

エコパークあぼし

土壌調査等評価報告書

平成23年 3月

エコパークあぼし土壌調査等評価委員会

エコパークあぼし土壤調査等評価報告書

目次

はじめに

- 1 網干地区埋立地（水面埋立）の概要
 - 2 エコパークあぼし埋立土壤の状況
 - 2-1 既存土質関連調査内容の評価
 - 2-2 土壤調査の実施及び調査結果の評価
 - 2-3 エコパークあぼし埋立土壤の評価
 - 3 エコパークあぼし事業用地の安全性確認
 - 3-1 既存表層土調査内容の評価
 - 3-2 表層土調査の実施及び調査結果の評価
 - 3-3 水質調査の実施及び調査結果の評価
 - 3-4 今後行う土工事への対応
 - 4 エコパークあぼしのモニタリング
 - 4-1 水質のモニタリング
 - 4-2 地下水位のモニタリング
 - 4-3 ガスのモニタリング
 - 4-4 地盤沈下のモニタリング
 - 5 エコパークあぼし土壤等の評価と今後（おわりに）
-
- 6 資料
 - 委員名簿
 - 委員会開催経緯

はじめに

土地利用度の高い全国各地とくに海面に面した都市において、公有水面埋立法に基づいた海面埋立地や、最終処分場の跡地の利用に関しては、各都市で、土地利用の観点から安全性を確保した上で、公共的な利用が進められている。

一方、埋立跡地の最終目標は、埋立地の現状を把握し安全性の評価を行った上で、必要に応じて安全対策やモニタリングを行い土地利用することでもある。

こうした背景の下で、「エコパークあぼし土壌調査等評価委員会」は、平成 22 年 3 月に発生した「姫路市立網干健康増進センター」の爆発事故を契機に設置された「網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会（委員長：平野敏右東京大学名誉教授）」での検討を受けて、さらに、平成 15 年に行った土壌調査等に係る評価を行うため設けられたものである。

「エコパークあぼし」は、海面埋立ではあるが、管理型の構造を有し、浚渫土壌や廃棄物を含んだ埋立地であるが、跡地利用を行うために造成された土地で、ごみ処理施設と合わせて、多くの市民の来訪を期待して整備されている土地である。

本報告書は、こうした状況下にあるエコパークあぼしにおいて、姫路市の要請により、埋立土壌、表層土及び水質等に係わる安全性の評価を行ったものである。

委員会では、時間的な制約があるなかで、精力的に既存データの再整理を行うとともに、追加調査を実施することにより、エコパークあぼしの安全性の検証を行った。また、将来に向けて何を成すべきかを議論し、長期的に亘る安全性を担保する対策の検討も行った。

本報告書をまとめるに当たり、末筆ながら委員会にご協力いただいた関係各位に深謝する次第である。

平成 23 年 3 月

エコパークあぼし土壌調査等評価委員会
委員長 松藤 康 司

1 網干地区埋立地（水面埋立）の概要

昭和 55 年 9 月、兵庫県と姫路市は、国、関係市町、その他関係者と協議調整のうえ、姫路市網干地域における諸問題を整理し統合的に解決するため、姫路市網干地域環境改善計画を策定し、諸問題解決にあたっての整備方針として決定した。同計画では、市域の多様な整備課題を一括して解決するために、姫路市網干区地先海面を埋め立てすることとした。その位置図を資料 1 に、土地利用計画図を資料 2 に示す。

公有水面埋立跡地に係る法的整理を行ったのち、昭和 58 年 8 月兵庫県が網干地区埋立地の埋立免許を取得し、昭和 59 年 1 月兵庫県企業庁が埋立護岸工事に着手し、昭和 60 年 9 月から(財)兵庫県環境事業公社が埋立事業を開始した。

その後、埋立事業を順次行い、平成 12 年 8 月、第 4 工区の竣功認可をもって第 1 期埋立事業は完了した。埋立実施の沿革、土地利用計画、埋立物の種類と受入実績値、廃棄物等の受入基準は、それぞれ表 1-1～1-4 のとおりである。

表 1-1 埋立実施の沿革

昭和 58 年 8 月	姫路市網干地区公有水面埋立免許取得
59 年 1 月	網干地区の埋立護岸工事着手（兵庫県企業庁）
60 年 9 月	埋立事業開始（(財)兵庫県環境事業公社〔平成 7 年 8 月(財)兵庫県環境クリエイトセンターに改組〕） （埋立地の海底は埋立地中央付近で DL-0.03m～DL-6.11m）
62 年 8 月	第 2-1 工区竣功、日本下水道事業団用地
平成 2 年 8 月	第 1 工区、第 2-2 工区竣功、兵庫県流域下水道事業用地
10 年 8 月	第 3 工区竣功、兵庫県流域下水道事業用地
12 年 8 月	第 4 工区竣功、姫路市清掃事業用地 （第 4 工区の埋立は、平成 2 年度～平成 11 年度）

表 1-2 土地利用計画（人工島、陸側は除く）

用 途	面積 (ha)
護岸敷	約 4.3
道路用地	約 1.2
緑地	約 6.1
下水道事業用地	約 43.3
清掃事業用地	約 15.2
合 計	約 70.1

表 1-3 埋立物の種類と受入実績値

種 類		受入実績値(t)	備 考
一般廃棄物	市・町焼却灰	358,337	
	不燃物	38,135	
産業廃棄物	無機汚泥	32,821	
	燃え殻	25,657	
	ガラス、陶磁器くず	12,159	
	建設廃材	385,863	
下水道汚泥		399,059	
建設残土		2,403,611	
浚渫土砂		1,037,222	
用材（購入）		1,919,688	
合 計		6,612,552	3,426 千m ³

※ 備考欄の数値は、実績値のトンよりm³換算した数値である。

表 1-4 廃棄物等の受入基準

種 類	内 容	主 な 個 別 基 準
残土砂	土木工事に伴い発生する土砂	1 最大径概ね 20cm 以下のもの 2 シルト分以下細粒土の含有率 25%以下のもの 3 単位体積重量（湿潤密度）1.6t/m ³ 以上のもの
建設廃材	工作物の除去に伴い生ずるコンクリート破片、レンガ破片、その他これに類する不燃物	1 中空状態でないもの 2 最大径概ね 20cm 以下のもの
ガラスくず及び陶磁器くず	ガラスくず、耐火レンガくず及び陶磁器くずなど	同上
焼却灰等	一般廃棄物の焼却灰等 （市町で焼却処理したものに限り）	1 熱しゃく減量 15%以下のもの 2 臭気の少ないもので、水分を除去したものの
燃え殻	民間事業所等より排出する石炭がら、灰、炉清掃排出物	同上
下水道汚泥	下水道（前処理場含）より排出する汚泥	含水率 85%以下に脱水したもの
無機汚泥	民間事業所より排出する汚泥	同上
ばいじん	焼却施設等で発生するばいじんで、集じん施設で集めたダスト	造粒等の措置を講じたもの
鋳さい	鋳さい、鋳物廃砂など	最大径概ね 20cm 以下のもの
浚渫土砂	港湾、河川等の浚渫により生ずる土砂	1 シルト分以下細粒土の含有率 25%以

		下のもの 2 単位体積重量（湿潤密度）1.6 t/m ³ 以上のもの 3 含水率 85%以下のもの
粘性土砂	港湾、河川等の浚渫等により生ずる土砂	1 シルト分以下細粒土の含有率 25%超のもの 2 単位体積重量（湿潤密度）1.6 t/m ³ 未満のもの 3 含水率 85%以下のもの

以上、表 1-1～1-4 は、(財)兵庫県環境クリエイトセンター発刊の「網干地区埋立地の歴史」による

兵庫県は、公有水面埋立法により水面埋立事業の手続きを行っている。

一方、昭和 54 年 10 月 15 日環水企第 211 号及び環整第 119 号により、環境庁水質保全局企画課長及び厚生省環境衛生局水道環境部環境整備課長の連名で、各都道府県・政令市廃棄物行政担当部（局）長あて「水面埋立地の指定について」通知（以下「54 年通知」という。）が行われている。（資料 3 参照）

この通知によれば、水面埋立地のうち、一般廃棄物又は管理型産業廃棄物の計画埋立処分容量が全体の 1/3 以上であるもの、または、一般廃棄物と管理型産業廃棄物の計画埋立処分容量の合計が全体の 1/2 以上であるものは、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃掃法」という。）施行令（昭和 46 年政令第 300 号）第 5 条第 2 項又は第 7 条 14 号ハの規定に基づく指定を行うものとされている。この「指定」を受けると、施設の設置及び維持管理については、廃掃法上の最終処分場に準じる扱いを受けることとなる。

網干地区全体の埋立地について受入実績値を整理したものが資料 4 である。この表中、下段は埋立物の受入実績値である表 1-3 から引用したものであるが、重量ベースで一般廃棄物が 6.0%、管理型産業廃棄物が 6.9%、合計が 12.9%となり、先ほど示した指定の基準を遥かに下回っている。資料 4 上段には、第 4 工区部分についての、搬入推計値の重量ベースによる各埋立物の比率が記載されているが、一般廃棄物、管理型産業廃棄物の合計は 16.7%であり、地区全体と同様、指定基準を下回っている。

以上のことから、網干地区埋立地は、公有水面埋立法に基づいた埋立地であり、54 年通知にいう「指定」の対象外、すなわち廃掃法外の施設であると言える。

2 エコパークあぼし埋立土壌の状況

ここでは、網干地区埋立地で埋め立てされた用材の、有害性に対する判断基準について記述する。

網干地区埋立地における有害物質の受け入れに関しては、基本的には有害物質を含む用材は受け入れないこととしているが、「金属等を含む産業廃棄物に係る判断基準を定める総理府令」の「埋立処分に係る判断基準」（第1条）及び兵庫県の「重金属類等を含む産業廃棄物の適正処理に関する要綱」（いわゆる上乗せ基準）により規定されている、廃棄物の埋立処分に係る施設基準を参考として次表のとおり設定されている。

表 2-1 有害物質の判断（受入）基準

物質名	受入基準
アルキル水銀化合物	アルキル水銀化合物につき検出されないこと
水銀又はその化合物	検液 1 ℓにつき水銀 0.005mg 以下
カドミウム又はその化合物	検液 1 ℓにつきカドミウム 0.1mg 以下
鉛又はその化合物	検液 1 ℓにつき鉛 0.1mg 以下
六価クロム又はその化合物	検液 1 ℓにつき六価クロム 0.5mg 以下
砒素又はその化合物	検液 1 ℓにつき砒素 0.5mg 以下
マンガン又はその化合物	検液 1 ℓにつきマンガン 10mg 以下
銅又はその化合物	検液 1 ℓにつき銅 3mg 以下
亜鉛又はその化合物	検液 1 ℓにつき亜鉛 5mg 以下
有機りん化合物	検液 1 ℓにつき有機りん 1mg 以下
シアン化合物	検液 1 ℓにつきシアン 1mg 以下
PCB	検液 1 ℓにつき PCB 0.003mg 以下

2-1 既存土質関連調査内容の評価

平成 15 年 2 月 13 日、姫路市は土地の購入に先立ち、エコパークあぼし敷地である第 4 工区の中の 3 地点で埋立物を目視確認した際、有害物質の調査を土壌汚染対策法（以下「土染法」という。）に準じた項目で行い、同年 3 月、「土質関連調査業務報告書」（以下「報告書」という。）に取りまとめている。（資料 5 及び資料 6）

報告書によれば、重機によりアームが届く 6m 程度の掘削を行い、3 箇所概ね上下の 2 深度から試料を採取し、有害性判定のため土壌分析調査を行っている。

調査の結果、土染法による含有量及び溶出量に関する項目中、調査 No.1 地点上部で鉛含有量と砒素溶出量が、また No.2 地点上部で鉛含有量・溶出量とふっ素溶出量が、同地点下部で鉛溶出量と砒素溶出量が、それぞれ土染法の基準値を超過していたが、数倍までの値であり、鉛と砒素については受入基準値以下であった。（当時、ふっ素については受入基準の設定はなかった。）まとめたものを表 2-2 に示す。

表 2-2 土染法及び受入基準との比較（平成 15 年 3 月報告書）

		含有量 (mg/kg)			溶出量 (mg/L)		
		鉛	砒素	ふっ素	鉛	砒素	ふっ素
土染法基準		≦150	≦150	≦4,000	≦0.01	≦0.01	≦0.8
受入基準		—	—	—	≦0.1	≦0.5	—
No. 1	上部	510	3.5	60	<0.005	0.011	0.7
	下部	61	2.6	30	<0.005	0.010	0.5
No. 2	上部	740	2.9	60	0.016	<0.005	1.4
	下部	49	2.0	50	0.012	0.037	0.7
No. 3	上部	85	1.6	20	<0.005	0.009	0.6
	下部	150	1.6	30	<0.005	0.009	0.09

有害物質については、埋立物の種類により多く含まれるものがある。また、地域の自然的原因により超過することがあり、その可能性が高い物質は、砒素、鉛、ふっ素であると言われている。平成 15 年 3 月、報告書において基準超過が確認されたのはその 3 物質であり、埋立物である浚渫土砂や焼却灰中にも存在すると言われている。

揖保川の下流域であることや、船の往来する場所の浚渫土砂が埋め立てられている可能性を考えれば、以前船の塗装によく使用されていた鉛が検出されたとしても不思議ではない。また、ふっ素や砒素については、海に面した地域ではもともと自然由来のものが多く、この程度であれば自然に由来する可能性が高いと考えられる。

以上のことから、土染法の基準を超えるものもあるが、特に対策を要するレベルではないと考えられる。

2-2 土壌調査の実施及び調査結果の評価

今回、さらに埋立物の有害性の有無を確認するため、昨年 8 月上旬から本格的に調査を開始した、網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会（以下「調査・安全対策検討委員会」という。）によるガス調査用のボーリング調査孔コア標本を利用して、有害物質含有の追加調査を行うこととした。

この調査は、平成 15 年に実施した 3 地点の土質関連調査を補足するために、26 箇所の調査位置から偏りなく選定した 5 地点の調査を行い、計 8 地点（資料 7）の調査結果により、エコパークあぼし全体の有害性調査結果とするため実施したものである。調査項目は、土染法の指定基準として定めのある特定有害物質の含有量及び溶出量、並びにダイオキシン類特別措置法によるダイオキシン類の含有量である。

委員会では、調査地点に年次的な差があることで調査結果が偏ったものとなる可能性について議論があったが、埋め立てが片押し的に北側から順次行なわれているものの、ピンポイント的に特定の埋立物があるような状況ではないため、全体的にほぼ満遍なく面的・

層状に埋め立てられたものという前提で調査を行うこととした。

また仮に、この結果で地点毎に大きな差が出れば、さらに他の地点のコア標本試料を用いて追加調査を行うべきであるという意見があった。

本年 1 月 14 日、資料 7 位置図地点の冷凍保管コアについて、各調査地点とも、浅層、中層、深層 3 層の保管コアを等量ずつ混合し調査用試料とした。

調査の結果、複数地点でふっ素の溶出量が、また 1 地点において鉛の含有量が基準を超過した（資料 8）。今回の調査結果を、平成 15 年の調査で基準値を超過したふっ素、鉛及び砒素の項目について整理し、表 2-3 に示す。

表 2-3 土染法基準及び受入基準との比較（今回追加調査）

	含有量 (mg/kg)			溶出量 (mg/L)		
	鉛	砒素	ふっ素	鉛	砒素	ふっ素
土染法基準	≦150	≦150	≦4,000	≦0.01	≦0.01	≦0.8
受入基準	—	—	—	≦0.1	≦0.5	—
No. 5	230	3	1700	<0.001	<0.001	3.2
No. 6	100	3	76	<0.001	0.003	1.0
No. 7	62	4	92	<0.001	0.004	0.77
No. 1 2	110	2	130	<0.001	0.001	0.78
No. 1 6	89	6	250	<0.001	0.008	0.88

2-3 エコパークあぼし埋立土壌の評価

網干地区埋立地第 4 工区（エコパークあぼし）の埋立は、平成 2 年に開始し、平成 11 年度に終了した。陸上埋立では、北側に設けられた進入路から搬入が行われており、北東側から南西側に向かって、順次受入廃棄物の埋立が行われている。

調査・安全対策検討委員会の調査では、埋立物は大きく分けて、浚渫土砂、下水道汚泥、それ以外の廃棄物・建設残土・用材の 3 つに区分されるが、これらが、敷地全体に面的、層状に埋め立てされているということが議論されている。

今回の土壌調査と平成 15 年の調査では、土染法上の基準値を超過した項目とその箇所数に違いはあるが、ともに基準値の数倍までの数値であった。

以上のことから、本委員会としては、エコパークあぼしの埋立土壌に、特に対策を要するような問題はないと判断した。

3 エコパークあぼし事業用地の安全性確認

エコパークあぼしの位置する網干地区埋立地は、土染法に基づく調査が義務付けられる区域ではない。しかし、廃棄物が埋め立てられていることから、特定有害物質が含まれる可能性のある土壌を直接摂取するリスクを考慮して、平成 22 年 1 月、人が立ち入る可能性のある 5 地点で表層土調査を行っている。今回、その調査結果の評価を行うとともに、さらに追加調査を行い安全性の確認を行った。

また、網干地区埋立地の周囲は海域であるが、特定有害物質が含まれる可能性のある土壌からの溶出による海域汚染がないことを確認する目的で、埋立地内で集められた雨水と場内から海域へ排水される地点における海水を調査し、事業用地の安全性を確認することとした。

併せて、今後実施されるエコパークあぼしにおける掘削工事に関し、用地の安全性が確保できる工事計画であるかどうかの検討を行った。

3-1 既存表層土調査内容の評価

平成 22 年 1 月、工事概成時点における表層土の安全性を確認するため、資料 9 に示す位置で表層土調査を行っている。調査項目は、土染法の指定基準として定めのある特定有害物質の含有量及び溶出量、並びにダイオキシン類特別措置法によるダイオキシン類の含有量である。調査結果を資料 10 に示す。

調査の結果、海岸線で自然由来のものが多いとされるふっ素の溶出量が、やや高めの数値 (0.2~0.7mg/L) となっているが、全項目とも土染法の基準値以下という結果となっている。人が立ち入る場所として特に問題のない結果である。

3-2 表層土調査の実施及び調査結果の評価

既存調査は、平成 22 年 3 月 25 日に発生した爆発事故により、当初予定していた安全宣言という形で公表されるに至らなかった。今回、人が立ち入る可能性のある地点で追加的に表層土調査を実施し、あらためて安全性について検証を行うこととした。

今回は、既存調査では実施していない南側の未利用地の他、来訪者が最も立ち入る機会が多い芝生広場を中心に 5 地点 (資料 11) を選定した。平成 23 年 1 月 14 日、これらの調査地点において試料採取を行い、調査用試料とした。調査項目は、平成 22 年 1 月と同様、土染法の指定基準として定めのある特定有害物質の含有量及び溶出量、並びにダイオキシン類特別措置法によるダイオキシン類の含有量である。

調査結果を資料 12 に示す。

調査の結果、1 地点でふっ素の溶出量が基準値を 0.3mg/L 超過したが、他はすべて基準値内であった。平成 22 年 1 月調査と今回の調査から、ふっ素だけ取り出して整理してみると、表 3-1、表 3-2 のようになる。

表 3-1 ふっ素の溶出量・含有量（平成 22 年 1 月調査）

	単位	基準	地点 1	地点 2	地点 3	地点 4	地点 5
ふっ素溶出量	mg/L	≤0.8	0.5	0.7	0.2	0.3	0.2
ふっ素含有量	mg/kg	≤4,000	63	36	61	10	35

表 3-2 ふっ素の溶出量・含有量（平成 23 年 1 月調査）

	単位	基準	地点 A	地点 B	地点 C	地点 D	地点 E
ふっ素溶出量	mg/L	≤0.8	0.72	0.60	1.1	0.71	0.47
ふっ素含有量	mg/kg	≤4,000	100	66	110	120	<50

2 回の調査結果を比較すると、23 年の調査時の方が全体にやや高めの値となっているが、どちらも自然要因によるものと考えて差し支えない範囲であった。また、溶出量の基準は飲用を前提として定められているが、網干地区埋立地の周囲は海であり、飲用を考慮する必要はない。この表層土を他の場所で利用する場合は問題となる可能性もあるが、この場所にある限りは、特に措置が必要というレベルではない。

以上のことから、本委員会としては、表層土の安全性について問題はないと判断した。

3-3 水質調査の実施及び調査結果の評価

網干地区埋立地は、埋立地内に敷設された止水シートまたは護岸部に設けられた鋼矢板により遮水構造とした管理型の埋立地である（資料 2 7 参照）。エコパークあぼし場内で発生した汚水は、一部水処理して再利用する他は、網干浜地内にある兵庫県流域下水処理場へ排除している。

一方、敷地内に降った雨水は、アスファルト路面や側溝、また、芝生下に敷設された有孔管等により集水し、管渠等の排水構造物により導水し、兵庫県企業庁が護岸工事の際に設置した 6 箇所の会所から海域へ放流されている。

そこで、敷地内から護岸会所へ出る直前の会所の水と、護岸会所から放流された海水との調査を行い、水の安全性を確認することとした。平成 23 年 1 月 14 日または 1 月 18 日、資料 1 3 の 12 地点において、会所の水及び放流地点における海水を採取し、調査用試料とした。

調査結果を資料 1 4 及び資料 1 5 に示す。

調査の結果、場内の雨水排水及び排水先の周辺海水とも水質の基準を満たしており、問題ないものと考えられた。

ただし、水質のモニタリングを今後継続する際、数値の変化を客観的に評価するためには、定量分析の下限値を統一しておく必要がある。すなわち、分析依頼を行う際、分析機関との間で仕様を定めておくことが望ましい。

また、委員会において、水面埋立では遮水構造の確認を行うため、水質以外に地下水位を測定することが重要であるとの意見があった。地下水位の調査は、平成 17 年度と平成 22 年度に行っているが、今後モニタリングの中で継続的に実施すべきである。

3-4 今後行う土工事への対応

事故発生の後、調査・安全対策検討委員会において原因調査等を実施してきた。今後、健康増進センターの再建及び可燃性ガスのガス抜き対策工事を実施する予定であるが、これらの工事は地中の掘削を伴うため、実施にあたり事業用地の安全性を確認しておく必要がある。

まず、資料16に網干地区埋立地第4工区の埋立状況を示す。これにより、今後ガス抜き等の対策を行うスラグ層から上部は、公共残土等良質土により覆土されたものであることが分かる。

資料17には、今後行われるエコパークあぼしにおける工事計画場所が示されている。この工事は、資料18や資料19の標準図で示されるガス抜き対策工事であり、スラグ上部の掘削土砂は、元々公共残土等であることから、その安全性を土壌調査により確認したうえで、残土として民間中間処分場に搬出される予定である。また、スラグ層のスラグは下水道汚泥を溶融破碎したものであるため、工事により発生する余剰物については、産業廃棄物として搬出処分されることとなっている。

本委員会としては、上記処分方法が適正妥当なものと考えているが、残工事实施にあたっては、的確な調査と計画に沿った適正な処理が極めて重要であることを指摘しておきたい。

4 エコパークあぼしのモニタリング

網干地区埋立地は、止水シート又は鋼矢板で遮水構造とされた水面埋立地である。この遮水構造が適正に機能しているかどうかについては、土地所有者である姫路市が責任をもって確認していく必要がある。すなわち、今後のモニタリング調査は極めて重要な管理行為であると言える。

モニタリングは、次の項目について実施する。

- (1) 埋立地内外水質のモニタリング
- (2) 遮水構造を確認するため地下水位のモニタリング
- (3) 新たに必要性が生じたガスのモニタリング
- (4) 埋立地地盤沈下のモニタリング

資料20に今後行うべきエコパークあぼしのモニタリング計画を示しているが、以下、個別に説明する。

4-1 水質のモニタリング

水質については、3-3で記載したとおり、本委員会が評価を行うため埋立地内外に渡る水質調査を実施した。この調査は、現段階における埋立地の遮水機能を確認したものであり、今後継続して行う必要がある。

調査地点としては、資料21に示すとおり、この度調査を実施した6箇所における埋立地内外の12地点で行うのが妥当である。調査頻度については、水質調査が降水その他の気象条件に左右されやすいので、モニタリング当初は、例えば四季の変動状況を把握するため季節毎に調査を行い、変動状況を見て調査時期を絞り、年に1回若しくは2回とする。

また、調査項目については、第1回委員会において、排水基準の有害物質に1-4 ジオキサン及びダイオキシン類を加えた29項目（資料22）で測定を行い、不要な項目は省いていくこととした。その後実施した調査の結果、トリクロロエチレン等の有機塩素系化合物と農薬類に関する項目については、検出される可能性はほとんど考えられず、今後モニタリングの調査対象項目から省くことも可能であろう。

〔次年度以降の水質モニタリング〕

- (1) 資料21のとおり、エコパークあぼし敷地内の雨水排水会所6地点及び当該会所から海域に繋がった地点6地点の海水で行う。
- (2) モニタリングは、当初年度は季節毎に行うこととするが、2年目以降は初年度の結果を見て回数を決定することとする。
- (3) また調査項目は、当初は資料22に記載する全項目で実施することとするが、有機塩素系化合物や農薬類に関する項目については、当初検出されないときは、2回目以降は省略することとする。

4-2 地下水位のモニタリング

地下水位のモニタリングは、埋立地の遮水機能を確認するために重要である。

地下水位については、平成 17 年度に実施したボーリング調査時、平成 22 年度に実施したボーリング調査時の観測資料（資料 2 8）がある。17 年度に比べて 22 年度は若干の水位低下が見受けられるが、この原因は、エコパークあぼしの造成工事により、雨水対策として排水工事を施工したことにより地中への浸透が少なくなった結果と考えられる。

この保有水位が海面位より高い状態を保っていれば、遮水構造が機能している証拠である。海側に面する地点で長期的な継続調査を行うことが有効であり、No.1、7、16、18 地点（資料 2 3 参照）における調査孔の地下水位をモニタリングすることとした。

頻度については、年 1 回の調査では時期的な変動が確認できないため、季節毎のモニタリングを行う他、測定前 1 週間の降水状況や測定時の潮位状況を併せて記すこと、測定時の地中状況を確認するため、水温や水素イオン濃度の測定も併せて行うこととした。

〔次年度以降の地下水位モニタリング〕

- (1) 資料 2 3 のとおり、エコパークあぼし敷地内既設ボーリング孔の 4 地点で行う。
- (2) モニタリングは、水位と合わせて水温、水素イオン濃度の測定を行う他、測定直前 1 週間の降水状況や測定時の潮位状況を記録する。測定頻度は当面季節毎とする。

4-3 ガスのモニタリング

調査・安全対策検討委員会の報告で、「調査孔は、ガス排出塔その他施設としてガス測定ができる構造で工事を行い、定期的なモニタリングを行うこととする。」「測定は 2 週間に 1 度の頻度で行い、各調査孔のガス排出塔その他のガス抜き完了後は、1 箇月に 1 度の測定とする。」「ガス調査結果は、エコパークあぼしにおいて永年の記録保存とする。」とある（以上、「網干健康増進センター事故に係る調査報告書」42 ページ）。また、「測定間隔が 1 箇月を超える頻度に見直すときは、調査・安全対策検討委員会委員又はガス学識経験者の意見を聞いたうえで、その実施を図る。」（同ページ）とある。

一方、エコパークあぼしの建物内外にある、場内 183 箇所に及ぶ地下ピットやマンホール等の閉鎖空間には開口部を設け、事故発生以降、定期的なガス測定を継続している（同報告書 41 ページ）。

これら、地中廃棄物に含まれる有機物の嫌気性醗酵により発生するメタンガス、硫化水素等のガス濃度を定期的にモニタリングすることとする。

また、測定間隔については、実際の調査資料を元に検討し、適宜見直しを図ることとする。

〔次年度以降のガスモニタリング〕

- (1) 資料 2 4 のとおり、エコパークあぼし敷地内既設ボーリング孔 26 箇所で行う。
- (2) モニタリング方法は、ガスメーターによる測定を 2 週間に 1 回の頻度で実施するものとする。ただし、ガス抜き対策工事完了後は、月 1 回の測定とする。
- (3) このモニタリング方法は、網干健康増進センター事故に係る調査・安全対策検討委員会の報告書によるものである。

4-4 地盤沈下のモニタリング

地盤沈下については、まず、付近での沈下状況を調査することとした。

網干地区埋立地については、港湾管理者、埋立事業者及び隣接する下水道管理者に照会したところ、過去の地盤沈下調査資料はないということであった。また、播磨町沖や明石沖で埋立造成事業を行った兵庫県企業庁に照会したが、神戸以西での実績がないという回答を得たため、大阪湾神戸沖の事例を取り上げ、網干地区埋立地と比較することとした。

神戸空港埋立地に係る文献によると、20～30mの沖積粘土層の海底地盤の上に約22m厚の埋立が行われている。沖積粘土層は約1万年前以降の新しい地層であるため、載荷荷重により圧密沈下を引き起こす。また、載荷荷重が大きくなれば、沖積砂礫層及び1万年以前の洪積層にも沈下の影響を引き起こすと言われており、埋立により5m前後の海底地盤の沈下が計測されている。この圧密沈下は、約3年半で収束傾向を示している。(地盤工学ジャーナル Vol.2, No.1, 神戸空港護岸築造工事における沖積粘性土層の挙動とその考察より)

網干地区埋立地は、(財)兵庫県環境クリエイトセンター発刊の「網干地区埋立地の歴史」及び姫路市が調査した「新美化センター事業用地地質調査委託報告書」(以下、「新美化報告書」という。)によると、ボーリング調査の結果、2.5～6mの沖積粘土層(新美化報告書：平成18年3月〔埋立後〕)の厚さしかない。(資料26)

また、新美化報告書では、沖積粘土層の圧密試験結果が報告されており、報告書では「海底沖積粘土層の埋土による圧密沈下は、終了しているものと考えられる。」と記載されている。

一方、埋土による沈下については、今回現地調査を依頼した網干地区埋立地内の他の公共施設で、平成10年10月以降現在までに、場内8箇所の建物等取合部において6～12cmの沈下があり、付近の民間施設でも、測定期間は不明ながら10～20cmの地表面沈下があった調査結果が得られている。また、エコパークあぼしにおいては、平成12年の地形測量データと平成17年地形測量データを比較して、測量地盤高の総計を測量地点数で割った加重平均で9cm数値の下落があったことを確認している。同一の測量地点ではないが、これらの数値は地表面の沈下があったことを示唆している。

以上の調査結果を元に、今後5箇所で年1回地盤沈下の測定を行うこととした。ただし、嫌気領域の中で有機物分解によりメタンが発生し、高濃度ガスを検出する付近では、沈下が促進される可能性があるため、より頻度を高めて季節毎に行うこととする。また、漫然と沈下測定を行うのではなく、マーカーで目印をしておき、目印のズレがあれば必要な調査を行い委員会へ報告するなど、弾力的な対応を図ることとする。

〔次年度以降の地盤沈下モニタリング〕

- (1) 資料25のとおり、エコパークあぼし敷地内の5箇所で行う。
- (2) モニタリング方法は、沈下板設置によるレベル測定を年1回行うものとする。
- (3) ガスモニタリング結果と照らして、高濃度メタンガスを測定した付近は、(2)に関わらず季節毎に測定を行う。

5 エコパークあぼし土壌等の評価と今後（おわりに）

平成 22 年暮れ、姫路市から、平成 15 年 3 月の土質関連調査報告書及び平成 22 年 1 月の表層土調査結果について、土壌敷地の安全性という観点から評価するよう要請があった。その際、本委員会としては、将来にわたってこの土地の安全性を確保していくことの重要性に鑑み、既存の調査資料だけから評価するのではなく、必要な追加調査を行い、それらの結果から総合的に評価することとした。

調査の結果、エコパークあぼし地区については、受入基準に照らして問題のない埋立物が、面的・層状に埋め立てられた水面埋立地であり、土壌中の特定有害物質の含有量・溶出量とも、海域付近にある埋立地として特に問題になる数値ではないことが確認された。

エコパークあぼしと名付け、単にごみ処理施設で終わることなく、集客施設として人々から愛される施設にしたいというのが姫路市の希望である。今回はとりあえず、その前提となる土壌の、現時点における安全性が確認できたものと言える。

しかし、廃掃法で示される管理型に準じた構造を成す埋立地であるため、大切なことは、今後如何にして的確なモニタリングを行い、適切な管理を行っていくかということである。そこで委員会としては、当初想定されていた水質と可燃性ガス以外に、モニタリング項目として新たに 2 項目の追加を提案した。

一つ目は、地下水位の測定である。管理型の埋立地は、シートや矢板により周囲と隔絶される構造となっている。この構造が機能しているかどうかを示す最も簡便かつ信頼性の高い指標が地下水位であり、埋立地内の地下水位が海面位より上位にあれば、遮水機能が十全であることの有力な証左になる。

二つ目は、地盤沈下のモニタリングである。これについては、単に定期的な測定を行うだけでなく、ガス発生に係る有機物分解の影響を常に考慮しながら、日ごろの管理を行う必要性を指摘しておきたい。

今後長期にわたるモニタリング調査を行うことになるが、その過程で、科学的根拠と経験則に基づき不要と判断できるような項目を省略していくことも大切なことである。安全性を担保したうえで費用対効果を考慮することも必要である。

本委員会の役目はこれで終了するが、継続的な安全性を確保するため、今後、モニタリング調査の結果を評価する委員会を立ち上げられることを提言したい。通常は、年 1 回程度開催し、1 年間の結果を評価する方法が良いと思われるが、調査結果に異常が見受けられるような時は、急遽委員会を開催し、現地を確認できるような体制を整えておくことが危機管理的にも重要である。

平成 23 年 3 月

エコパークあぼし土壌調査等評価委員会
委員長 松藤 康 司

6 資料

■ 委員名簿

	氏 名	役 職 名	専 門 分 野
委員長	まつふじ やすし 松 藤 康 司	福岡大学工学部教授	衛生工学、廃棄物工学、環境微生物、工学博士
委 員	ふかえ りょうへい 深 江 亮 平	兵庫県立大学環境人間学部教授	環境適合性材料、プラスチックリサイクルと廃棄物処理工学博士
委 員	たかた みつやす 高 田 光 康	大阪湾広域臨海環境整備センター勤務	水質 衛生工学技術士

■ 委員会開催経緯

開催回	開 催 日	開 催 場 所	議 題
第1回	平成23年1月8日	姫路市役所北別館 402会議室	<ul style="list-style-type: none"> 既存土壌調査結果の評価と土壌の安全性確認 事業用地の安全性確認 モニタリングについての提言
第2回	平成23年2月7日	姫路市役所 902会議室	<ul style="list-style-type: none"> 土壌調査の結果と安全性に関する評価について 表層土調査の結果と安全性に関する評価について 水質調査の結果と安全性に関する評価について 次年度以降のモニタリングについて 報告書について