

第36回OYO展 セミナー

こんな所にも重金属が!?

— 意外と身近な

自然由来の重金属問題 —

講演者：応用地質(株)

東北支社ジオテクニカルセンター

門間聖子



応用地質株式会社

講演内容

1. 最近の自然由来重金属問題
2. 海成泥岩の溶出挙動と対策
3. 土壌汚染対策法改正が自然由来重金属問題に与える影響



1. 最近の自然由来重金属問題

山岳地から市街地へ、
鉍化変質帯から堆積岩へ



従来の自然由来重金属問題 — 鉱床地帯を通る山岳トンネル主体 —

- 国道289号 甲子トンネル
- 八甲田トンネル(東北新幹線)
- オロフレトンネル(北海道) など



最近の自然由来重金属問題 —市街地で、海成堆積物から—

- 仙台市地下鉄東西線工事
基準超のカドミウム

H19年8月24日

河北新報により報道



重金属は、意外と身近にある

**皆さまのお住まいの
近くにも重金属が……!?**

独立行政法人 産業技術総合研究所 ホームページ参照

<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/geochemmap/zenkoku/japanAs.htm>



関東圏では……？

縄文海進時（約6000年前）に海だった範囲

例えば、荒川、多摩川、利根川などの流域の低地

⇒海成堆積層が地表付近に分布し、自然由来の重金属含有の可能性があると考えられます。

⇒ 有楽町層（砒素、ふっ素）、
三浦層群（砒素）、
上総層群（砒素）、
東京湾埋立地の浚渫土（砒素） など。

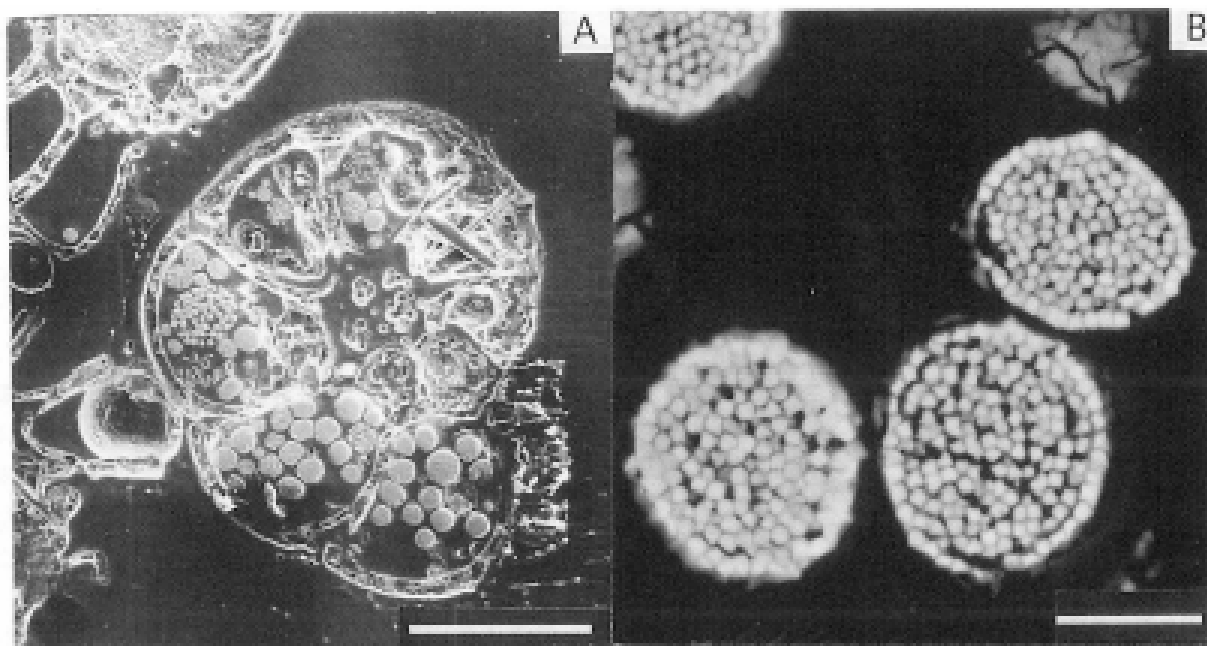


2. 海成泥岩の溶出挙動と対策

酸性での溶出、
アルカリ性での溶出



溶出特性その1 酸性領域での溶出



フランボイダル黄鉄鉱は比表面積が大きいいため、通常の黄鉄鉱よりも酸化・溶解しやすい。
⇒ 酸化すると、酸性水と重金属を溶出。

フランボイタル組織
(framboidal texture)
仏語のキイチゴ (framboise) にちなむ



0.1mm



0.01mm

有孔虫の内部に濃集する
フランボイダル黄鉄鉱

フランボイダル黄鉄鉱の
EPMA組成像

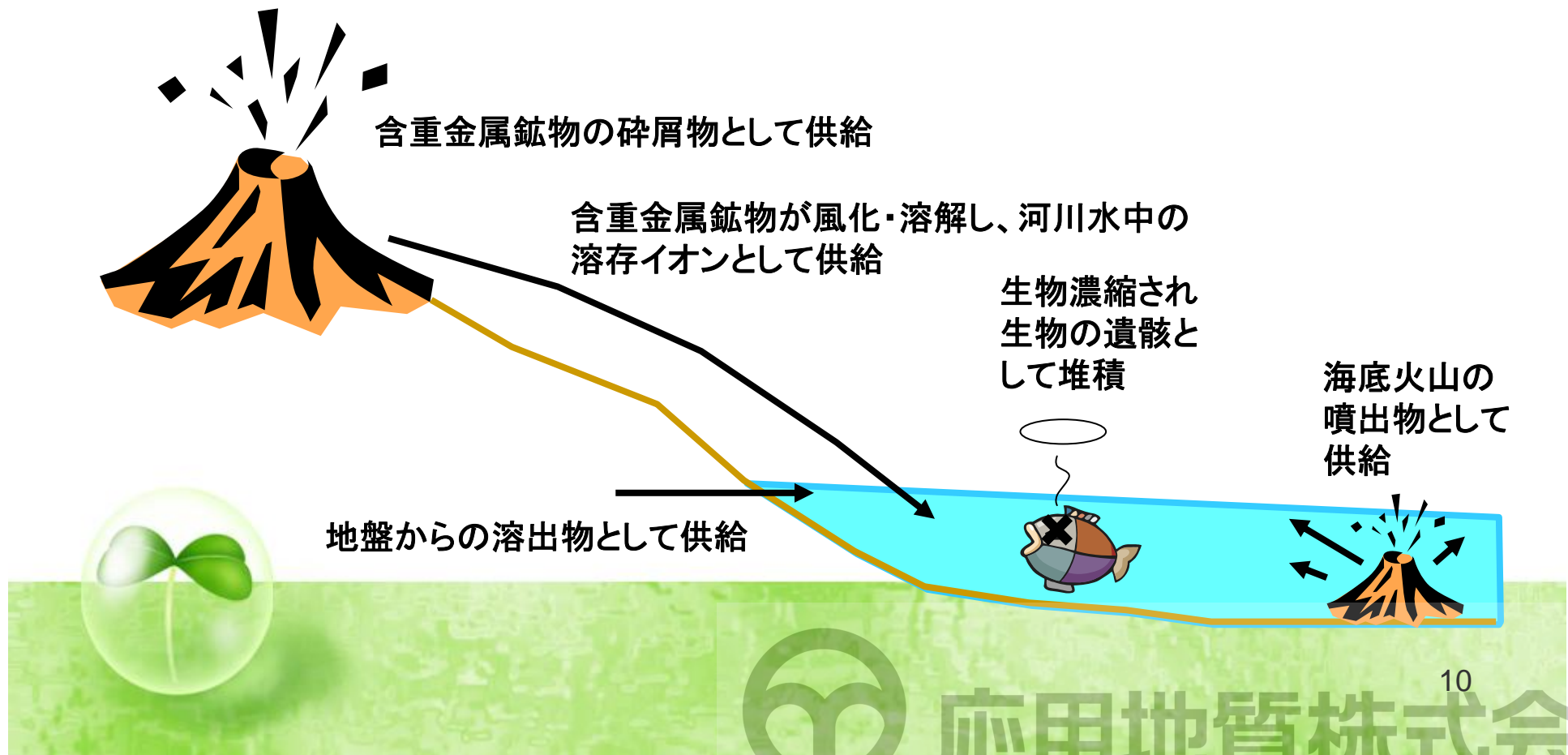


島田允堯(2003):ヒ素に汚染された地下水の起源と問題点,資源地質,Vol.53,No.2,p.164.

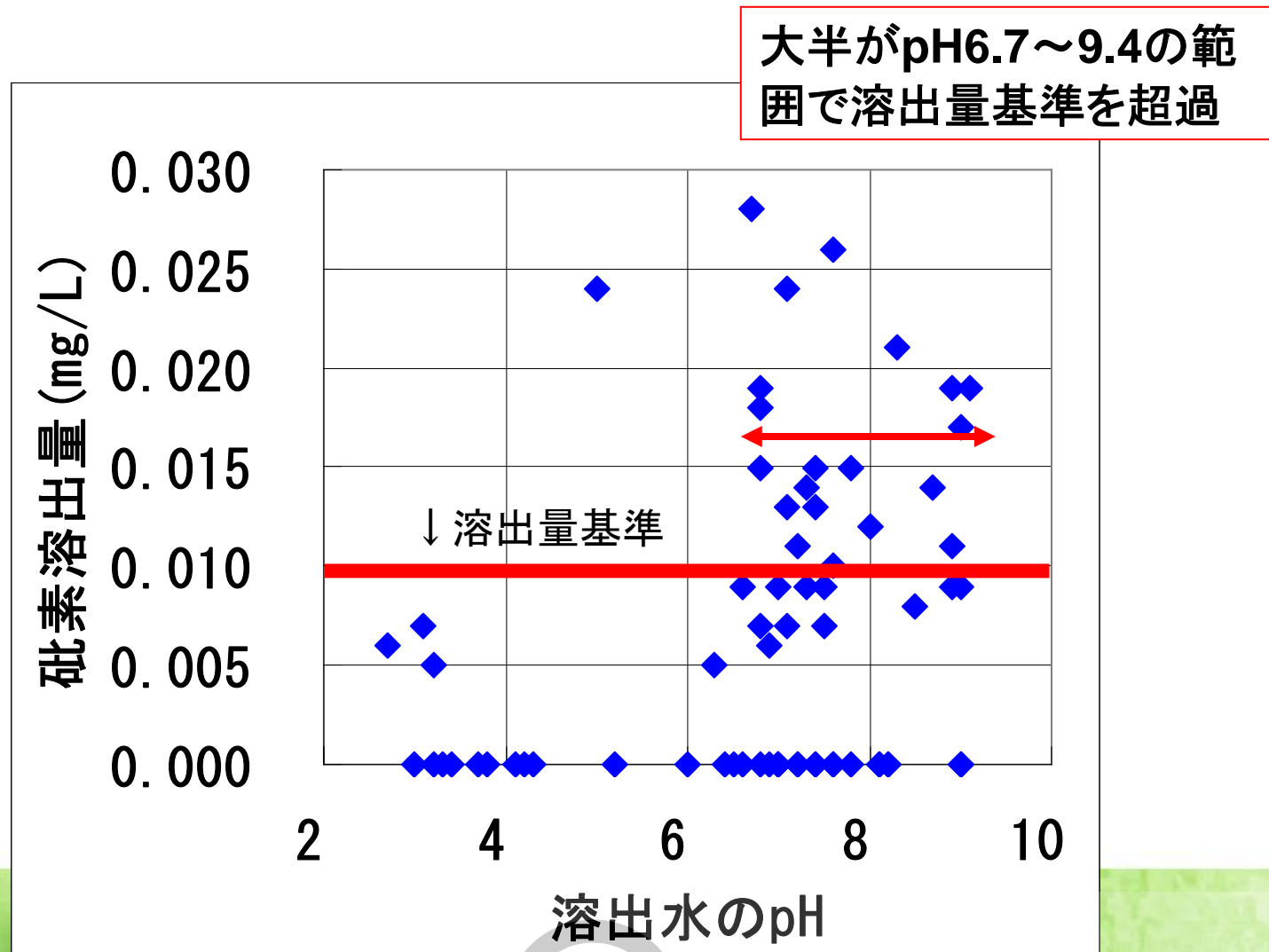


重金属はどこから来る？

- 「火山活動」＝「マグマからの物質供給」
- 「マグマから供給される物質」には、当然、重金属類も含まれる。



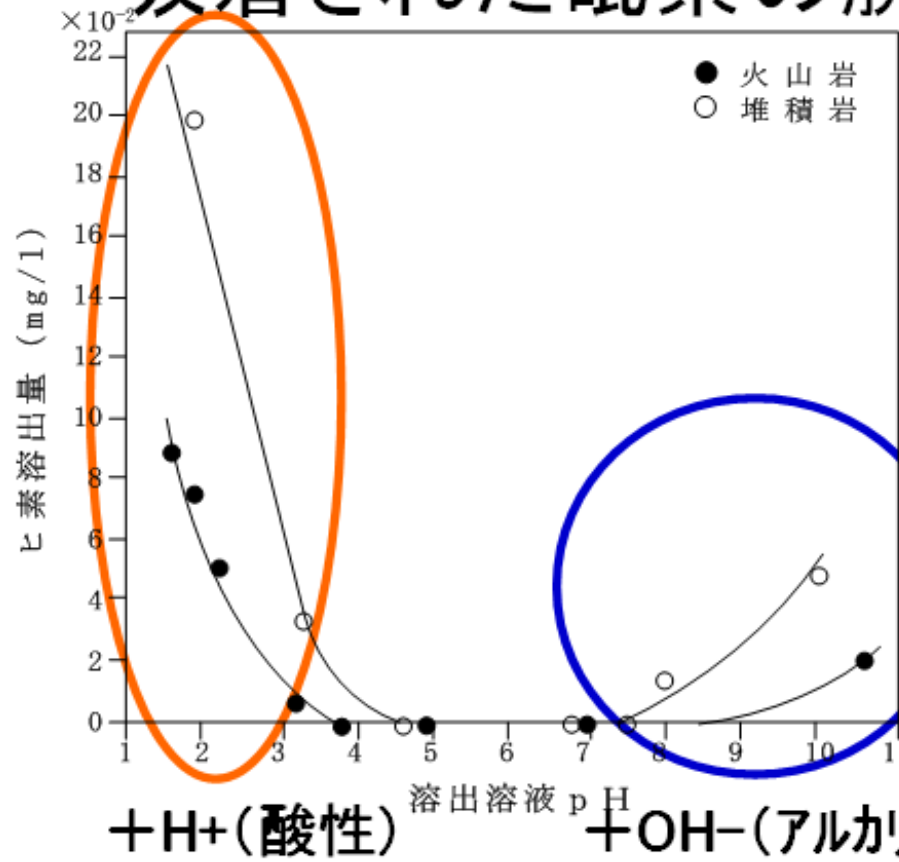
溶出特性その2 アルカリ性領域での溶出



なぜ、アルカリ性領域で溶出する？

—吸着された砒素の脱着—

さらに酸性が強くなると、鉄の酸化物・水酸化物自体が溶解してしまうので、砒素も離れて溶出してくる。



これは、鉄の酸化物・水酸化物の例。

粘土鉱物でも、似たような現象が見られる。

鈴木哲也, 竹花大介, 榊原正幸, 板谷利久(2004): 重金属を含有する掘削土砂の処理判定と対策, 土と基礎, 52-9, p. 14-15.

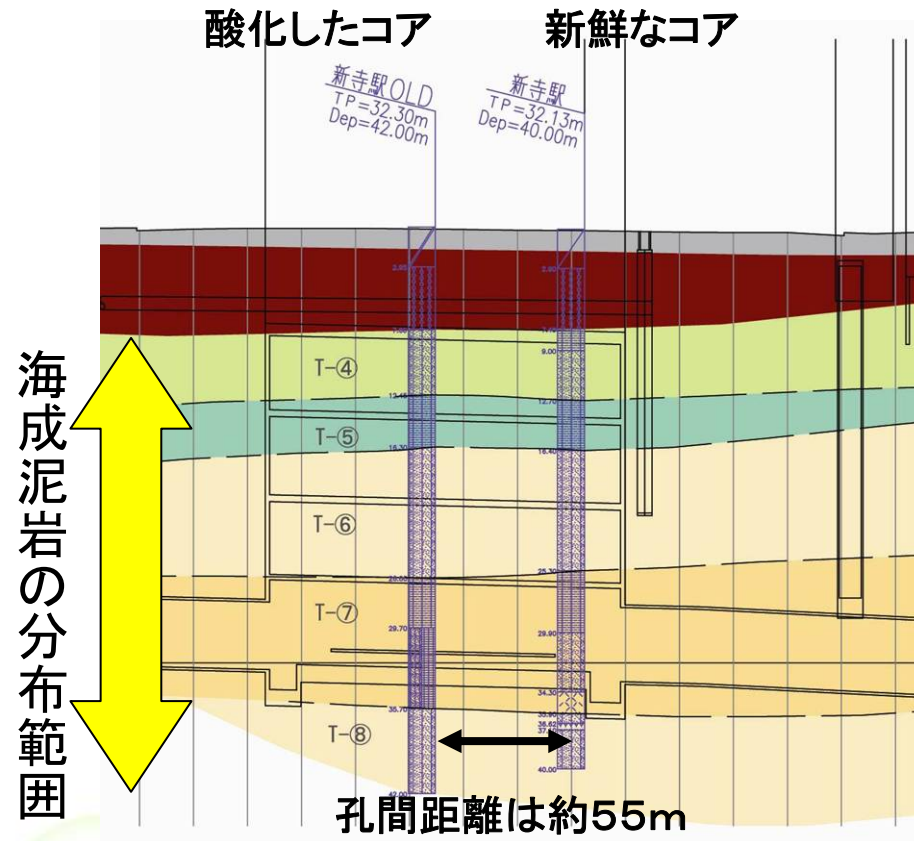
Fe-OH_2^+
表面はプラスに帯電

Fe-O^-
表面はマイナスに帯電

マイナスイオンの砒素は吸着されて安定

マイナスイオンの砒素は反発するので溶出してくる

海成泥岩における2つの溶出リスクへの対応事例 — 仙台市地下鉄の事例 —



酸化したコア

- ・採取から分析まで7ヶ月
- ・保存は常温

新鮮なコア

- ・採取から分析まで1ヶ月
- ・保存は冷蔵(0~4°C)



海成泥岩における2つの溶出リスクへの対応事例

新鮮なコア

地層	岩相	カドミウム (mg/L)	鉛 (mg/L)	砒素 (mg/L)	ふっ素 (mg/L)	pH	EC (mS/m)
T-④	s	-	-	0.007	-	7.1	15
T-④	s	-	-	0.007	-	6.8	23
T-⑤	m	-	-	0.010	-	7.6	9.7
T-⑥	s	-	-	-	-	7.8	11
T-⑥	s	-	-	-	-	7.6	6.9
T-⑦	m, s, t	-	-	0.007	-	7.5	8.5
T-⑦	m, s, t	-	-	0.015	-	7.8	9.3
T-⑦	m, s, t	-	-	-	-	8.2	9.2
T-⑧	s	-	0.005	0.009	-	9.0	8.2

酸化が進行したコア

地層	岩相	カドミウム (mg/L)	鉛 (mg/L)	砒素 (mg/L)	ふっ素 (mg/L)	pH	EC (mS/m)
T-④	s	0.056	0.007	-	0.92	3.4	100
T-⑤	m	0.002	-	-	0.4	4.3	58
T-⑥	s	0.009	-	-	0.44	3.3	81
T-⑥	s	0.004	-	-	0.17	3.7	84
T-⑦	m, s, t	-	-	-	-	6.0	23
T-⑧	s	0.003	-	-	0.12	4.1	60

酸化の進行に伴い……

- ・主に砒素が検出
- ・pHは中性からアルカリ性
(6.8~9.0)
- ・電気伝導率が低い
(6.9~23mS/m)



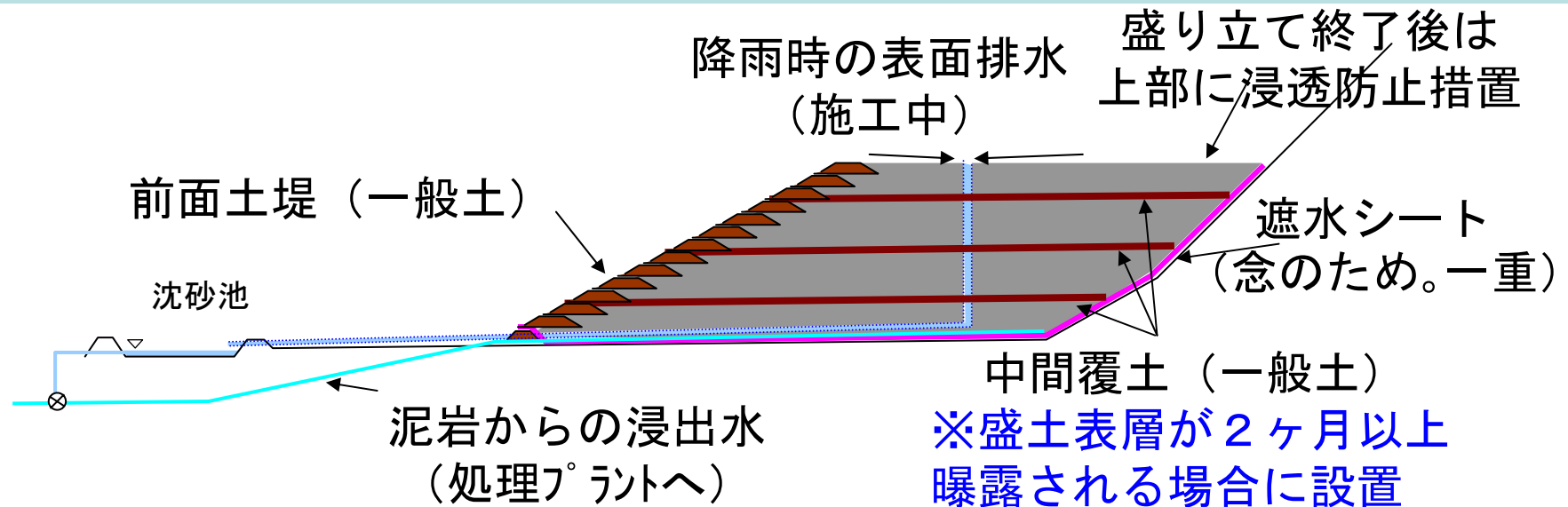
- ・主にカドミウム、ふっ素が検出
- ・pHは酸性
(3.3~6.0)
- ・電気伝導率が高い
(23~100mS/m)

対策時は、これら2つの溶出リスクへの対応が必要！

- ・掘削直後に砒素を溶出する性質（即時溶出※門間(2008)）



＜対策＞重金属を含む泥岩を盛土方式で処理し、十分な締め固めと降雨時の速やかな排水により水との接触を抑制する。



- ・酸化が進行するとカドミウム等や酸性水を溶出する性質（酸化溶出）



＜対策＞重金属を含む泥岩の盛土時に、2ヶ月以上曝露させないような施工監理を行なうことで酸化を防止。

— 施工状況 —

H20年8月7日 シート下面緩衝材施工状況



締め固めの効く軟岩であったこともあり、「元の地山の状態に戻す」とのコンセプトで対策。

ただし、直近で地下水が利用されているため、「念のため」1枚のみシートを設置。

H20年8月22日 シート敷設状況



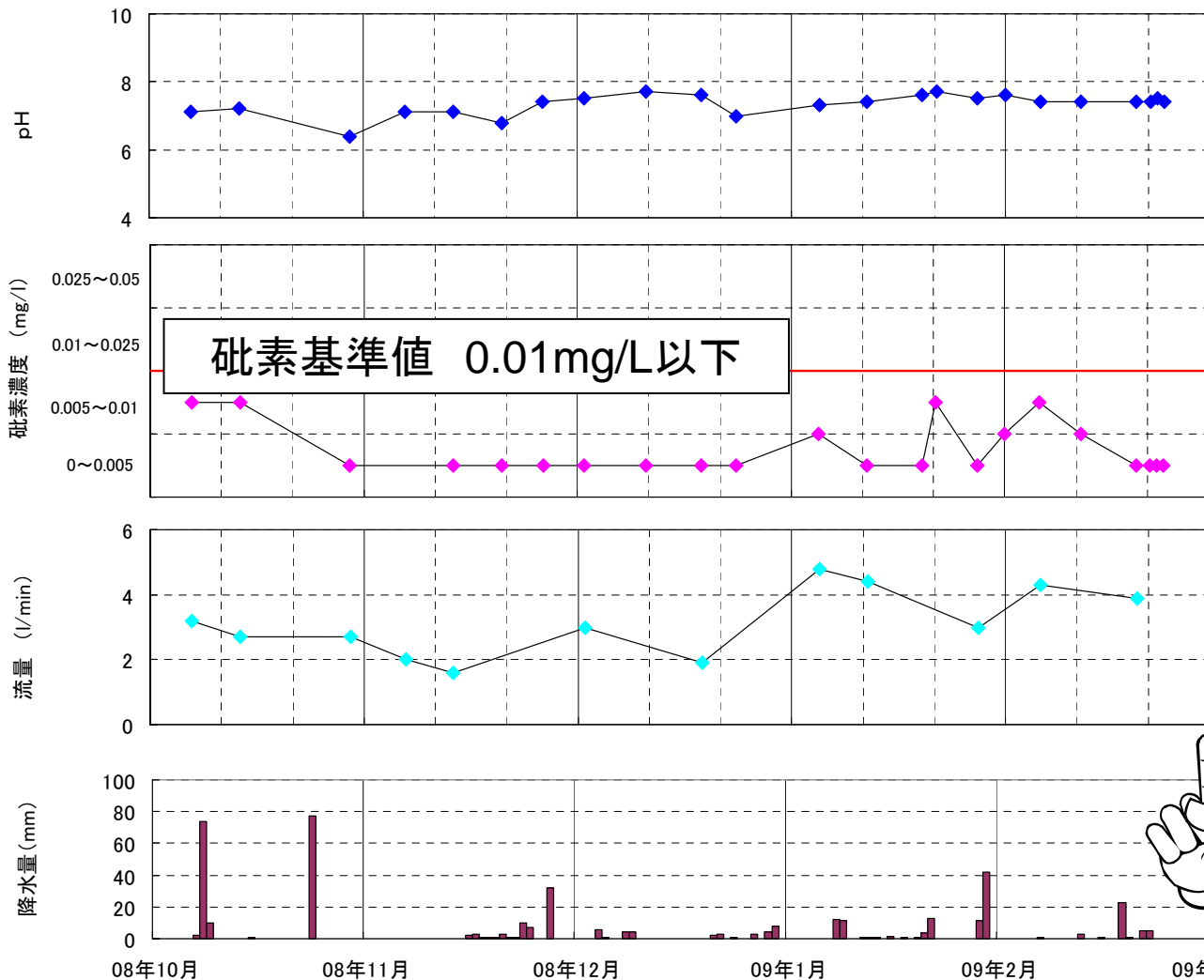
H20年9月4日 1段目発生土盛立て状況



H21年1月13日 約55,000m³盛立て済



— 浸出水のモニタリング状況 —



pH 6~8

酸化は進行していない。

砒素

0.01mg/L未満

砒素も溶出していない。

流量

2~5L/min



GOOD!

軟岩ということもあり、きちんと締め固めを行なうことで、重金属の溶出が抑制されている。シートなしでも、十分対策となりうる結果が得られた。

3. 土壤汚染対策法改正が 自然由来重金属問題に与える影響

搬出時の規制強化



自然由来の重金属問題と 土壌汚染対策法

- 土壌汚染対策法が対象とするのは、人為的な汚染、すなわち「公害」。
- 一方、もともと自然にあるものは、「公害」ではない。



- しかし、自然由来のものでも掘削し、一体となる地域の外に搬出した場合は人為的汚染とみなされる。⇒改正前も同様であるが、今後はさらに対応強化。



法改正にともなう 自然由来重金属の取扱い(1)

- 「要措置区域(溶出量基準超過+健康被害のおそれあり)」、
「形質変更時要届出区域(溶出量基準超過+健康被害のおそれなし)」に指定された場合……

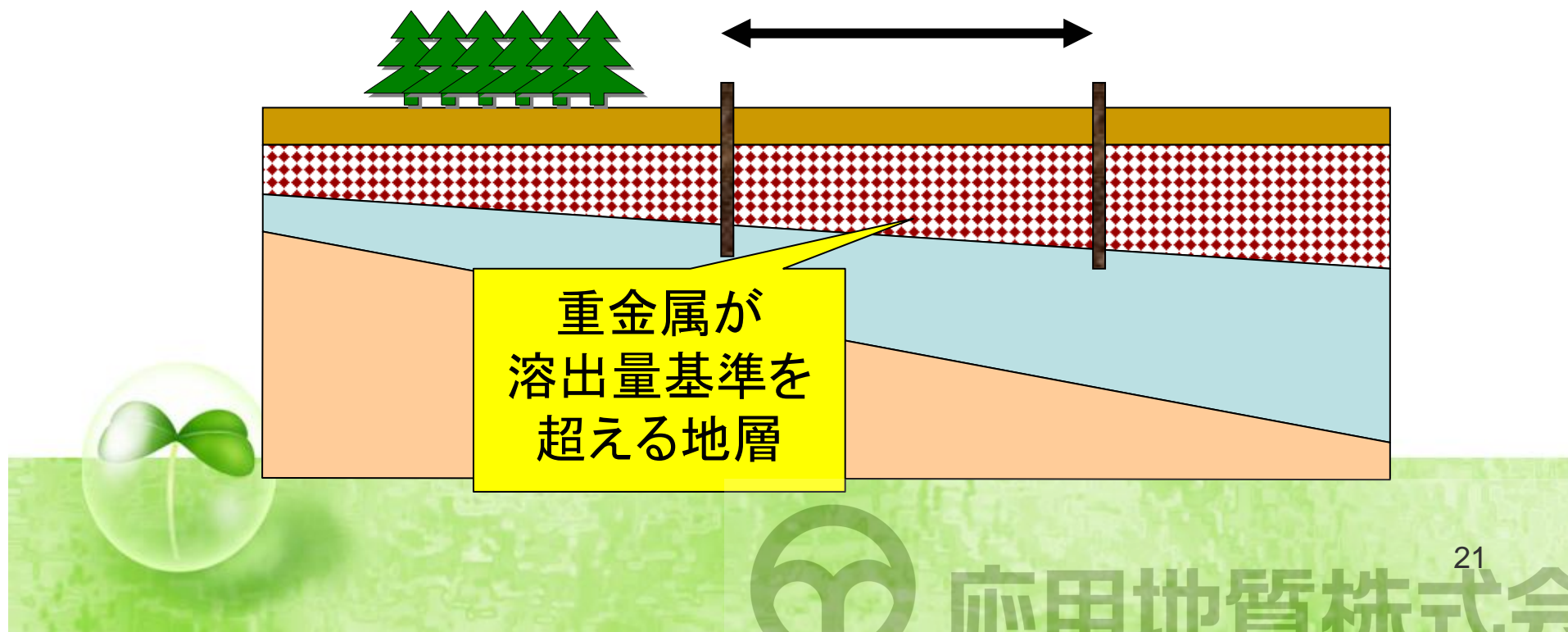


- 対象地に分布する地質が溶出量基準を超え、
周辺の地下水に汚染が生じている場合、原位置封じ込め(新第7条)が指示される
⇒現実的には、あまり意味がないのでは???



- 自然由来の重金属に起因した地下水汚染がある場合、調査あるいは工事対象の土地だけ封じ込めを行っても意味がない。

ここだけを矢板で遮水する？



法改正にともなう 自然由来重金属の取扱い(2)

- 「要措置区域(溶出量基準超過+健康被害のおそれあり)」、
「形質変更時要届出区域(溶出量基準超過+健康被害のおそれなし)」からの掘削除去の場合、100m³ごとに1試料、全項目の溶出量試験、含有量試験を行なう(新第16条)

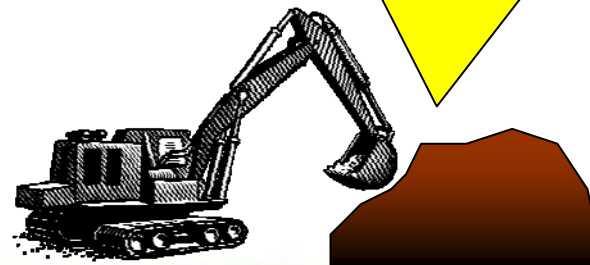


- 自然由来の場合、重金属8項目以外の分析の必要がなくなるか、分析頻度に緩和措置が設けられるのかは明確にされていない。



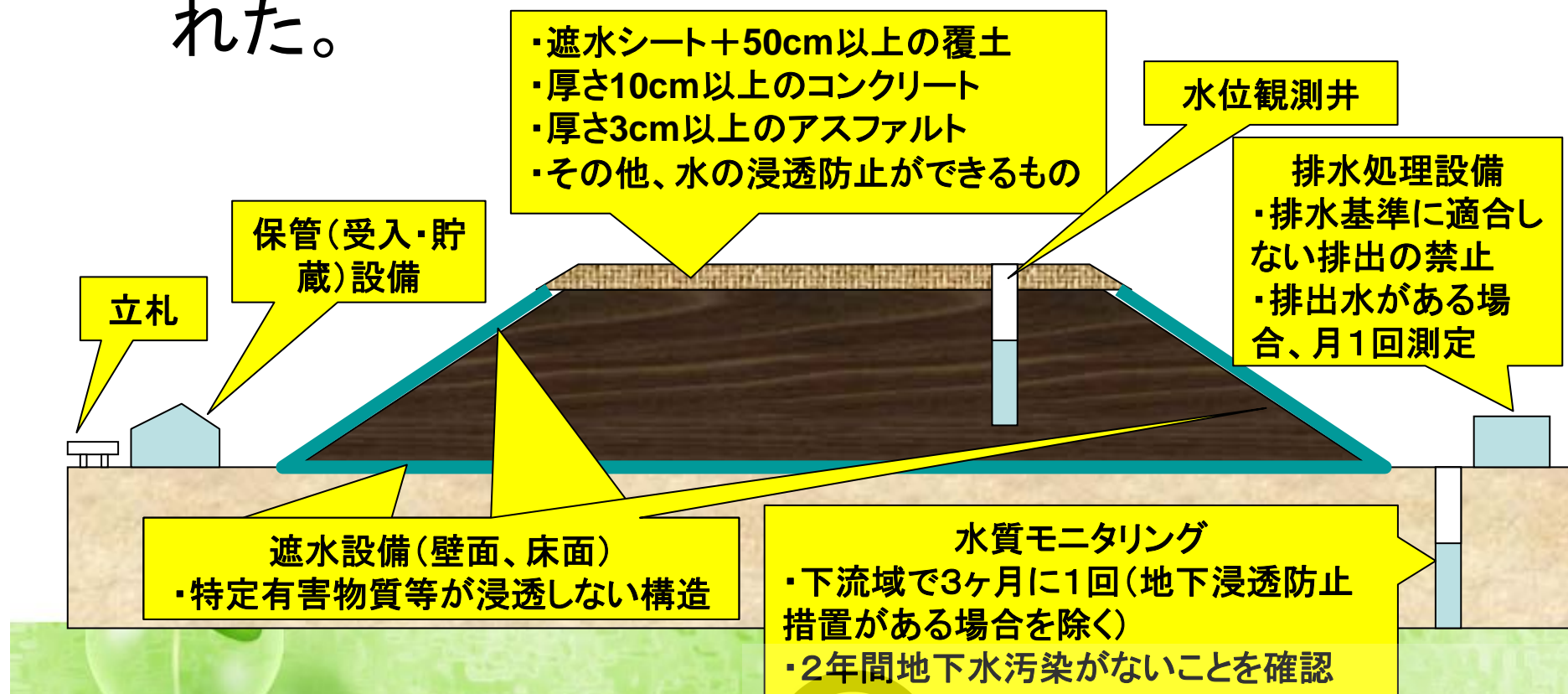
- 何十万 m^3 もあるトンネル工事の掘削土について、100 m^3 ごとに1試料、全項目の溶出量試験、含有量試験を行なうのは過剰では？

延長2kmのトンネル1本(掘削土20万 m^3)で、
2000検体 ……分析費だけで2億円???



法改正にともなう 自然由来重金属の取扱い(3)

- 埋立処理施設(盛土構造物等)の基準が示された。



公共事業で盛土処理を行なう場合でも、汚染土壌処理業の許可申請が必要???

現時点では、自然由来重金属問題に対する改正法の適用については不明な点が多々あります。
今後、パブリックコメントの回答などで明らかにされるものと予想されます。

応用地質は、昭和50年代より自然由来重金属問題に取り組んでおります。
今後も法改正の動向を踏まえ、常に最新の情報と最新の技術により自然由来重金属問題解決のお手伝いをいたします。



この資料に関する

技術的なお問い合わせは
kikaku@oyonet.oyo.co.jp

営業的なお問い合わせは
eigyo@oyonet.oyo.co.jp

までお願いいたします



応用地質株式会社