

平成 20 年 5 月 31 日

第 7 回 豊洲新市場予定地における土壤汚染対策等に関する専門家会議
議事概要

座長 平田 健正

日 時 : 平成 20 年 5 月 31 日 (土) 14 時 00 分 ~ 時 分
場 所 : 都庁第二本庁舎ホール
参加者 : 委 員 平田健正 (座長)、森澤眞輔、駒井 武、内山巖雄
事 務 局 中央卸売市場
関係局等 知事本局、都市整備局、環境局、福祉保健局、港湾局
国際環境ソリューションズ(株)

本会議における議事概要は以下のとおりである。

1. 土壤からの汚染空気の曝露による影響の評価

(1) リスク評価モデルを用いた曝露量計算による評価

ベンゼン、シアン化合物、水銀、ベンゾ(a)ピレン、芳香族炭化水素画分について、地下水汚染ブルームが全て対象物質の最高濃度となっている状態であり(シアン化合物については全量がシアン化水素ガスの原因となるシアン化水素の形態で存在しているという考えられうる危険な状態を想定)、その汚染地下水から上方に拡散した対象物質が全て地表面から地上空気中に拡散し、建築基準法で定められている住宅の居室としての最低限の空気交換条件の下でしか希釈されないという非常に安全側の(考えられうる危険な状態を想定した)条件を想定して、リスク評価モデルを用いた地上空気経由の曝露量計算を行った。

実測された対象物質の地下水中最高濃度をもとに曝露量計算を行った場合、ベンゼンについて、地下水中最高濃度 100mg/L から算定される地上空気中濃度(0.041~0.28mg/m³、平均的な土壤特性下で 0.12mg/m³)が大気環境基準(年平均値で 0.003mg/m³)を上回り、人の健康リスク(発がんリスク)も目標リスク(1×10⁻⁵)を上回った。

また、シアン化合物について、地下水中のシアン化合物が全てシアン化水素として存在し、シアン化水素ガスが揮発する状態を想定して地下水中最高濃度 13mg/L をもとに曝露量計算を行った場合、算定された地上空気中濃度(0.0044~0.024mg/m³、平均的な土壤特性下で 0.010mg/m³)による人の健康リスク(ハザード比)が目標ハザード比(1)を上回った。

ベンゼンについては、地下水中ベンゼン濃度を 0.45~3.1mg/L(平均的な土壤特性下で 1.1mg/L)以下にすることにより、地上空気中のベンゼン濃度が 0.0013mg/m³以下となり、

大気環境基準を上回ることがなく、人の健康リスク上も問題のないレベルで地上空気環境の維持が可能であるという結果も得られた。

シアン化合物については、地下水中シアン化合物濃度を 2.7~15mg/L (平均的な土壌特性下で 6.2mg/L)以下にすることにより、地上空气中シアン化合物濃度が 0.005mg/m³以下となり、人の健康リスク上問題のないレベルで地上空気環境の維持が可能であるという結果も得られた。

(2) シアン化合物の揮発に係る室内試験による評価

地下水中のシアン化合物がシアン化水素ガスとして揮発する可能性を評価するため、代表的な地点 7 地点について、地下水中のシアン化合物および遊離型シアンの濃度を測定するとともに、4 種類の pH 条件 (採水時の状況、pH 4、pH 6、pH 8) における地下水からシアン化水素ガスの揮発状況を室内試験により把握した。

室内試験の結果、採水時の状況および pH8 においてはいずれの地下水試料からもシアン化水素ガスの揮発は確認されなかったことから、現在の地下水の状況が維持されるのであれば地下水中のシアン化合物からシアン化水素ガスが揮発する可能性はないと考えられる。

また、pH が低下した酸性側の条件となった場合に 1 地点で最高 0.2ppm のシアン化水素ガスの揮発が確認されたが、この試験結果から算定されるシアン化合物のヘンリー定数はリスク評価モデルによる曝露量評価に用いたシアン化合物のヘンリー定数の値の 1/90 と小さな値であった。

したがって、土壌からのシアン化合物による汚染空気の曝露による影響の揮発についてリスク評価モデルで評価した結果は、シアン化水素ガスが発生しやすい酸性条件に地下水がなった場合を考慮しても十分な安全率が確保された評価になっていると判断される。

2. 土壌汚染等の対策について

(1) 対策に必要な要件

市場予定地で行われる土壌汚染等の対策は以下の要件を満たしている必要があると考えられる。

生涯曝露による人の健康被害を防止する観点から、汚染土壌を直接曝露、汚染地下水等を曝露、または汚染空気を曝露することによる人の健康被害が生じるおそれが継続して防止されること。

食の安全・安心という観点を考慮し、揮発ガス成分 (ベンゼン、シアン化合物) が隙間や亀裂から建物内に侵入することによる生鮮食料品への影響を防止する観点から、さらに上乗せ的な安全策が行われること。

(2) 対策のための要件を満たすために必要な調査 (絞込調査)

上記の要件を満たすため、詳細調査において表層土壌で東京ガス(株)豊洲工場の操業由来

により処理基準（土壌溶出量及び土壌含有量）を超過する濃度の汚染物質が確認された地点、および地下水で排水基準（地下水環境基準の10倍）を超過する濃度の汚染物質が確認された地点、合計441地点について、対策を行うために必要な情報として、処理基準を超過する土壌汚染の深度範囲を絞り込むことを目的として実施する。

ヒ素、鉛について、詳細調査の超過結果が自然由来によるものと判断される場合は絞込調査の対象としない。

(3) 実施すべき土壌汚染対策等の基本方針

上記(1)の基本方針の下、実施すべき土壌汚染対策として、地下水管理が行われることを前提に、表1に示す内容を提案する。この対策内容は、表2に示す地下水管理が行われることを前提に検討した。

提案する対策を行った場合の土壌処理を行う範囲の概念図は図1に示すとおりである。

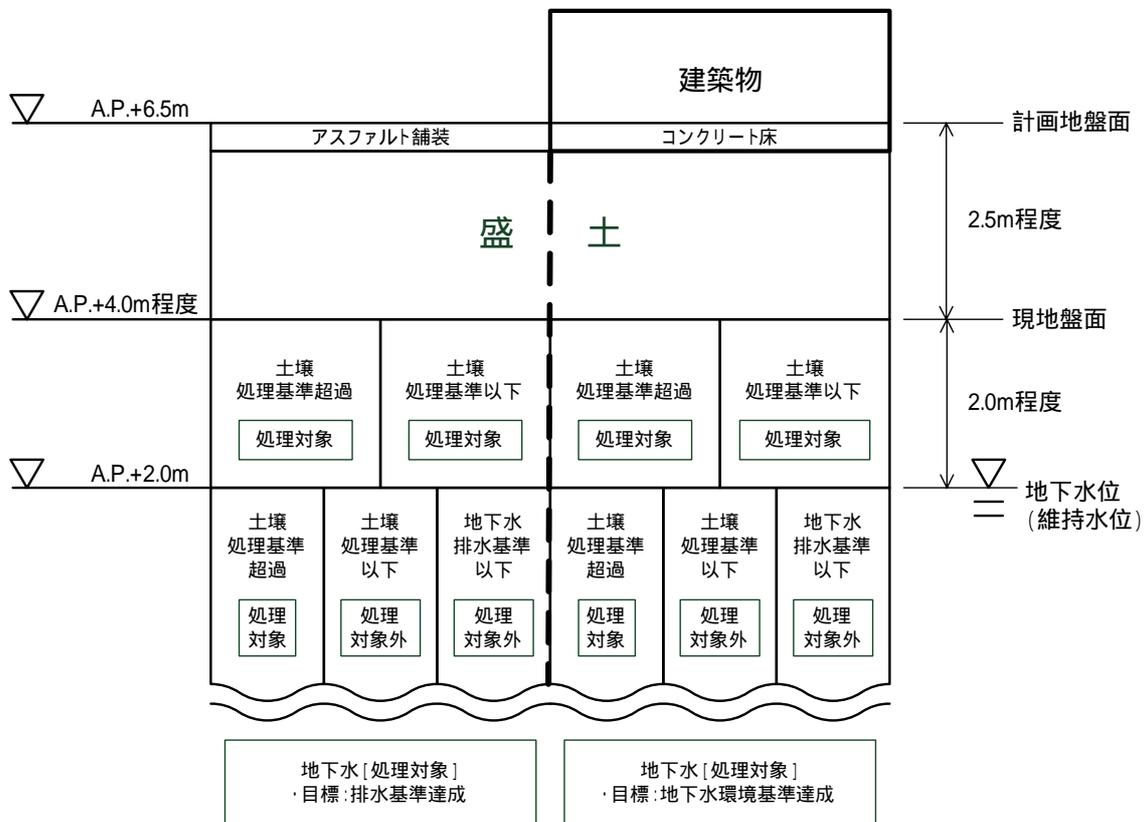
表1 土壌汚染対策の内容

			面積	
全体				各街区の周縁部を止水矢板でそれぞれ囲むことにより、市場予定地と外部との間での汚染物質の移動を防止。 各街区とも、建物の周囲を止水矢板等で囲むことにより、建物建設地とそれ以外の部分の間での汚染物質の移動を防止。
建物建設地	土壌	A.P.+2.0mより上部		旧地盤面（A.P.+4.0m）から2m（A.P.+2.0m）までの土壌を掘削し、入れ換え。 さらに上部に2.5mの盛土。
		A.P.+2.0mより下部		操業由来により処理基準を超過した土壌を処理基準以下に処理。
	地下水			地下水中のベンゼン、シアン化合物の濃度が地下水環境基準に適合することを目指した地下水浄化を行う。 地下水管理を行い、地下水位の上昇を防止。
建物建設地以外	土壌	A.P.+2.0mより上部		残地構造物撤去、地盤改良を実施することから、旧地盤面（A.P.+4.0m）から2m（A.P.+2.0m）までの土壌を掘削し、入れ換え。 さらに上部に2.5mの盛土。
		A.P.+2.0mより下部		操業由来により処理基準を超過した土壌を処理基準以下に処理。
	地下水			地下水管理を行い、地下水位の上昇を防止する。 揚水した際に処理を行うことなく下水に放流できる濃度レベル（排水基準に適合する濃度）で地下水管理を実施し、将来的にベンゼン、シアン化合物の濃度が地下水環境基準に達成することを目指す。 液状化対策として地盤改良工事を行う際に、合わせて地下水中のベンゼン、シアン化合物の濃度の低下を図る。

新市場予定地は、その大部分が建物建設および道路・駐車場用地であり、厚さ25～40cmのコンクリート床または厚さ30～40cmのアスファルトで覆われる計画である。

表2 地下水管理の方法と内容

番号	管理方法	内容
	遮水壁の設置	遮水壁を各街区外周および各街区内の建物建設部の周囲に不透水層の深さまで設置し、地下水の可動範囲を限定する。
	砕石層の設置	地下水面より上に砕石層を設置し、毛細管現象による地下水の上昇を防止する。
	舗装等による被覆	コンクリート床もしくはアスファルト舗装で被覆し、雨水の浸透に伴う地下水位の上昇を防止する。
	観測井の設置	観測井の設置により地下水位・水質を継続的に監視し、雨水の浸透に伴う地下水位の上昇が確認された場合、地下水を揚水し、処理施設での処理後、公共下水道に放流する。



A.P.+2m 以深について、自然由来の処理基準超過土壌は対策の対象外とする。

図1 土壌処理を行う対策範囲

(4) 対策実施後の土壌の状況

上記(3)の対策を行った場合、詳細調査および引き続き行われる絞込調査で把握された汚染土壌、すなわち汚染物質の濃度が表層土壌で処理基準を超過または地下水で排水基準(地下水環境基準の10倍)を超過した区画の汚染土壌は全て処理基準以下に処理される。

ここで、排水基準を超過する濃度の地下水汚染が存在しない区画の A.P.+2m 以深に汚染土壌が残存する可能性は小さく、残存したとしても地下水管理の過程で最終的には濃度が低下していく可能性があると思われる。

(5) 対策実施後の状況の評価

1) 汚染土壌の直接曝露による影響の評価

市場用地の全ての場所で旧地盤面 (A.P.+4m) から A.P.+2m の範囲の土壌が全て掘削・入れ換えされ、さらにその上に 2.5m の盛土がなされることから、汚染土壌の直接曝露による人の健康リスクおよび生鮮食料品への影響は生じない。

さらに、A.P.+2m 以深についても、詳細調査および引き続き行われる絞込調査で操業由来により処理基準を超過していることが確認された汚染土壌は処理基準に適合する状態まで処理されるため、これらの場所では土壌汚染が存在しなくなる。

2) 汚染地下水等への曝露による影響についての評価

市場用地内において地下水の飲用利用は予定されておらず、地下水の飲用によるリスクはないと考えられる。

地下水管理として、各街区外周への遮水壁の設置、砕石層の設置、観測井の設置を行い、地下水面の上昇および地下水の毛管上昇を防止することが計画されており、汚染地下水が地上に露出することにより人の健康リスクおよび生鮮食料品への影響が生じる可能性はないと考えられる。

3) 汚染空気の曝露による影響についての評価

市場用地の全ての場所で旧地盤面 (A.P.+4m) から A.P.+2m の範囲の土壌が全て掘削・入れ換えされ、さらにその上に 2.5m の盛土がなされることから、地下水管理が行われた際に不飽和帯となる A.P.+2m より上部に汚染土壌が残存する可能性はない。地下水管理が行われた際に地下水面下となる A.P.+2m 以深については、地下水から揮発したベンゼン、シアン化合物等がガスとして隙間や亀裂から建物内に侵入していくことが懸念されている。

この懸念に対して、追加調査および詳細調査で把握された地下水中のベンゼンの濃度をもとに、リスク評価のための計算方法を用いてこれより高くなることはないと考えられる安全側に見た地上空気の濃度および人の空気吸入によるベンゼン曝露量 (吸入量) を試算した結果、地下水中のベンゼン濃度を 0.45 ~ 3.1mg/L (平均的な土壌特性下で 1.1mg/L) 以下にすることにより、ベンゼンの大気汚染に係る環境基準 (年平均値で 0.003mg/m³ 以下) を上回ることがなく、人の健康リスク上も問題のないレベルで地上空気環境の維持が可能であるという結果が得られた。

同様に、追加調査および詳細調査で把握された地下水中のシアン化合物の濃度をもとに、地下水中に存在するシアン化合物のすべてがシアン化水素である状態を仮定し、リスク評価のための計算方法を用いてこれより高くなることはないと考えられ

る安全側に見た地上空気の濃度および人の空気吸入によるシアン化合物（シアン化水素）曝露量（吸入量）を試算した結果、地下水中のシアン化合物濃度を 2.7～15mg/L（平均的な土壌特性下で 6.2mg/L）以下にすることにより、人の健康リスク上も問題のないレベルで地上空気環境の維持が可能であるという結果が得られた。

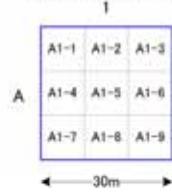
地下水から揮発したベンゼンおよびシアン化合物がガスとして隙間や亀裂から建物内に侵入していくことによる生鮮食料品への影響について、生鮮食料品に付着した水分中の濃度と空気中の濃度が平衡になった状態を想定し、上記で求められる安全側に見た地上空気のベンゼン濃度（0.0013mg/L）およびシアン化合物濃度（0.005mg/L）の下で生鮮食料品に付着した水分中のベンゼン濃度およびシアン化合物濃度を求めてみた結果、付着水分中のベンゼン濃度は飲料水の水質基準（0.01mg/L 以下）の 1/1000 未満、シアン化合物濃度は飲料水の水質基準（検出されないこと）における定量下限値（0.1mg/L）の 1/100 未満と非常にわずかであり、食の安全・安心の観点から見ても悪影響が及ぼされる可能性は小さいと考えられる。

代表的な 7 地点の地下水試料を用いてシアン化合物の地下水からの揮発について室内試験を行った結果、酸性条件の下での室内試験結果から求められたヘンリー定数の値がリスク評価のための計算方法による曝露量評価に用いたヘンリー定数の値の 1/90 と小さかったことから、上記～ の評価結果はシアン化水素ガスが発生しやすい酸性条件に地下水がなった場合を考慮しても十分な安全率を確保した評価になっていると判断される。

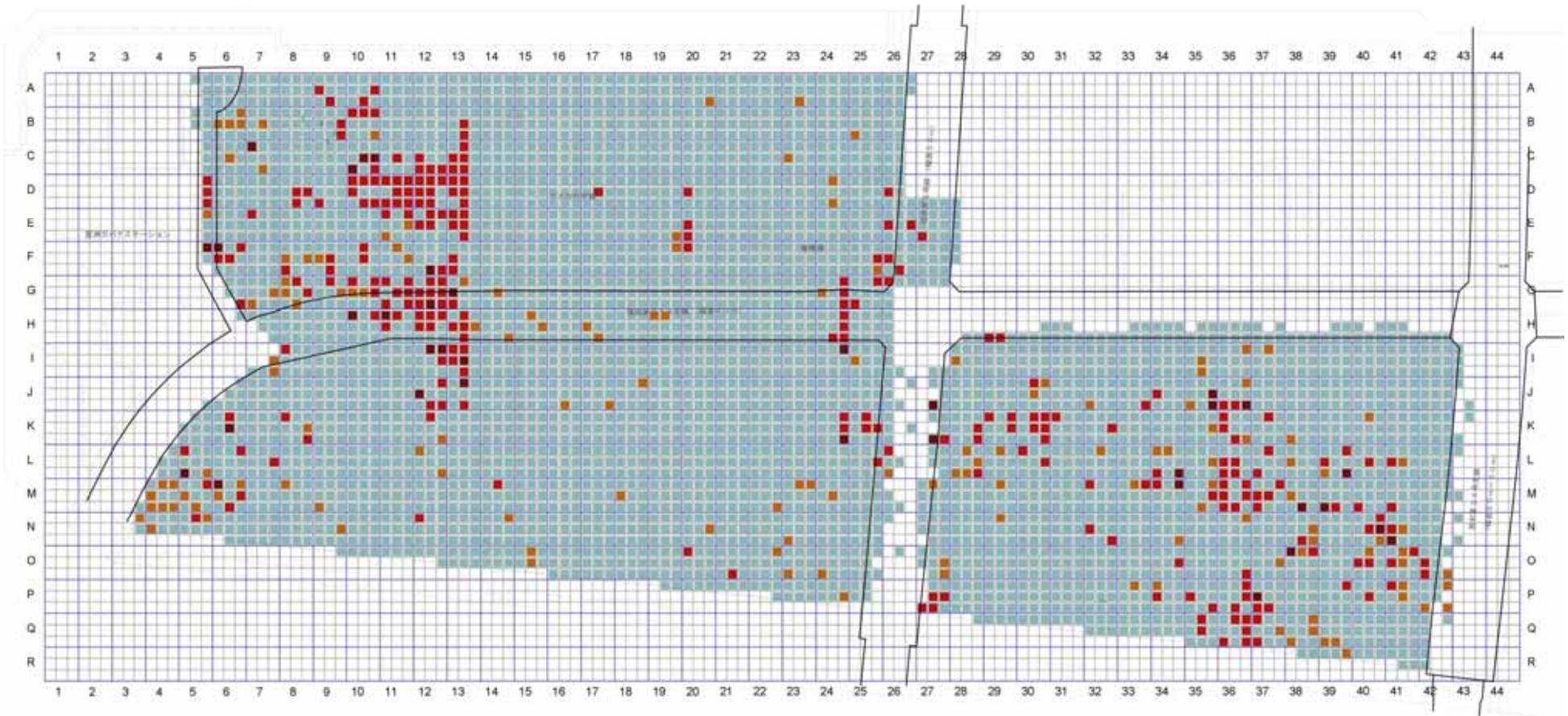
建物建設地では地下水中のベンゼン環境基準（0.01mg/L 以下）、シアン化合物環境基準（検出されないこと。0.1mg/L 以下）に適合することを目指した地下水浄化が行われ、建物建設地以外では揚水した際に処理を行うことなく下水に放流できるレベル（排水基準に適合する濃度。地下水環境基準の 10 倍以下）で地下水管理が実施されるため、地下水中のベンゼンおよびシアン化合物の濃度が排水基準以下の濃度で維持され、上記の濃度を上回ることがなく、人の健康リスク上問題のない状態で地上空気環境が維持される

[参考資料]

地点名のつけ方(例)



- 土 壤: 処理基準超過
かつ
地下水: 環境基準10倍値超過
- 地下水: 環境基準10倍値超過
- 土 壤: 処理基準超過
- 環境基準(処理基準)適合



参考図1 調査地点位置図(絞込調査)