

# 竹の内産業廃棄物最終処分場における硫化水素発生原因等 調査報告書の概要

村田町竹の内地区産業廃棄物最終処分場対策調査検討会

## 1. 最終処分場の現状

(1) 埋立状況及び硫化水素の発生状況（図1，表1参照）

第1～第6工区（埋立期間：H2.12～H10.9頃）

平成2年12月第1工区から埋立が始まり，平成10年9月頃に第6工区の埋立が終了している。平成13年4月から硫化水素の地表面からの放散は収まっている。平成14年6月，10月及び平成15年2月に実施した昼間（臭気状況）調査においても地表面からの硫化水素の放散は見られなかった。これらの工区には，これまでガス抜き管は設置されていない。



図1 竹の内地区産業廃棄物最終処分場

第7～第10工区（埋立期間：H11.4頃～H13.3頃）

埋立終了時期及びガス抜き管内の処理前の硫化水素濃度を表1に示した。

表1 各工区毎の埋立終了時期及びガス抜き管内の硫化水素濃度

埋立工区	埋立終了時期	硫化水素濃度 (ppm)					
		H13.6.5	H13.7.12	H13.9.7	H14.1.18	H14.8.22	H15.3.19
第1～6工区	H10.9	- <sup>*1</sup>	-	-	-	-	-
第10工区No.1	H11.12	0.05>	0.05>	0.05>	0.05>	-	-
No.2		100	20	0.05>	0.4	-	-
第9工区	H12.5	0.05>	1.5	0.05	0.05>	-	-
第8工区	H12.10	900	800	600	320	290	80
第7工区No.1	H13.3	21,000	28,000	8	0.05>	-	-
No.2		-	70	900	300	90	60
No.3		-	-	(5,000) <sup>*2</sup>	1,000	190	10
No.4		-	-	(600) <sup>*2</sup>	380	58	8
No.5		-	-	-	-	[0.2] <sup>*3</sup>	0.5

注) ガス抜き管内の硫化水素は無害化処理装置で処理され，処理後は検出限界(0.05ppm)未満で排出されている。

\*1: - は測定せず。

\*2: ( )内は平成13年10月15日に測定。

\*3: [ ]は平成14年9月19日に測定

測定：宮城県保健環境センター

現在ガス抜き管内で硫化水素の発生が確認されているのは，第7，8工区のみとなっており，ガス抜き管内の処理前の硫化水素ガス濃度は，平成15年の3月で第8工区で80ppm，第7工区で8～60ppmと低くなってきている。なお，硫化水素は無害化処理装置で処理され，処理後は検出限界(0.05ppm)未満で排出されている。

平成14年9月には，地表の亀裂からガスの放散が確認された地点にガス抜き管(No.5)が設置されたが，設置後の管内の硫化水素濃度は

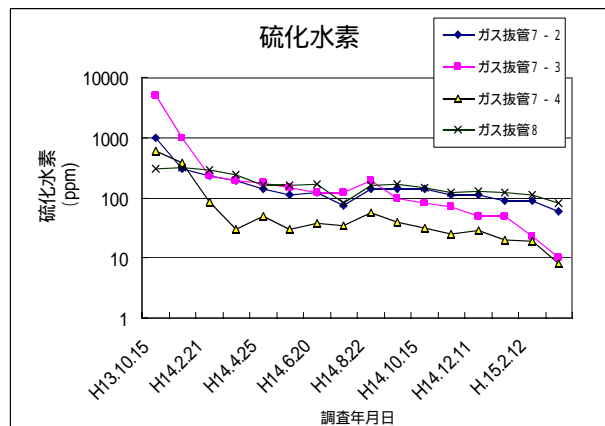


図2 ガス抜き管内の処理前硫化水素濃度

検出限界未満から0.5ppm程度であり、ガスの発生量や硫化水素濃度の増加は見られていない。

## (2) 臭気

平成14年度に県が実施した処分場及び周辺での昼間や夜間の臭気調査結果では、処分場内や敷地境界において硫化水素臭は臭気強度2の「何の臭いであるかわかる弱い臭い」が時折感じられる程度であった。なお、その他寄井地区全体で時折臭気強度2から3の畜産（養豚）臭が感じられた。

さらには、竹の内最終処分場第7、8工区東側敷地境界2箇所及び村田町立村田第二中学校の3地点に硫化水素の連続モニタリング装置を設置し、平成14年12月24日から連続測定を開始した。

平成14年12月24日から平成15年2月28日までの硫化水素のモニタリング状況は、全測定回数192,960回/地点（30秒間に1回測定）のうち、人が硫化水素を感知すると言われている濃度（0.006ppm）を超えた感知回数は、処分場第7工区東側敷地境界の設置地点1で85回あり、最大値は0.06ppmで2回測定された。処分場第8工区東側敷地境界の設置地点2では204回あり、最大値が0.045ppmで2回測定された。村田第二中学校南西側の設置地点3では、0.006ppmを超える濃度は一度も感知されなかった。



図3 硫化水素モニター設置地点

村田第二中学校南西側の設置地点3では、0.006ppmを超える濃度は一度も感知されなかった。

## 2 硫化水素の発生原因調査等について

### (1) 開削調査による原因調査

硫化水素の発生原因を解明するため、平成14年10月15日、16日に第7、8工区を中心とする大規模な開削による原因調査を行った。

#### 埋立廃棄物組成分析

第7、8工区について5ヶ所を掘削し、埋め立てられた廃棄物の種類等組成を分析した結果、がれき類、金属くず、ガラス及び陶磁器くずなどの不燃物類が42.97～68.28%、廃プラスチック類及びゴムくずなどの難燃性可燃物が24.83～50.90%、安定型産業廃棄物以外の紙くず、木くず及び繊維くずなどの易燃性可燃物が2.70～4.36%であった。

#### 掘削時の硫化水素ガス濃度

K-3において北川式検知管により硫化水素の痕跡（0.05ppm以上0.2ppm未満）が確認されたのみで、その他の地点では硫化水素は全て北川式検知管の検出限界未満であり、その他のガスについても酸素を除き警報器付濃度計では検知されなかった。

#### 埋立廃棄物及び保有水中の硫化水素発生要因

埋立廃棄物及び保有水中の硫化水素発生要因を解明するため埋立廃棄物の溶出試験や掘削地点の廃棄物層内で確認された地下水を保有水として水質等を調査した。

### -1 硫酸イオン

埋立廃棄物の硫酸イオンは54～740mg/L、保有水では7.8～66mg/Lであった。場外から流れ込む沢水や生活系の排水、湧水等には約120mg/Lの硫酸イオンを含むものがあり、無視できない供給源と考えられるが、今回の調査結果では、硫酸イオンは主に埋立層内の廃棄物から供給されていることを示していた。

### -2 有機物（硫酸塩還元菌の栄養源）

埋立廃棄物のBODは23～110mg/L、保有水中のBODは28～430mg/L、全有機炭素量は83～740mg/Lであった。

### -3 硫酸塩還元菌

開削した地点の覆土層，埋立層及び保有水には硫酸塩還元菌が広く生息分布していることが確認された。

調査により，生息している硫酸塩還元菌は黒色コロニーを形成する乳酸資化性の硫酸塩還元菌であることやピンク色のコロニーを形成する酢酸資化性の硫黄還元菌と推定される細菌も確認された。

また，ガス抜き管内の保有水についても調査した結果，硫酸塩還元菌は非常に少なく，現在ガス抜き管で観測されている硫化水素は，水面下で発生しているものではなく，ガス抜き管周辺埋立（廃棄物）層中で発生し所謂ガス道を通りガス抜き管から放出されているものと推定された。

### -4 硫酸カルシウム 2水和物

今回，前処理を工夫した結果，採取した全ての地点の試料について石膏の原料である硫酸カルシウム2水和物（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）の結晶の存在が確認された。

### -5 埋立廃棄物のダイオキシン類調査

開削調査時に3地点で採取した廃プラスチックを除く埋立廃棄物のダイオキシン類の分析結果は35～100pg-TEQ/gであり，全地点で土壤の環境基準値（1,000pg-TEQ/g）以下であった。

## (2) 水及び大気汚染物質

### 放流水・地下水のダイオキシン類濃度

地下水のダイオキシン類は0.066～0.16pg-TEQ/Lであり，環境基準値（1pg-TEQ/L）以下であった。また，処分場から排出される浸出液の処理水は放流水として測定しているが，ダイオキシン類の濃度は0.21～0.81pg-TEQ/Lであり，安定型最終処分場には放流水の基準はないが，参考として適用した管理型最終処分場の放流水の基準値（10pg-TEQ/L）以下であった。

### 有害大気汚染物質濃度

竹の内最終処分場においては，これまで悪臭防止法に定められた特定悪臭物質のいくつかについて測定が行われてきたが，硫化水素以外，検出されていなかった。そこで処分場大気等の現況を把握するため平成8年5月改正大気汚染防止法に定められた「有害大気汚染物質」の中で優先的に対策に取り組むべき物質（22種類）の内，特に安定型処分場において関係があると推測される有機系11物質についてモニタリング調査を行った。

表2 有害大気汚染物質（11物質）測定結果

単位； $\mu\text{g}/\text{m}^3$

物質名	測定結果						参考		
	処分場			処分場周辺			環境基準値	県内濃度範囲	
	H13	H14-1	H14-2	H13	H14-1	H14-2		最小	最大
アクリロニトリル	0.35	0.077	0.022	0.50	0.084	0.004		N.D	0.98
塩化ビニルモノマー	0.32	0.091	0.068	0.083	0.036	0.062		N.D	0.26
クロロホルム	0.11	0.21	0.089	0.12	0.17	0.089		0.085	0.43
1,2-ジクロロエタン	0.037	0.078	0.087	0.037	0.070	0.078		N.D	0.30
ジクロロメタン	1.5	12	3.5	1.4	12	3.1	150	0.34	38
テトラクロロエチレン	0.10	0.17	0.048	0.16	0.17	0.062	200	0.048	1.5
トリクロロエチレン	0.30	0.63	0.011	0.34	0.66	0.027	200	N.D	0.80
1,3-ブタジエン	0.095	0.13	0.047	0.10	0.14	0.047		0.072	0.64
ベンゼン	1.5	1.5	0.93	1.5	1.5	1.0	3	0.54	3.5
ホルムアルデヒド	2.1	0.8	1.9	2.7	2.0	1.2		0.34	9.4
アセトアルデヒド	3.9	0.7	1.6	4.4	2.1	0.89		0.13	14

- (注1) 表中「H13」とあるのは平成14年1月24日～25日、「H14-1」は平成14年10月8日～9日、「H14-2」は平成15年1月14日～15日(揮発性有機化合物)、1月28日～29日(アルデヒド類)の調査を表す。  
(注2) 県内有害大気汚染物質モニタリングは大河原町、名取市、塩釜市、古川市の4地点。  
(注3) 表中の「N.D」は測定機器の検出限界以下を表す。

調査の結果より、処分場と処分場周辺では大きな濃度差はなく、環境基準のある物質については全て基準値内であった。

### 3 現在の硫化水素対策及びその評価等

事業者は現在まで、県の指導の下にガス抜き管による埋立層内の硫化水素の吸引及び無害化処理、酸化鉄を含む土壌(鹿沼土)等の覆土や転圧による硫化水素の放散抑止処理、処分場敷地外から処分場に流入してくる雨水や沢水を排除するための側溝整備を実施した。

#### (1) ガス抜き管

平成14年4月からガス抜き管からポンプにより発生ガスを吸引し、その中の硫化水素を水酸化ナトリウム溶液で無害化処理後放散したことは、埋立(廃棄物)層内で発生するガスの圧力を低下させ、覆土における亀裂等の発生や亀裂からのガスの放散を抑制するという効果をもたらした。

また、平成14年10月と12月に処分場の発生ガス等を採取し、嗅覚測定法により影響を評価したところ総臭気排出強度(OER)は0～198であり、悪臭公害の出現するレベル(100,000)を下回り、全てのガス抜き管は周辺へ影響を与えるような発生源ではないことが確認された。

#### (2) 鹿沼土等の覆土による硫化水素の放散抑止処理

覆土に使用する土壌は有機質分が少ない土壌が望ましく、転圧等の徹底により有機質分が雨水等で硫酸イオンと硫酸塩還元菌のある層へ容易に供給されないようにすることが重要となる。

また、鹿沼土のように酸化鉄を多く含む土壌は、漏出・拡散する硫化水素を硫化鉄として固定する効果が認められるため、通常の覆土の上に強い転圧を避け、比較的均一な層状に覆うことで硫化水素の放散を抑えるのに有用である。

#### (3) 処分場内への雨水浸透防止処理

処分場敷地外から処分場内への雨水や沢水の流入を防止するため、処分場の周囲に側溝の整備がなされたが、依然として凹凸や風雨による覆土の流出等も見られることから、泥炭以外の材料を用いたさらなる覆土、整地及び転圧も必要である。

### 4 まとめ

開削調査の結果、硫化水素の発生原因物質である硫酸イオンは、主として埋立層内の廃棄物から供給されていることが推定されるとともに、これまで確認できなかった硫酸カルシウム2水和物(石膏)の結晶が埋立物中に存在することが確認できた。

また、硫酸イオンより硫化水素ガスを発生させる硫酸塩還元菌とそのエネルギー源となる有機物が埋立廃棄物及び保有水中に一定量存在することが確認できた。

埋立(廃棄物)層内には水に溶けて硫酸イオンを生ずる石膏が確認されている現在、硫化水素の発生を防止するためには、国の「廃棄物最終処分場における硫化水素対策検討会報告書」(平成12年9月)に示されているように「埋立物の掘削や移動、排水管等の設置等は、埋立層内を攪乱することによって一時的に好气的条件を生み出し、その後の微生物による反応が加速され、強い嫌気状態に短時間で戻ると急激な硫化水素発生を誘発する可能性がある。」ことに基づき、埋立物の掘削や移動、埋立廃棄物中への排水管等の設置等は原則として行わないこととし、ガス抜き管等を利用した対策の充実と共に、場内で発生する亀裂の補修と覆土並びに整地・転圧の徹底を図るべきである。

硫化水素の発生原因物質である硫酸イオンは雨水の浸透や地下水等の流入により埋立(廃棄物)層中から溶出し、また、その他生活排水、沢水、湧水等場外から供給されている。このような状況を踏まえ、県は今後とも硫化水素モニターを中心とした状況調査を継続し、地下水の状況や挙動を把握する等の追跡調査も行い、竹の内最終処分場からの生活環境に与える影響の有無の把握や監視に努める必要がある。