

札幌市における自然由来ヒ素の判定方法について
(答申)

平成21年3月
自然由来重金属検討委員会

自然由来重金属検討委員会委員名簿

	氏 名	職 名
委員長	五十嵐 敏文	北海道大学大学院工学研究科教授
委 員	伊東 佳彦	独立行政法人土木研究所寒地土木研究所上席研究員
委 員	遠藤 祐司	北海道立地質研究所環境工学科長

検討経過

	日 時	場 所
第1回	平成20年12月9日(火) 10時～12時	札幌市役所本庁舎 13階 南西会議室
第2回	平成21年1月28日(水) 15時30分～17時30分	
第3回	平成21年3月11日(水) 10時～11時30分	

はじめに

札幌市では、自然由来のヒ素が広範囲に分布していることがこれまで数多く報告されている。これら自然由来ヒ素について、その取り扱いを定めることは重要な課題である。

当委員会での3回の審議を踏まえ、札幌市が解決すべき自然由来ヒ素の判定方法について、どのような方向性で取り組むべきかを取りまとめたことから、以下のとおり意見を述べるものとする。

1 札幌市における自然由来ヒ素の分布^{※1}

(1) 地形、地質

札幌市の地形は、以下の4つに大別される。

- ① 山地地形：市域の南西部に広がる。主に第三系からなり、構造運動や地形の開折により明確な火山地形は失われている。地質は火山岩類、火山砕屑岩及び海成堆積岩を主体としている。
- ② 丘陵・段丘地形：月寒台地、野幌丘陵が代表的なものであり、標高30～120m、250m程度、350m程度の3つの平坦面が顕著となっている。その中でも、30～120mの面が発達しており、地質は半固結堆積物（野幌層群など）及び火砕流堆積物（支笏火山噴出物）が主体となっている。
- ③ 扇状地：豊平川によって作られた豊平川扇状地と、手稲山東麓から三角山西麓にわたる発寒川により形成された発寒扇状地が主なものである。地質は砂、礫が主体となっている。
- ④ 低地帯：市域北部の大部分を占め、30m以下の標高を示す波状起伏が認められる。特徴的なものは紅葉山砂丘列とその前後の低地である。前面（北西側）の低地は、背後（南東側）の低地に比べて標高が高く、砂層を主体とする浜堤平野である。一方、背後の低地は、石狩湿原の堆積物である泥炭とその湿原に流れていた河川堆積物（礫、砂及び泥）から構成

される。また、これらの下位には、約6000年前の温暖な時期に堆積した海成泥層が分布している。

(2) ヒ素供給源

ア 鉍化変質帯

札幌市の定山溪付近の山地及び手稲山付近には熱水変質による鉍化変質帯が分布している。これら鉍化変質帯においては、ヒ素鉍物である雄黄、鶏冠石、硫砒銅鉍の存在が知られているほか、ヒ素を伴う可能性の高い黄鉄鉍が多量に存在している。

イ 温泉

定山溪温泉地区では、高濃度のヒ素を含む温泉水が自噴しており、豊平川への流入が見られる。

(3) ヒ素の集積

約6,000年前の縄文海進時では、海面上昇に伴い、紅葉山砂丘を越えて現札幌市域まで水域が拡大され、海水と淡水が混ざる汽水域（古石狩湖）が形成されていた。^{※2}

その際、豊平川の河川堆積物が古石狩湖に堆積していく過程で、河川上流部の鉍化変質帯や温泉から供給されたヒ素が水酸化鉄や粘土鉍物等の微細粒子に選択的に吸着されたのちに沈殿し底質に固定・集積したことが考えられる。^{※3}

また、ヒ素は腐植土・泥炭などの有機物層に濃縮されることも一般的に知られており、市域北部に発達した泥炭層においてもヒ素の集積が起きていたことも推測できる。

《表－1 ヒ素全含有量の概要》

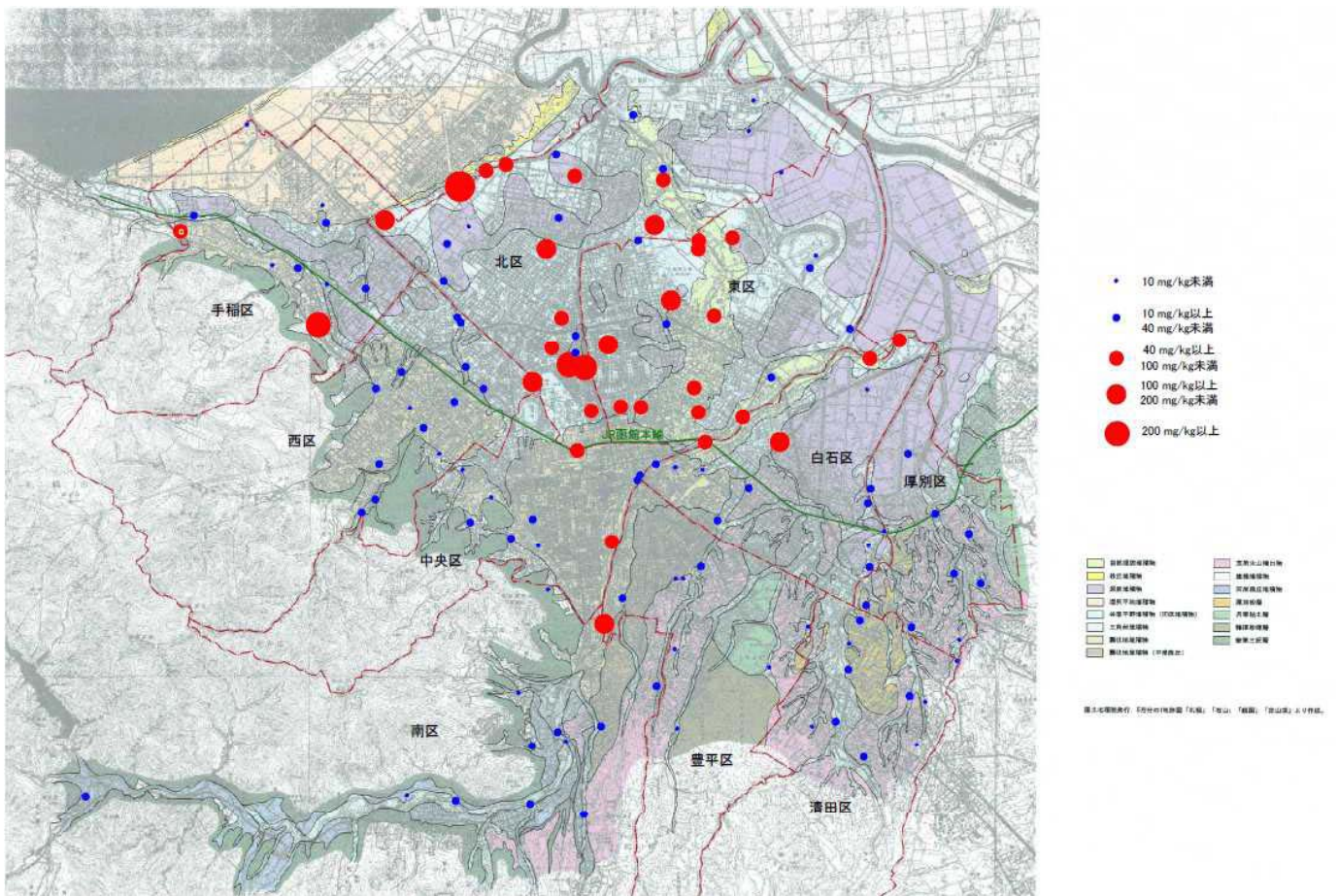
単位：mg/kg

	調査数	算術平均	幾何平均	最大	最小	中央値
全データ	224	32.6	18.4	489	2.1	16
泥炭	17	107.8	38.2	489	2.7	41
J R函館本線以北 + 手稲区 (泥炭を除く)	116	33.9	23.1	190	4.5	21
手稲区を除く J R函館本線以南 (泥炭を除く)	91	16.9	12.1	126	2.1	11

全含有量：昭和63年9月8日付 環水管第127号 底質調査方法

データ：地下水ヒ素汚染実態解明調査業務報告書 平成16～18年度 札幌市

自然由来重金属調査業務 平成20年度 札幌市



《図－1 ヒ素全含有量分布》

2 自然由来の判定方法の課題

土壤汚染対策法（以下、土対法と言う。）における判定方法は、「土壤汚染対策法の施行について（平成15年2月環水土第20号）」における、別紙1「土壤中の特定有害物質が自然的要因によるものかどうかの判定法」に基づく。

札幌市においても、土壤が土対法の公定法（土壤溶出量（平成15年3月6日付環境省告示第18号）、土壤含有量（平成15年3月6日付環境省告示第19号））の指定基準に適合しない場合、上記に基づき特定有害物質が自然由来となるかどうかについての判定を行っているが、この判定方法はあくまで全国主要10都市の市街地で採取したデータより導き出された値を基にしていることから、特にヒ素に関しては札幌市の地域特性が反映されたものとはなっていない。

場合によっては、本来自然由来であるべきものまでも人為由来として取り扱うことにより、いたずらに社会的コストの増大をまねくことにもなりかねない。

前述の土対法施行通知においても、自治体に対し、所管する区域における自然的原因により有害物質が含まれる土壤に関する情報の把握や整理に努めるべき旨が謳われている。

また、今後土対法の改正による調査契機の拡大が見込まれており、札幌市の実情にあった合理的な判定方法を確立する必要がある。

3 判定方法の検討

札幌市がこれまで調査を実施した人為的汚染の可能性の低い224件のデータを基に、市域内における「平面的な広がり」や「深度分布」、「地形・地質」、「流域」、「地史」、「地下水中の濃度」との関連など多面的な方向から検討を加えた。

(1) 地質や深度

地質的な傾向としては、泥炭において特異的に高濃度の地点が存在することが確認された。一方、粘性土、砂質土、礫質土、火山灰など様々な地質に

においても広くヒ素の分布が見られたが、泥炭に比較して、地質毎の明確な傾向の違いは見られなかった。また、土壌のサンプリング深度についても検討を行ったが、深度毎の明確な差は認められなかった。

以上のことから、泥炭を除外して考えるほかは、地質については細かく分類せず、また深度毎の分類も行わずに、一体として評価することができると思われる。

また、実務の面から見ても、調査する者の経験や判断によって地質判定にバラツキがあることを考慮すれば、細かく地質毎の評価基準を設定することはあまり意味を持たないものと推測される。

(2) 地域設定

市域における平面的なヒ素の全含有量の分布は、豊平川・伏籠川流域の三角州や自然堤防上（北区、東区）や星置川流域の扇状地（手稲区）などで高かったが、厚別区、豊平区、清田区、南区、西区などでは低いことが認められた。

上記の結果から、人為由来汚染を見落とす可能性を低くするためには、この分布特性を反映させる必要があり、市域を適切に分割してそれぞれに基準値を設定すべきである。

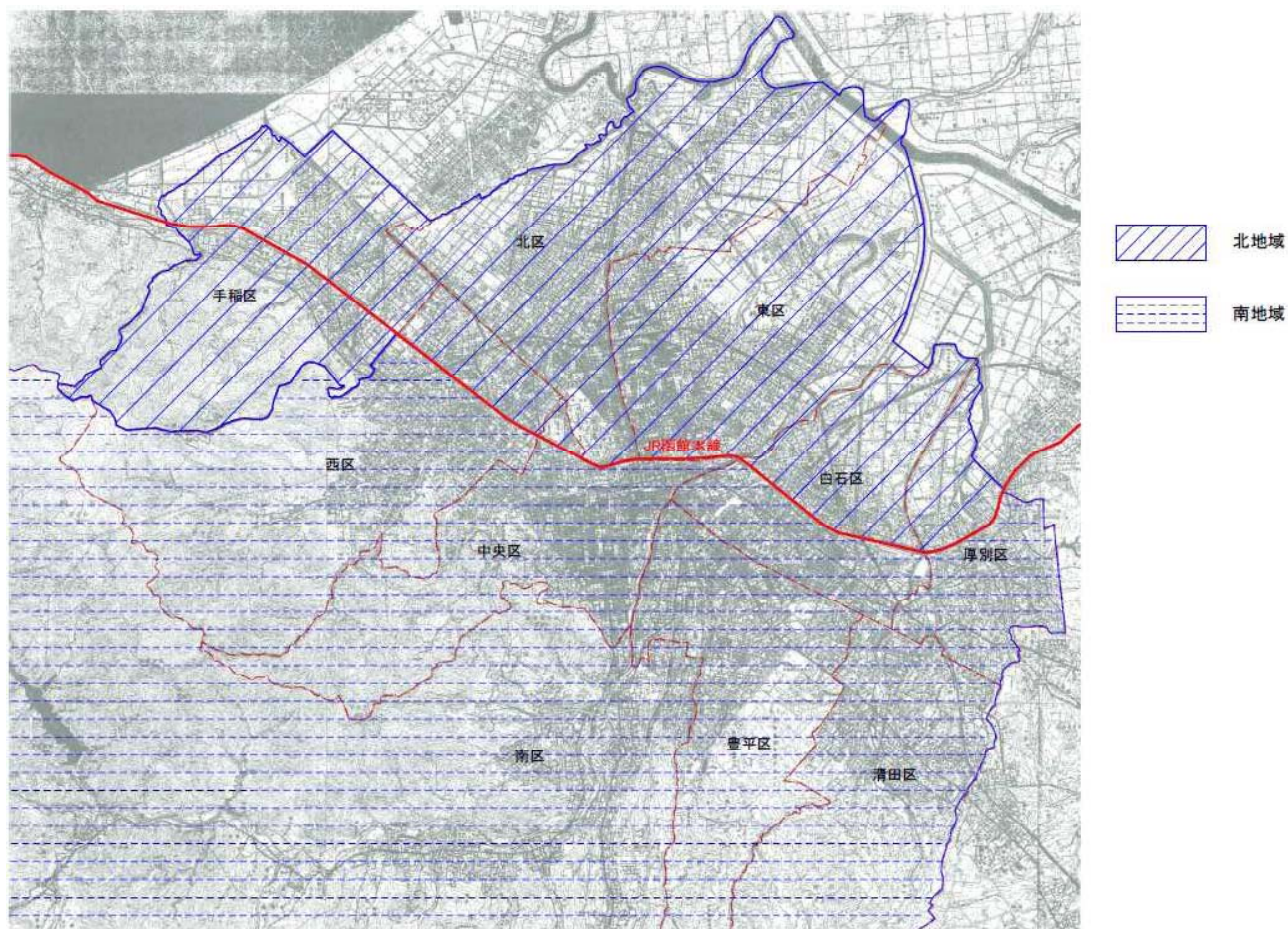
具体的な市域の分割としては、行政区や流域に基づく方法などがある。行政区毎の設定（10分割）は市民・事業者に分かりやすい反面、地質条件が考慮されず、また、行政区によっては現調査データ数だけでは統計処理に有意な結果が得られにくい。

一方、流域別の設定（4分割）は実際の地質との関連性が高く理にかなったものであるが、明確な境界の設定が難しい。

これらの点を考慮し、JR函館本線で南北に分け、かつ、鉍化変質帯の影響を受けていると思われる手稲区をバックグラウンド値が高い北側エリアに含めて市内を二分割する方法が妥当であると判断された。

J R 函館本線は、市内扇状地部分と氾濫源域との境目付近に敷設されていることが一般的に知られているほか、1-(3)で前述した縄文海進時におけるヒ素の集積が起きたエリア境界とも整合がとれている。

この方法により、地形・地質的な条件とも矛盾せず、区域設定の明確さや市民・事業者に対する分かりやすさなどのメリットがあるものと思われる。



《図－2 地域設定》

(3) 全含有量、土壌溶出量、土壌含有量の関係

土対法の公定法（土壌溶出量、土壌含有量）はある一定条件下での土壌からのヒ素の溶出量を見ているにすぎない。その点から判断しても、自然由来の判定には全含有量を用いることが適切である。

ただし、実際の土壌調査においては、土対法の公定法による分析が行われており、全含有量の分析は実施されていないことが多い。

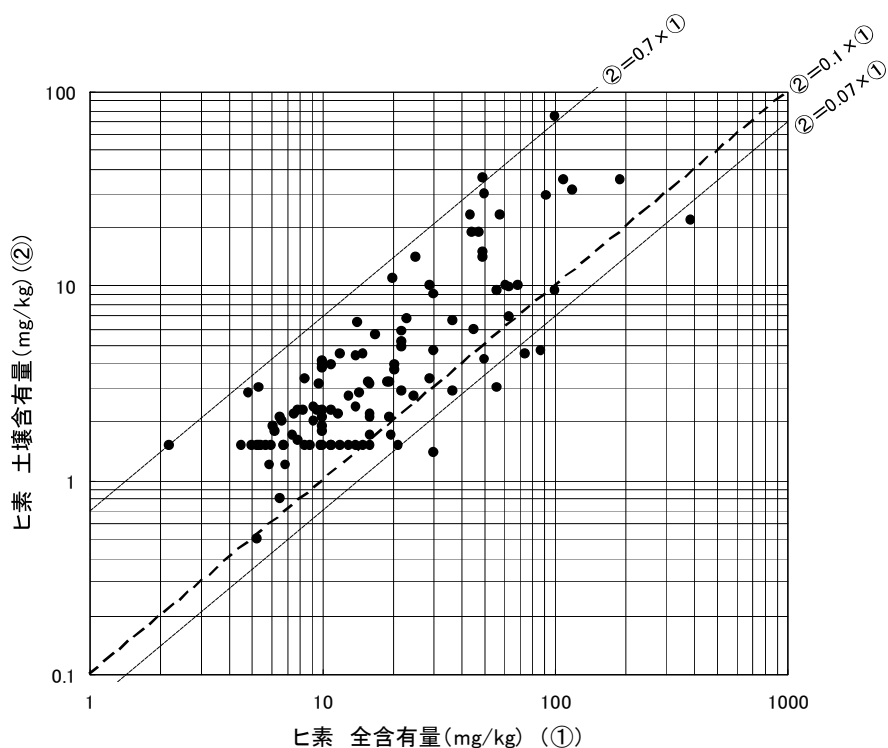
このことから、全含有量と公定法の関係についてみると、全含有量と土壌溶出量との間においては相関性が見られなかったものの、全含有量と土壌含有量との間においては有意な相関性が見られた。

全含有量と土壌含有量とは、

$$\text{全含有量} \times (0.07 \sim 0.7) = \text{土壌含有量}$$

の関係にある。

人為由来の汚染を見落とすことがないように、係数を厳し目に設定しておくという条件下であれば、全含有量の評価方法として土壌含有量を用いることは合理的であると思われる。



《図－3 全含有量と土壌含有量の関係》

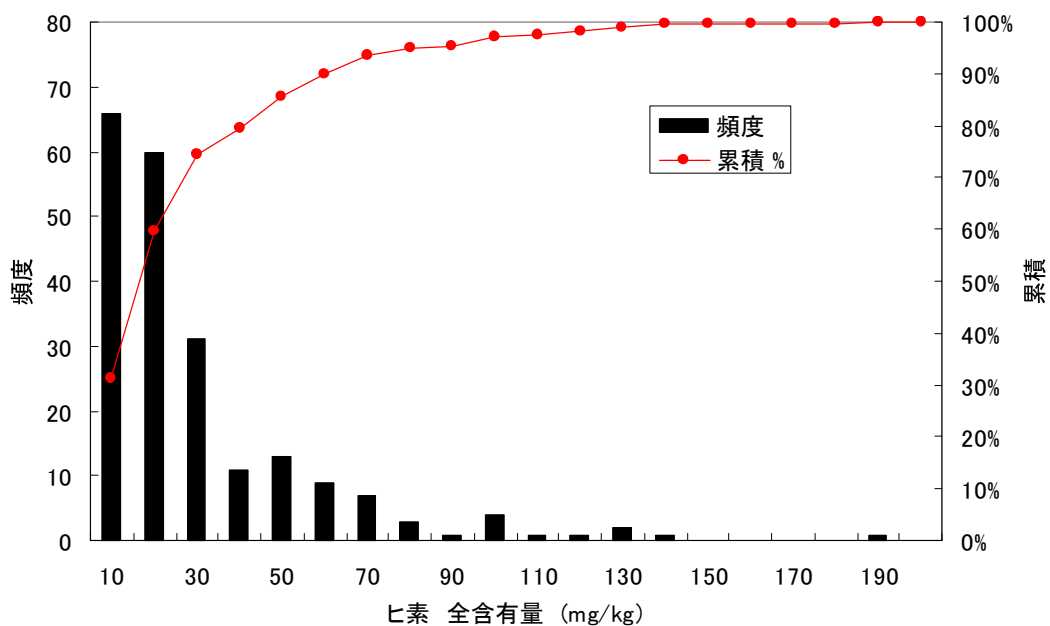
(4) 基準値の考え方

環境省が判定の根拠としている「平均+3σ」は統計学的には正規分布の99.73%から外れる上限側を除いた値である。

ヒ素のバックグラウンド値が高い札幌において、「平均+3σ」を基準値とすることは、人為由来汚染を自然由来と判定する危険性が高くなる。

このため、全含有量のデータのうち特異的に高くなる泥炭を除外したものを母集団とし、さらに「平均+3σ」より厳しく「平均+2σ」の数値を上限とした基準値を設定することが安全側となる。

《図-4 全含有量（泥炭を除く）のヒストグラム》



《表-2 ヒ素全含有量の対数統計処理》

単位：mg/kg

	平均 (幾何)	平均+σ	平均+2σ	平均+3σ
J R 函館本線以北 + 手稲区 (泥炭を除く)	23.1	56.4	138.1	337.9
手稲区を除く J R 函館本線以南 (泥炭を除く)	12.1	26.7	59.0	130.5

(5) 段階的な判定方法の導入

自然由来判定の精度を高めるため、土壌含有量、全含有量、詳細調査結果を踏まえた段階的な判定方法を導入することが適切である。

(6) 掘削ずりの考え方

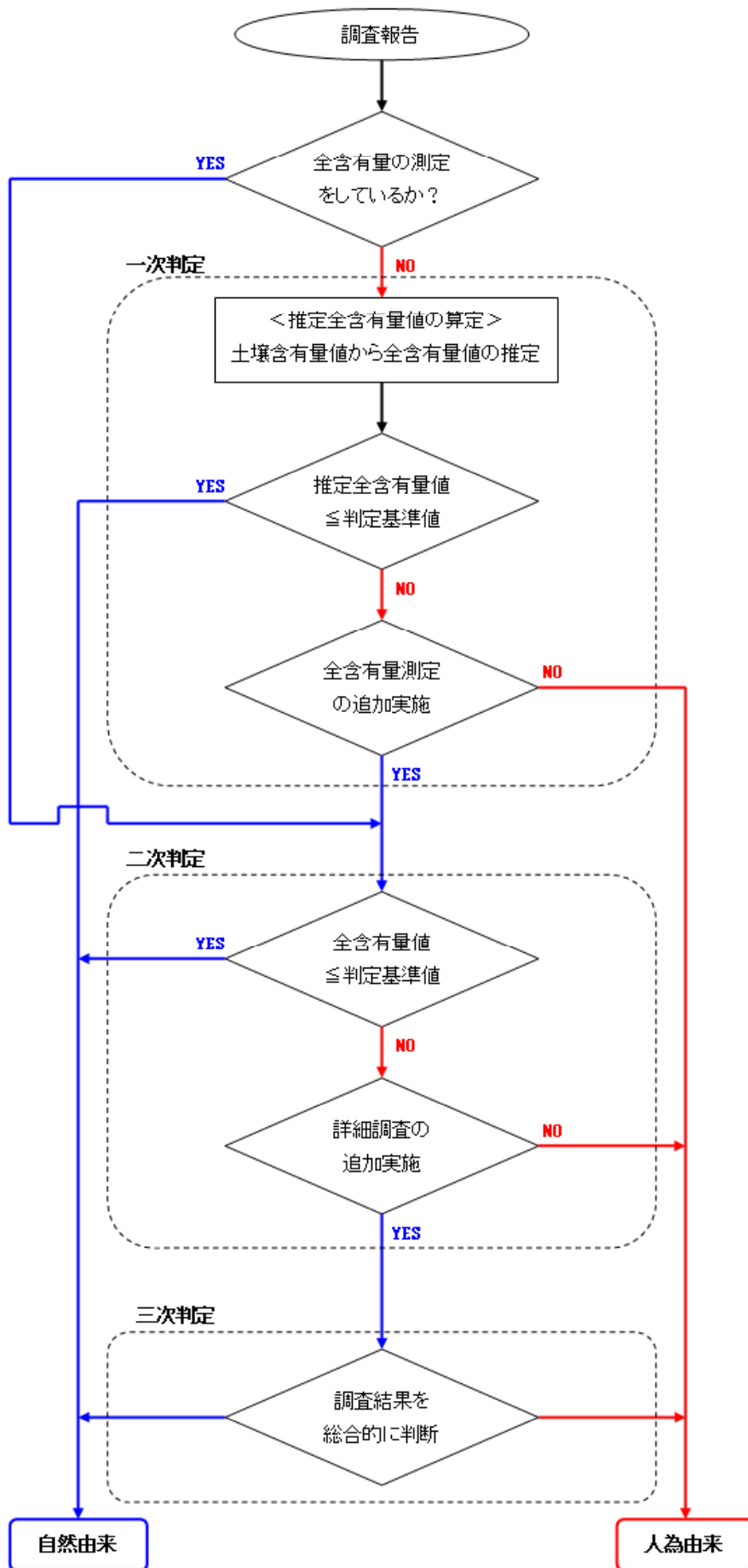
トンネル工事等によって発生する掘削ずりは、一般的に堅硬な岩盤を掘削したものであり、土対法で対象としている表層付近の土壌とは全く異質なものであることから、掘削ずりについては本判定方法の適用範囲外であることに留意する。

4 札幌市における自然由来の判定方法

上記3の検討を踏まえた上で、以下のとおり札幌市における自然由来の判定方法を設定する。

なお、当該判定にあたっては、ヒ素の分布特性に過去の使用履歴等との関連性を示す局在性が認められないことを前提にする。

- ① 北地域（JR函館本線北側＋手稲区）と南地域（手稲区を除くJR函館本線南側）の2地域に分けて、それぞれ3-(4)に基づく全含有量の判定基準値を設定する。
- ② 一次判定：「土壌含有量値」に係数「10」を掛けたものを「推定全含有量値」とする。「推定全含有量値」が上記①の判定基準値以下である場合においては、当該土壌を自然由来と判定する。
- ③ 二次判定：一次判定で自然由来と判定できなかった土壌については、当該土壌の「全含有量値」で判定する。「全含有量値」が上記①の判定基準値以下である場合においては、当該土壌を自然由来と判定する。
- ④ 三次判定：二次判定で自然由来と判定できなかった土壌については、調査対象地の平面分布、深度方向の分布、地質などを踏まえた総合的な判定を行う。



《図－5 判定フロー》

5 留意事項

札幌市は本答申に基づき、市民、事業者等に対する影響を十分考慮して、具体的な判定方法を定めるべきである。

また、三次判定（総合判定）について、データや事例の蓄積を進め、判定技術や精度の向上に努めるほか、今後の「土対法改正」や国土交通省の「建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会」の動向にも注視し、札幌市における、柔軟かつ適切な土壤汚染対策を講じるよう要望する。

参考文献：

- ※1) 地下水ヒ素汚染実態解明調査業務報告書 平成15年度 札幌市
- ※2) 嵯峨山積 地震防災に寄与する軟弱地盤の研究 ―札幌市周辺低地の取り組み― 北海道立地質研究所
平成20年度 北海道開発技術研究発表会 安-12
- ※3) 島田允堯、五十嵐敏文、丸茂克美、品川俊介 平成20年度 応用地質学会 シンポジウム予稿集