質量分析法に準拠	500ml タッパー

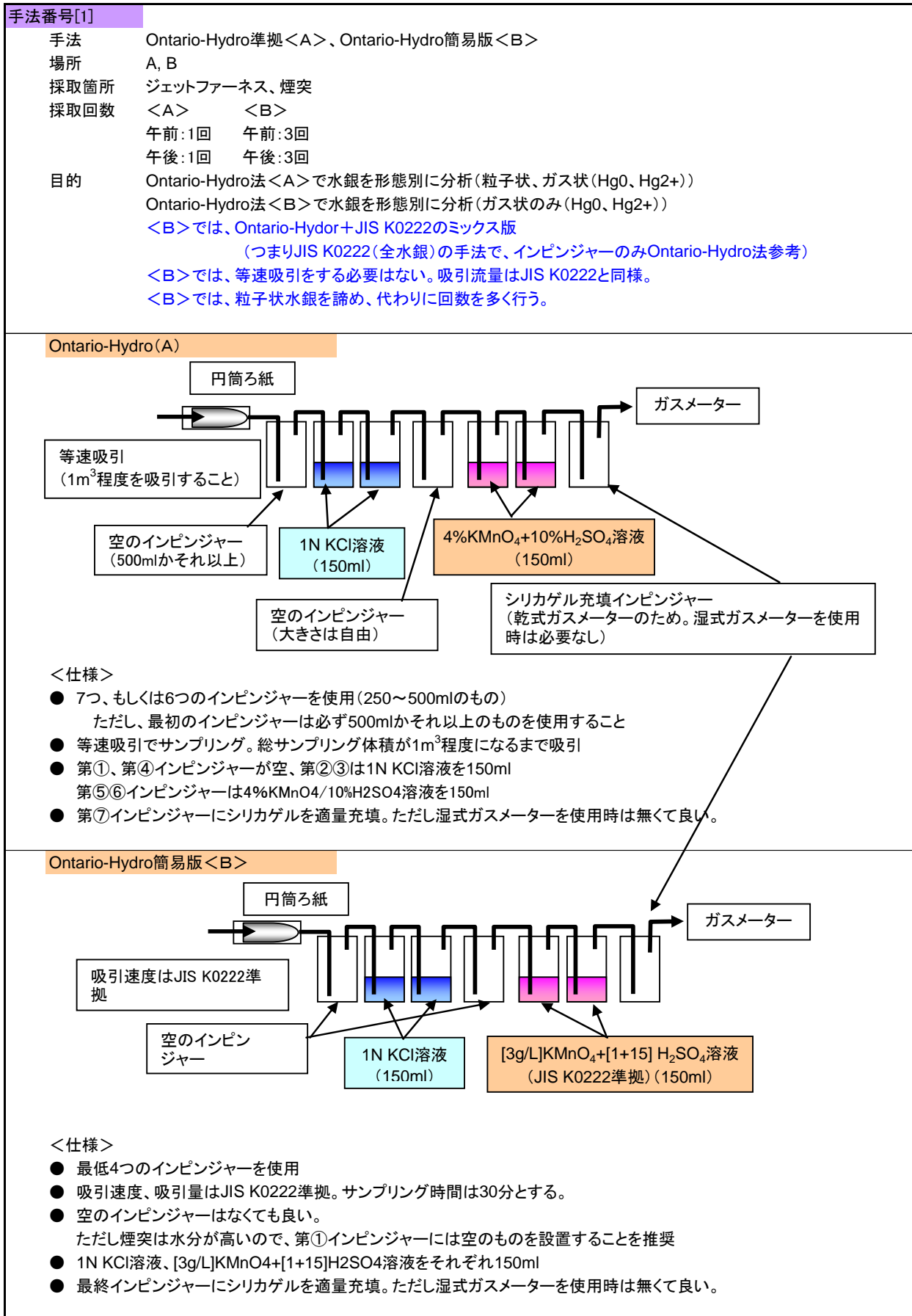


図 2 (1) 試料のサンプリング方法

手法番号[2]		
手法	JIS K0107(塩化水素)準拠	<仕様>
場所	A, B	● 吸収液に水を使用
採取箇所	ジェットファーンレス 煙突	→イオンクロマトで分析(Cl, F, Br, NO3, NO2, SO4)
採取回数	午前:1回 午後:1回	● 塩化水素の他に、硫酸などついでに水で採取できたモノも分析
目的	塩化水素(とふっ素 etc)の採取	● 詳細はJIS K0107(塩化水素)を準拠。
手法番号[3]		
手法	JIS K0083準拠	<仕様>
場所	A, B	● 前回との比較のため、3つのインピンジャーを使用
採取箇所	ジェットファーンレス 煙突	● 吸収液の液量も前回と同一が望ましい
採取回数	午前:1回 午後:1回	● 吸引速度(=等速吸引)、吸引量はJIS K0083準拠。
目的	粒子状およびガス状の重金属を採取	
手法番号[4]		
手法	-	<仕様>
場所	循環水・排水系(③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪)	● 採取時には、一定量捨て水をしてから採取
採取箇所	急冷塔流入水 急冷塔流出水 排水混合部からの排水 排水処理施設への流入水 最終放流水	● イオンクロマトで分析(Cl, F, Br, NO3, NO2, SO4)
採取回数	午前:4回 午後:4回	
手法番号[5]		
手法	-	<仕様>
場所	①	● 採取時には出来るだけ多様な場所から採取
採取箇所	クレーンピット	● 密閉できる容器に1kg程度を採取
採取回数	午前中に1回 廃油・廃酸などは前日でも良い	
手法番号[6]		
手法	-	<仕様>
場所	②	● 午前・午後の終わりの時間帯に1回ずつ採取
採取箇所	灰出口(キルン、ジェットファーンレス)	● 採取時には出来るだけ多様な場所から採取
採取回数	午前の終わりに1回 午後の終わりに1回	● 密閉できる容器に1kg程度を採取
手法番号[7]		
手法	-	<仕様>
場所	C, D	● 前回と同一
採取箇所	煙突の南側、北西側	
採取回数	終日1回	

図 2 (2) 試料のサンプリング方法