

**第 7 回 中央卸売市場移転予定地における土壌汚染対策等に関する専門家会議
議事概要**

日 時 : 平成 29 年 1 月 18 日 (水) 14:00~17:00
場 所 : 姫路市防災センター 3 階 第 1 会議室
参加者 : 委 員 平田健正 (座長)、中島 誠、保高徹生、藤森一男
事務局 産業局中央卸売市場
関係局 産業局、環境局
調査実施機関 国際航業株式会社

本会議の議事概要は次のとおりである。

1. 第 7 回専門家会議の概要

今回 (第 7 回) の専門家会議は、姫路市白浜町内の中央卸売市場移転予定地 (以下「対象地」という。) における土壌・地下水汚染調査 (Step. 2-1 調査) の結果を確認し、Step. 1 調査から Step. 2-1 調査までの結果による土壌・地下水汚染状況の評価、実施すべき土壌汚染対策等の内容、及び引き続き実施する Step. 2-2 調査の内容について審議することを目的として開催した。

2. Step. 2-1 調査の実施状況

平成 28 年 11 月 21 日より Step. 2-1 調査を開始し、終了した。Step. 2-1 調査で実施した項目は次のとおりである。

- ① 測量
- ② 地質及び地下水調査
 - ・ 地下地質の把握
 - ・ 地下水位一斉測定
 - ・ 地下水位連続測定 (継続中)
- ③ 埋土における土壌汚染状況調査
 - ・ 深度別土壌調査 (ベンゼン、油分 (油臭、油膜、TPH))

3. Step. 2-1 調査結果の概要**(1) 地質状況**

Step1 調査における盛土、埋土、自然地盤の地層区分の考え方にしたがって Step2-1 調査の「埋土における土壌汚染状況調査」で採取されたコア試料を現地観察し、その結果をもとに各層の詳細な分布状況を把握した。各層の詳細な分布状況の把握にあたっては、Step1 調査によるボーリング調査結果も含めて総括的にとりまとめた。

- ① 埋土について、対象地全域で、下部に浚渫土主体の層 (Lf2 層) が、上部に浚

渾土以外の材料（公共残土、購入山土と推察される）による層（Lf1 層）が分布している状況が確認された。

- ② 自然地盤について、自然地盤中に粘性土層（Ac 層）の存在が確認されたが、対象地全域で平面的に連続して分布するような「難透水性の地層」は確認されなかった。

（２）地下水流動状況

季節変動に伴う地下水流動状況を把握するため、Step. 2-1 調査において平成 28 年 12 月 7 日午前に地下水位一斉測定を行い、その結果を Step. 1 調査における平成 28 年 8 月 24 日午前及び平成 28 年 9 月 21 日午前の地下水位一斉測定結果と比較した。

- ① 平成 28 年 8 月 24 日午前及び平成 28 年 9 月 21 日午前においては、対象地の地下水は、大局的に、水面埋立て以前の旧河道から現漁港側への河川流下方向に向かって流れていると推察される（この傾向は、地質及び地下水調査にて 9 箇所の観測井での地下水位一斉測定の結果から把握されたものと同様である）。
- ② 一部地点（E12-5、I8-5、K10-5）に地下水位の明らかな高まりがあり、地下水位の連続観測結果からその状況が維持されていることがこれまでに確認されていたが、渇水期にあたる平成 28 年 12 月 7 日午前においても同様の状況が維持されていることが確認された。対象地においては、それらの地下水位の高まりから周囲に向かう地下水の流れが卓越し、旧河道付近では地下水位の高まりから旧河道の河口付近（北西方向）に向かって地下水の流れている様子が確認された。これは、豊水期にあると推察される平成 28 年 8 月 24 日午前及び平成 28 年 9 月 21 日午前とは逆方向に向かう流れである。

（３）埋土における土壌汚染状況調査

Step1 調査結果を踏まえて、対象地内の埋土（水面埋立て用材料）を対象とした土壌汚染状況調査を実施し、土壌汚染状況の詳細を把握した。

ベンゼンについては、Step1 調査で土壌ガス中にベンゼンが検出（又は宙水でベンゼンの地下水基準を超過）された単位区画を対象とした深度別土壌調査と、Step1 調査で調査対象外とした 30m 格子（未調査 30m 格子）を対象とする深度別土壌調査を実施した。

油分（油臭、油膜、TPH（全石油系炭化水素））については、Step1 調査で調査対象外とした 30m 格子を対象とする表層土壌調査及び深度別土壌調査を実施した（盛土及び自然地盤を除く）。

- ① ベンゼンについて、Step1 調査における土壌ガス調査で土壌ガス濃度が検出（又は代替りの宙水調査で地下水基準を超過する濃度で検出）された単位区画 14 箇所の埋土を対象に深度別土壌調査を行った結果、14 箇所中 5 箇所（35.7%）でベンゼンの土壌溶出量基準の不適合が確認された（このうち 2 地点は未調査 30m 格子における深度別土壌調査地点と重複する地点）。

- ② 未調査 30m 格子の埋土を対象とした深度別土壌調査を行った結果、116 箇所中 13 箇所（11.2%）で土壌溶出量基準不適合が確認され、そのうち 4 箇所において第二溶出量基準不適合が確認された。土壌溶出量基準不適合が確認された 13 箇所中 3 箇所は既往調査（出光興産(株)殿実施）で既に基準超過が確認されていた 30m 格子であり、他の 10 箇所（ガス検出区画毎の調査と重複する 2 地点を含む）（8.6%）が Step2-1 調査で新たに基準超過が確認された 30m 格子である。

これらの調査結果と既往調査（出光興産(株)殿実施）及び Step1 調査の結果から、埋土のベンゼンによる土壌汚染は、浚渫土以外の材料（公共残土、購入山土と推察される）による層（Lf1 層）を主体に分布していることが確認された。なお、その上位にある盛土（油処理土）にはベンゼンによる土壌汚染が認められず、Lf1 層を主体に分布しているベンゼンは、盛土からの浸透によるものではないと考えられる。

一部の場所で深度 10m の自然地盤におけるベンゼンの土壌溶出量基準不適合が確認されたが、それらより浅部では、ベンゼンが土壌溶出量基準に適合していた。また、それらの周囲の地点では、深度 10m 付近でベンゼン濃度が検出されたものの、土壌溶出量基準には適合していた。

- ③ 油臭について、未調査 30m 格子の埋土を対象とした表層土壌調査及び深度別土壌調査を行った結果、116 箇所中 22 箇所（19.0%）で油臭の強さが判定値 1（やっと感知できるにおい）以上を、4 箇所（3.4%）で油膜の判定値 1（膜状のものがかるうじて識別できる）以上を、37 箇所（31.9%）で TPH が 100mg/kg 以上を、12 箇所（10.3%）で TPH が 1000mg/kg 以上をそれぞれ示した。
- ④ 埋土における油分の検出状況から、浚渫土以外の材料（公共残土、購入山土と推察される）による埋土層（Lf1 層）を主体に油分が分布し、その内の一部は上位の盛土（油処理土）からの浸透によるものであると思われることが確認された。
- ⑤ 深度 10m の自然地盤でベンゼンの土壌溶出量基準不適合が確認された地点では当該自然地盤でトルエン及びキシレンが検出されず、埋土において比較的高濃度でベンゼンが検出された地点ではトルエンやキシレンも検出されたことから、両者は原因が異なるものであると推察した。

4. 既往調査、Step.1 調査、Step.2-1 調査結果に基づく総括

既往調査、Step.1 調査及び Step.2-1 調査の結果を整理・総括すると、以下のとおりとなる。

（1）ベンゼンによる土壌汚染の原因

- ① ベンゼンによる盛土の土壌汚染は、盛土（油処理土）中に元々人為的原因により存在しておいたベンゼンによるものであり、油含有土壌に対してバイオ処理が行なわれた後もそれが残存していると考えられる。

ベンゼンによる埋土（水面埋立て用材料）の土壌汚染は、上位に存在する盛土からの

浸透によるものであるとは考えにくい。また、一部の地点において第二溶出量基準を超過する濃度が確認されていることから、専ら水面埋立て用材料（昭和 57 年～59 年に行われた公有水面埋立事業による）に由来する汚染であるとも判断できず、何らかの人為的原因によるものと考えられる。

- ② ベンゼンによる自然地盤の土壤汚染は、埋土からの浸透や拡散によるものであるとは考えにくく、基準不適合箇所が元々は干拓地で公有水面埋立事業が実施される以前から陸地であったことを勘案すると、詳細は不明ではあるが、公有水面埋立事業が実施された以降に人為的原因により生じたものであるとは考えにくい。

5. Step. 2-2 調査の内容について

(1) 調査方針

Step. 2-2 の調査の調査方針は、以下に示すとおりとする。

- ① ベンゼン
 - ・ 30m 格子単位の調査でベンゼンが土壤溶出量基準又は第二溶出量基準に不適合と評価されている 30m 格子について、単位区画ごとの調査を行い、土壤汚染範囲を絞り込む。
 - ・ ベンゼンによる土壤汚染の深さが把握されていない単位区画について、当該深さを把握するための追加土壤調査を実施する。
 - ・ ベンゼンが土壤溶出量基準（又は第二溶出量基準）に不適合であった地点において、地下水汚染の現況を把握するための追加地下水調査を実施する。
- ② 油臭
 - ・ 埋土における油臭について、新市場の施設の安全管理を行う上で対策が必要となる範囲を検討するため、新市場の建屋計画範囲（廃棄物処理棟を除く）及び民間事業者の施設予定地を対象に、単位区画ごとに土壤調査を実施する。

(2) 調査内容

Step. 2-2 調査内容は、以下のとおり実施する。

- ① 調査対象項目は、ベンゼン及び油臭とする。
- ② 土壤対策範囲の絞込み調査のうち、ベンゼンに対する盛土の深度別土壤調査の調査対象深度は、表層、深度 0.5m、1.0m とする（ただし、埋土の存在部分、及び土壤ガス調査結果に基づくボーリング調査で基準適合であった区画を除く）。
- ③ 土壤対策範囲の絞込み調査のうち、ベンゼンに対する埋土の深度別土壤調査の調査対象深度は、各 30m 格子内の埋土対象深度別調査地点で確定した汚染深度+1m 及び地下水面付近とする（ただし、盛土が存在する部分は除く）。
- ④ 土壤汚染の深度範囲を把握するための調査のうち、Step. 1 調査で地下水面付近のみを対象に調査しベンゼンの土壤溶出量基準不適合が確認された地点については、調査対象深度を表層、深度 1.0m、以後 1m ごとに深度 10m までとする。また、深度 10m までの調査で汚染深度が確定していない地点については、

調査深度を深度 11m、以後 1m ごととし、現地分析（ヘッドスペース法による簡易溶出試験）により堀止めの判断を行った深度までとする。

- ⑤ 油臭に対する埋土の深度別土壌調査の調査対象深度は、表層、深度 1.0m、以後 1.0m ごととし、各 30m 格子内で判定値 1 以上の油臭が検出されている最大深度+2m までとする（ただし、盛土が存在する部分は除く）。
- ⑥ 地下水については、ベンゼンの土壌溶出量基準不適合が確認されている地点を対象に、ベンゼンの追加地下水調査を実施する。
 - ・ Step. 2-1 調査でベンゼンが土壌溶出量基準不適合であった地点について、地下水観測井を設置し、地下水の採取・分析を実施する。
 - ・ 既往調査で井戸深度 3~9m の地下水観測井戸が設置されている地点について、改めて帯水層全体にスクリーンを設けた地下水観測井戸を設置し、地下水の採取・分析を実施する。なお、L2-5 地点については、自然地層（粘性土）よりも上部のみにスクリーンを設けた地下水観測井戸を設置し、地下水汚染の有無を確認する。
 - ・ Step. 1 調査における地質・地下水調査で既に地下水観測井が設置済の地点については、それらの地下水観測井を用いて地下水の採取・分析を実施する。
 - ・ Step. 1 調査で地下水調査が実施済みである 1 地点については、Step. 1 調査の結果を活用する。
 - ・ Step. 1 調査においてベンゼンが土壌溶出量基準適合であるが地下水基準不適合であった地点について、Step. 1 調査で設置済みの地下水観測井を用いて、再度、地下水の採取・分析を実施する。
- ⑦ Step. 2-2 調査の実施中、継続して地下水位の連続観測及び一斉測定を実施する。
- ⑧ 後述の 6. に示すとおり、事前検討が必要な対策工法に関して、Step2-2 調査の中でトリータビリティ試験用の土壌試料の採取ならびにトリータビリティ試験を実施する。
 - ・ トリータビリティ試験では、土壌のベンゼンや鉱油類の状態が問題のない程度まで低減するかどうかを評価するとともに、フェントン法（化学処理）では過酸化水素の添加量を、バイオスティミュレーション（生物処理）では処理期間及び期間中の微生物量の変化を、石灰混合法（抽出処理）では生石灰の添加量を、それぞれ評価する。また、これらの処理の過程で生じる土壌の性状や環境の変化に伴い重金属の溶出量が変化するかどうかを評価するため、鉛、砒素、ふっ素の土壌溶出量も測定する。

6. 実施すべき土壌汚染対策等の内容について

Step. 2-1 調査までの調査結果より、以下の内容で土壌汚染対策を実施すべきであると考えられる。

- ① ベンゼンについては、盛土、埋土（元々干拓地であった場所の深度 10m の自然地層に存在するベンゼンを除く）とともに土壌汚染の除去等を行う必要がある。

り、残存する地下水汚染に対しても中長期的な浄化を目指すべきである。さらに、地下水からベンゼンが揮発したとしてもベンゼンを含むガスが地中に蓄積し、地下構造物内に侵入することがないようにすることが望ましい。

- ② 油臭については、埋土の油臭を対象とした土壌対策範囲の確認調査及び追加地下水調査の結果を踏まえ、油臭に対する対策を検討する。
- ③ ベンゼンや油臭に対する浄化対策の設計等を円滑に進めるため、事前検討が必要な工法（フェントン法、バイオスティミュレーション、石灰混合法）については、Step2-2 調査の中でトリータビリティ試験も実施することとする。

以上