

平成21年度北海道開発局担当者向け説明会
平成22年3月3日

建設工事等により遭遇する重金属等含有 土砂への対策工法と資材

重金属吸着材「アドロックサンドP」と吸着層工法

硝酸性窒素還元吸着材「メタライト」と対策手法

岡本興業(株)土壌環境チーム

Unite New Know-how
OKAMOTO GROUP
Geo-Environmental Team

岡本グループについて

UNK



●岡本興業株式会社

札幌市内・近郊

本社、南の沢工場、銭函工場、浜益工場、藤野工場
 石狩事業所（土壌環境チーム）
 建設事業部札幌工事事務所
 札幌生コン工場

北海道内

浜頓別工場、浜頓別土木事業所、岩内営業所

関東地区

笠間工場、日立工場

●大和建設運輸株式会社<運送部門>

札幌市内…札幌本社 北海道内…岩内営業所

●北信産業株式会社<商事部門>

札幌市内…札幌本社 北海道内…岩内営業所

●北海道生コン工業株式会社<生コン>

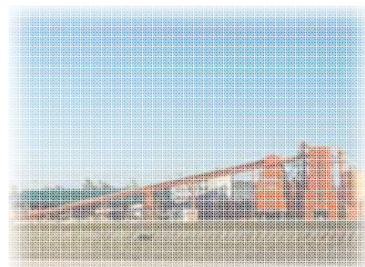
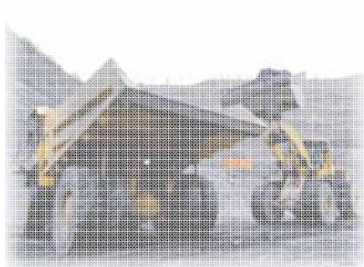
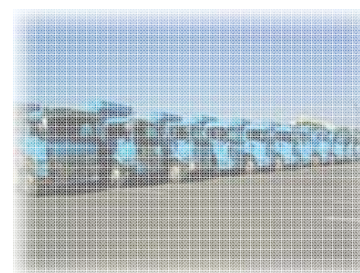
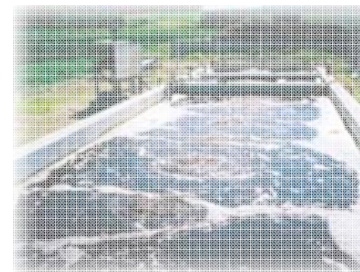
北海道内…岩内営業所

●共和砕石株式会社<砕石>（共和町）

●日生道生共同コンクリート株式会社（共和町）

●関本開発株式会社<砕石・土木・生コン>

（茨城県北茨城市）



土壌環境チームの業務紹介

～不溶化処理～

UNK

上下水道汚泥及び焼却灰に含まれる重金属の
不溶化設計からモニタリングまで行っております。

不溶化設計



室内試験等によって初期性
状を把握し、不溶化手法や
添加材を選定します。

中規模試験



中規模試験機により、実機
処理における課題の抽出を
行います。

不溶化処理



実機による不溶化処理を実施
します。

モニタリング



処理後、モニタリングにより
不溶化効果を経時的に検
証します。

重金属への取り組み

UNK

ワーキンググループ

不溶化・吸着工法評価技術研究会

(委員長:北海道大学 五十嵐教授、参加者:土木研究所、日本工営、ドーコン 他)

調査業務の受注実績

- ・脱水ケーキ基礎調査 平成16年5月～平成18年3月
- ・定山溪水再生プラザ脱水污泥安定化处理業務、平成19年4月～平成20年3月
- ・下水污泥资源化調査(その1) 平成20年9月～11月
- ・リサイクル技術研究開発補助金 平成19年10月～平成20年3月
- ・ものづくり中小企業製品開発等支援補助金 平成21年8月～平成22年3月

出願特許

- ・砒素含有污泥処理システム及び砒素含有污泥処理方法 (特願2003-339750号)
- ・浄水場等の污泥を短時間に運搬可能な状態にする処理方法 (特願2005-160404号)
- ・砒素含有污泥の不溶化处理方法 (特願2006-234386号)

論文等

- ・重金属含有土壌(ズリ)の対策と工法、資源・素材学会講演資料、平成21年9月
- ・焼却灰等を利用した土木資材へのリサイクル化、平成20年4月



重金属含有土対策手法

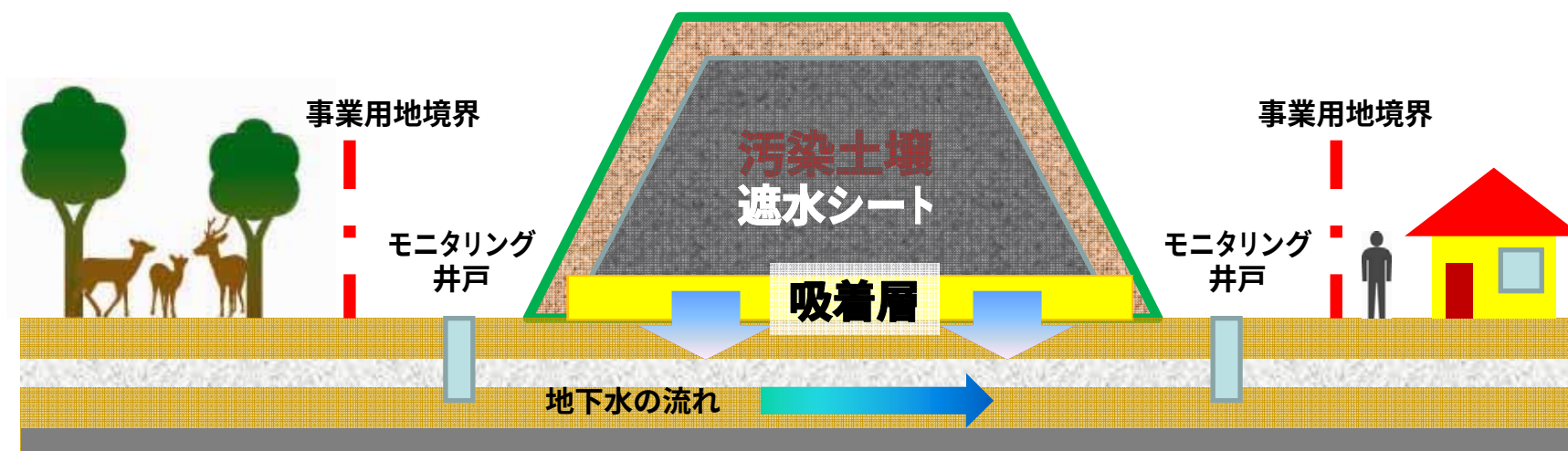
UNK

自然由来の重金属等を含む岩石土壌の対策

地下水の摂取と直接摂取による影響の発生源・経路を遮断

平成22年1月土木研究所マニュアル

「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル」に規定



吸着層=健全土(母材) + 吸着材

・遮水工封じ
込め工法

×対策費が高額

×対象に関係ない施工費

6,000~10,000円/汚染土壌 m^3

・吸着層工法

○対策費が安価

○対象に合わせて配合

4,000~6,000円/汚染土壌 m^3



Unite New Know-how
okamoto group

出典: 寒地土木研究所「北海道における土壌・地下水環境問題の現状と対策技術」講習会資料

重金属含有土について

UNK

建設工事における対策事例

堆積岩地域において、報告事例が多い
含有量は低いが、溶出基準を超過する

堆積岩では黄鉄鉱(パイライト) FeS_2 が多く
ヒ素、セレンを含む場合が多い(特に海成)



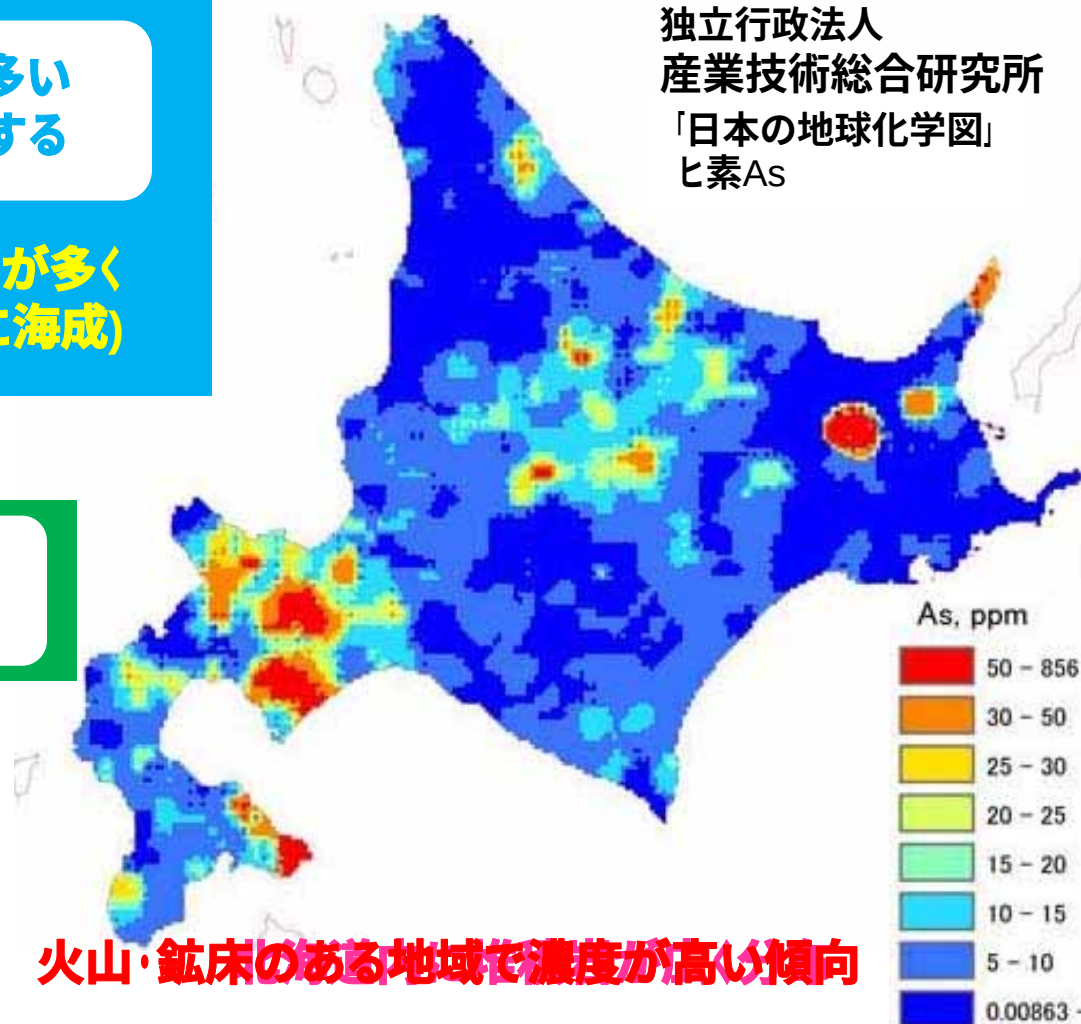
酸化に伴い溶出

海水起源のヒ素、セレン、鉛、フッ素、
ホウ素を複合溶出

今までの吸着層工事ではヒ素を対象
とするものがほとんどだった

火山・鉱床のある地域で濃度が高い傾向

独立行政法人
産業技術総合研究所
「日本の地球化学図」
ヒ素As



Unite New Know-how
okamoto group

既存資材について

ヒ素の他、セレン、鉛、フッ素、ホウ素への吸着効果が求められる

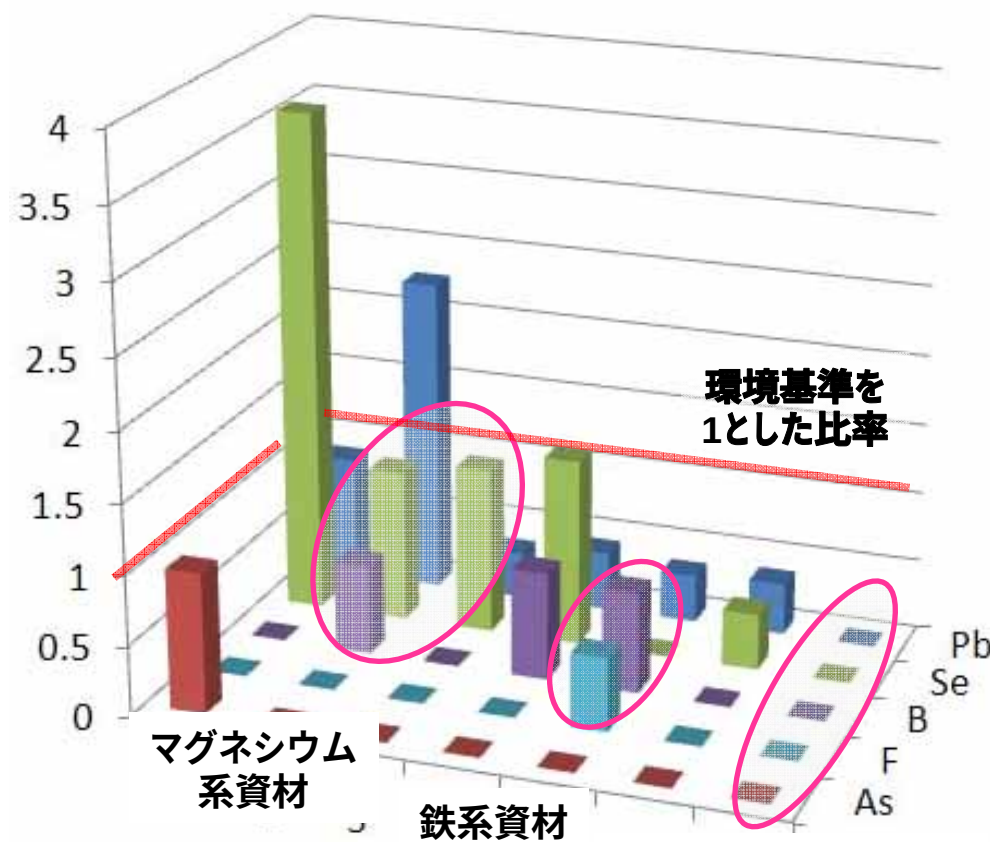
既存の吸着資材について
ヒ素、セレン、鉛、フッ素、ホウ素
混合溶液での吸着効果を確認

ヒ素では良好な吸着効果がみられるが、対象全てを吸着する資材は少ない。

自然的原因により想定される
重金属類全てについて吸着
が可能な資材の開発が必要

吸着前濃度(mg/L)

As	Se	Pb	F	B
0.035	0.039	0.05	0.8	1.1



重金属吸着資材の吸着原理

UNK

アドロック サンドP

2種類の吸着原理により幅広く対応可能となった

①:希土類化合物 (セリウム化合物)

飲料水中のヒ素除去剤や、汚染土壌の不溶化剤として使用している。

②:ハイドロタルサイト様鉱物

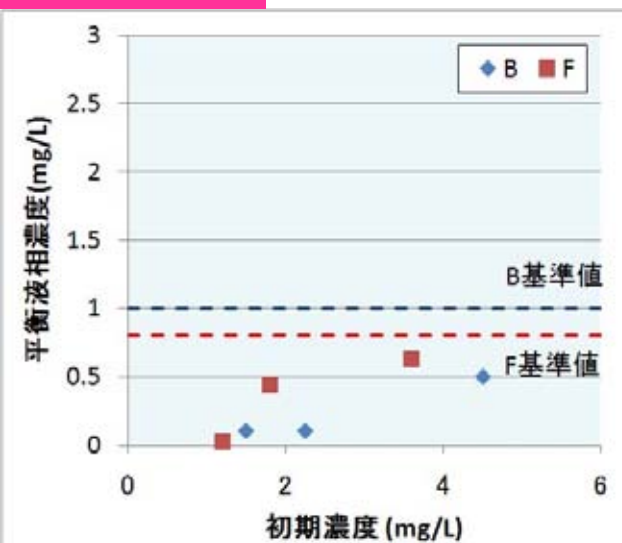
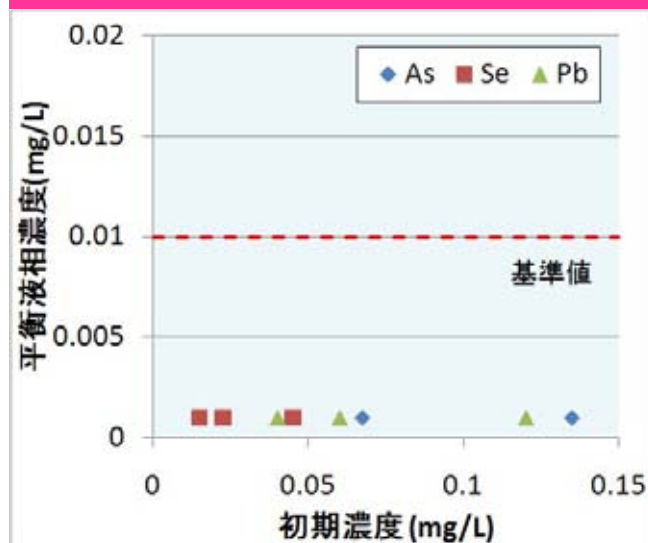
イオン交換反応により陰イオンおよび陽イオンを吸着する天然鉱物。



アドロックサンドP
(高攪拌効率)



アドロックサンドW
(発塵防止型)



自然的原因により想定される重金属類全てについて吸着が可能

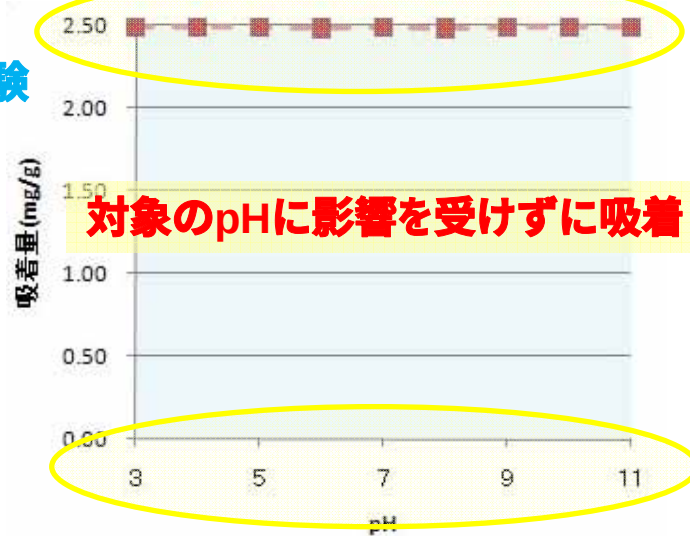


アドロックサンドP吸着性能

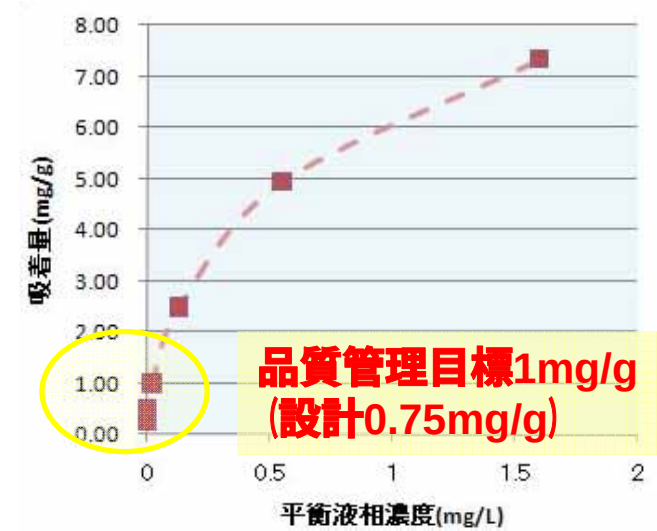
UNK

ヒ素を対象とした吸着試験

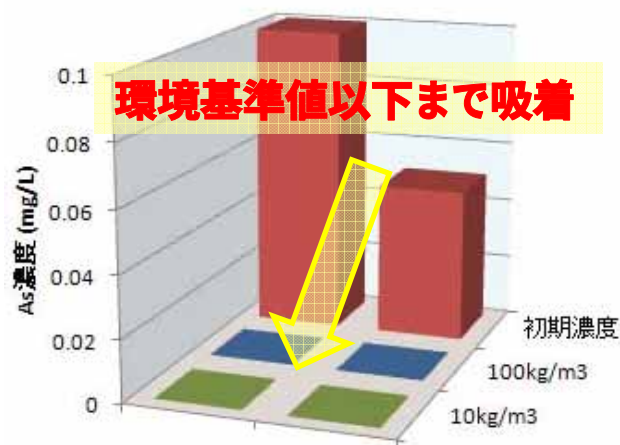
pH適正試験



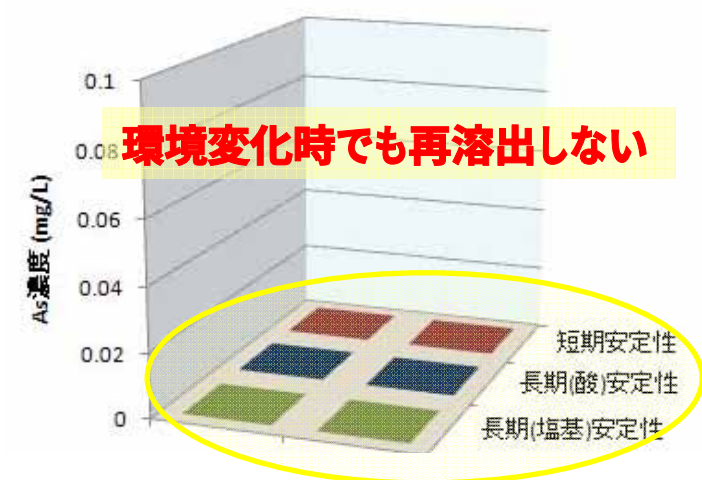
吸着能力試験



吸着層試験



安定性試験



Unite New Know-how
okamoto group

①: 希土類化合物 (セリウム化合物)

希土類化合物

化学反応しやすく、陰イオン交換能が高い

複数の重金属に対応可能

pHの影響を受けにくい

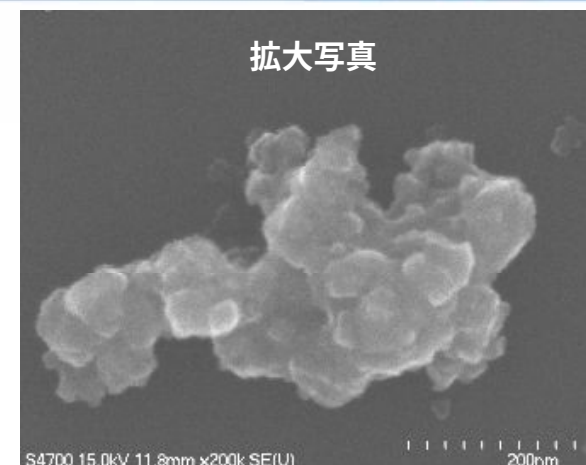
吸着機構:

希土類化合物表面の水酸基と各種陰イオンの交換反応

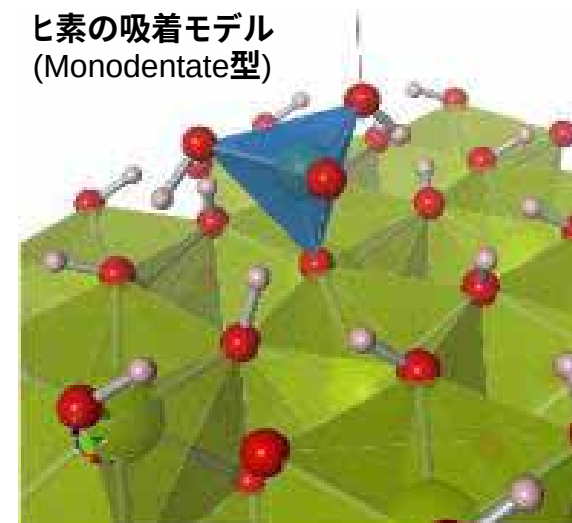
吸着エネルギーの解析スペクトル測定結果とのデータ比較により、求めた振動解析の結果と実際のサンプルを測定したIRスペクトルを比較したところ、ほぼ同じ波長に吸収域が確認

東京工業大学による解析結果

日本板硝子(株)製「アドセラパウダー」を含有



ヒ素の吸着モデル
(Monodentate型)



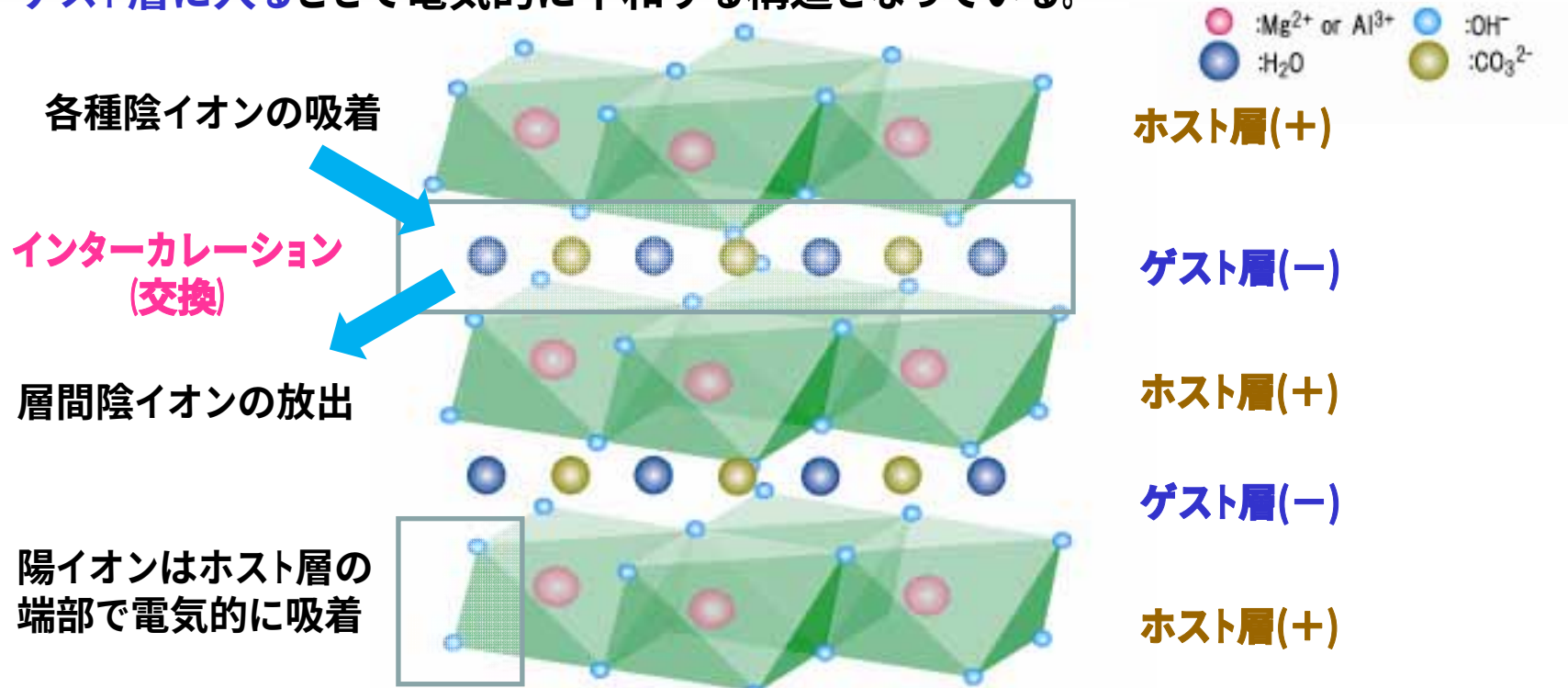
資料提供: 日本板硝子(株)



Unite New Know-how
okamoto group

②：ハイドロタルサイト様鉱物

ハイドロタルサイト様鉱物は、**プラスに荷電したホスト層**の間に、**陰イオンと水分子がゲスト層に入る**ことで電氣的に中和する構造となっている。



層状複水酸化物の模式図とインターカレーション

(MICHAEL RAJAMATHI, et.,al. :2001)

ハイドロタルサイト様鉱物 (層状複水酸化物)

$[(M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x)(OH)_2] \cdot x + (A^{n-}_{x/n} \cdot mH_2O)^{x-}$ (一般組成式)

M²⁺: 2価の金属、M³⁺: 3価の金属、Aⁿ⁻: 陰イオン (交換性)
(宮田:1996)

層状の2価金属水酸化物の3-八面体構造に3価金属水酸化物がランダムに固溶している。



対策現場への対応

自然由来の重金属含有土の多様性

堆積岩中のパイライト(FeS_2)と共に含有されている事が多い

→酸化に伴い溶出(酸性硫酸塩土壌)

パイライト起源の Fe^{2+} , SO_4^{2-}
土壌により PO_4^{3-} , SiO_4^{4-}
重金属を含む錯体

→ 吸着性能に影響を与える可能性

対象現場により共存イオン等の条件が異なる為現場にあわせた配合が求められる

岡本興業(株)石狩環境センターでは岩石・土壌の分析に基づき
最適な対応資材を提供いたします。



オンサイト分析機による迅速分析にも対応



製造設備

UNK

重金属吸着材「アドロックサンド」は北海道石狩市新港
当社石狩環境センターにて製造します。

製造設備

大容量混合プラント

- ・3m³クラスの大容量混合機を装備し、自動配合にて100t/日の混合が可能。
- ・20tクラス粉体添加2系統、大粒径資材供給系統、液体供給2系統、20m³クラスのスラリー供給設備を装備。



製品重量の確認



製品品質管理

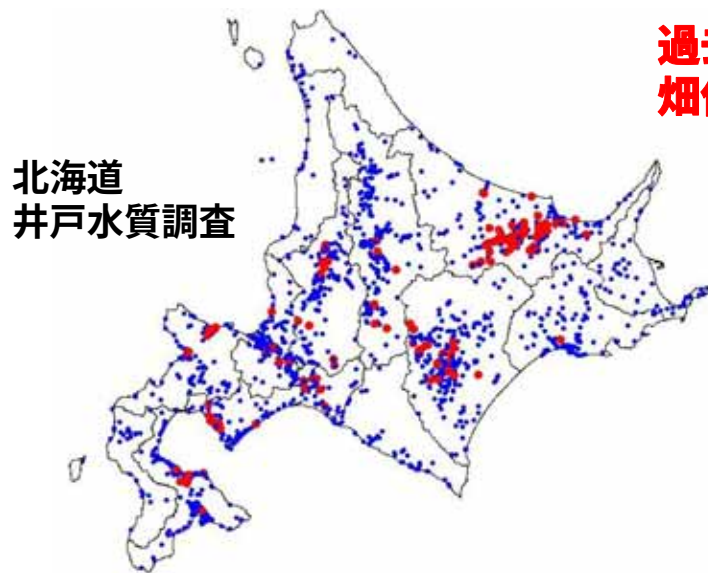


Unite New Know-how
okamoto group

UNK

飲料水に多く含まれると、血中の酸素運搬能力を阻害するメトヘモグロビン血症を引き起こし乳児が死亡した例があるなど、人の健康を害するおそれがあります。

**過去の窒素肥料の過剰な施肥により
畑作地帯を中心に汚染がみられる**



農業施策

**窒素肥料の適正使用、作付物の選定
により投入窒素量の制限に努めている**

しかし、環境残留窒素 については未対策

青 → 環境基準値以内 (10mg/l以下) のもの
赤 → 環境基準値を超過した (10mg/lを超える) もの

建設工事に伴い発生する排水 発生土により汚染が拡散する可能性



従来の対策手法

UNK

種類	方法	概要	NH3	NO2	NO3	メリット	デメリット
生物処理	A2O法	脱窒素細菌により、脱窒させる方法	○	○	○	窒素ガスに無害化。適用範囲が広い	大規模設備。反応時間、栄養塩類が必要。
	硫黄酸化脱窒法	硫黄の酸化過程で菌により硝酸を還元脱窒する方法	○	○	○	活性汚泥より低温で処理可能。余剰汚泥が少量。	場所、反応時間、栄養塩類が必要。硫酸が発生。
機械処理	逆浸透膜法	逆浸透膜を利用する方法	○	○	○	対象以外の溶存イオン除去可能。回収・再生利用可能。	高イニシャルコスト。目詰まり(ファウリング)による劣化。
薬品添加処理	塩素注入法	塩素を条件に合わせて添加する方法	○	×	×	イニシャルコストが安い。	処理コストが高い。
資材吸着処理	イオン交換樹脂法	イオン交換樹脂を利用する方法	○	○	○	設備が小型カラムであり処理操作が簡便。	再生排水の処理必要。高性能の樹脂がなくコスト高。
	ゼオライト吸着法	ゼオライトによる吸着処理方法	○	×	×	低濃度のアンモニアに有効。	陰イオンの硝酸、亜硝酸は不適。

従来の対策手法では、高コストの処理となってしまう

簡易な処理方法が求められる



簡易窒素処理資材

還元吸着資材 **メタライト**



窒素の自然科学的挙動に着目し
酸化に伴い有害となる窒素を
アンモニア態へ還元し、吸着。

アトマイズ鉄粉による還元

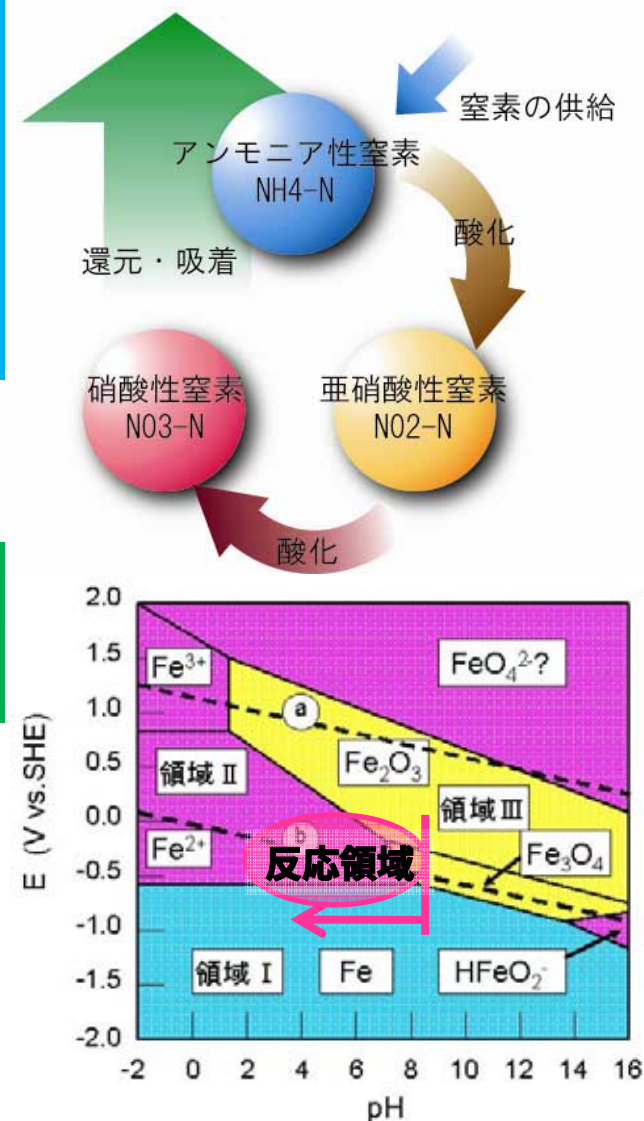
還元反応



操作を行い反応を維持活性化(特許出願中)



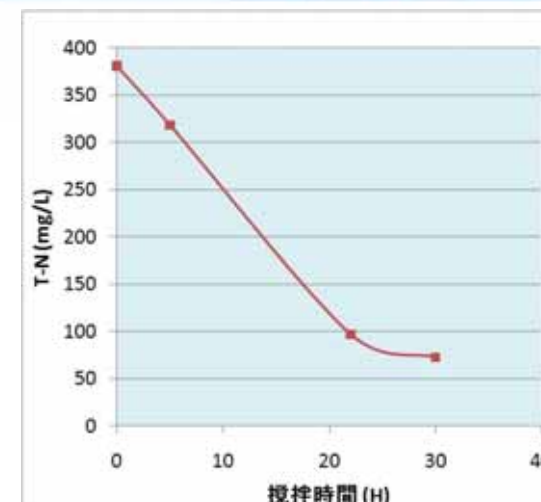
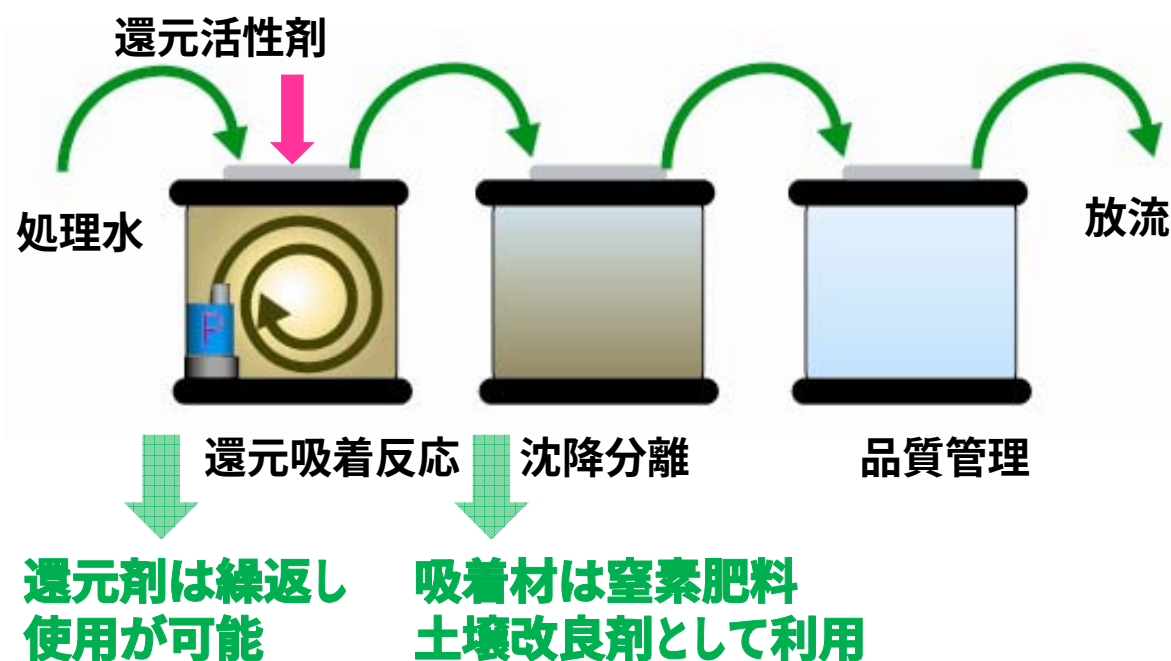
陽イオン交換反応により吸着



簡易設備による水処理

水処理試験:

1m³水槽内にて汚泥ポンプの攪拌だけで窒素が削減
大量連続処理の場合は別途吸着槽設置



試験処理槽



アジテータ車での攪拌も可能

- ・建設工事に使用している沈殿槽と組み合わせて使用が可能
- ・化学的処理の為、冬でも対策が可能

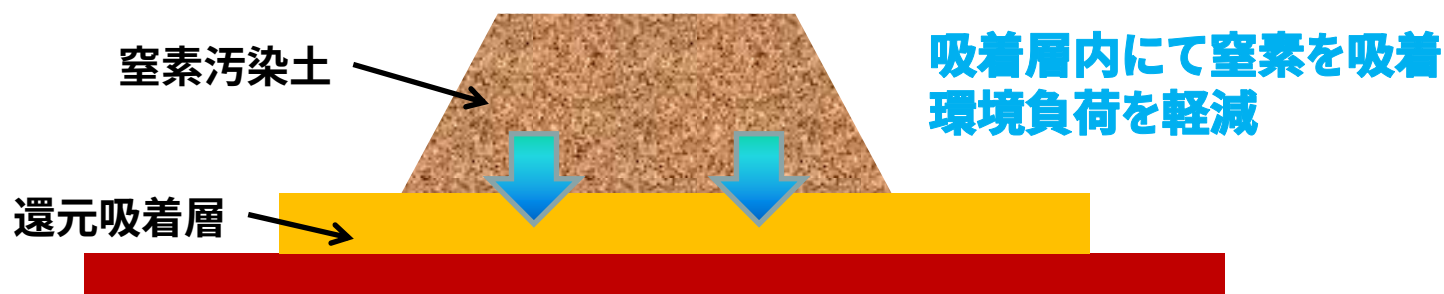
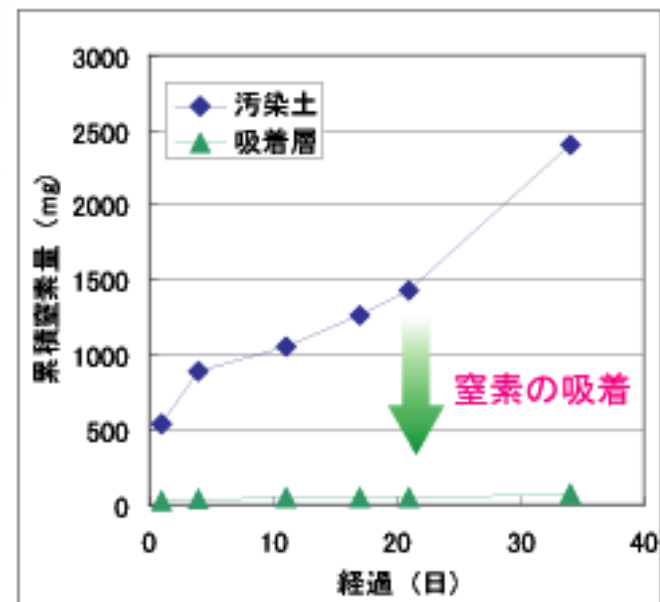
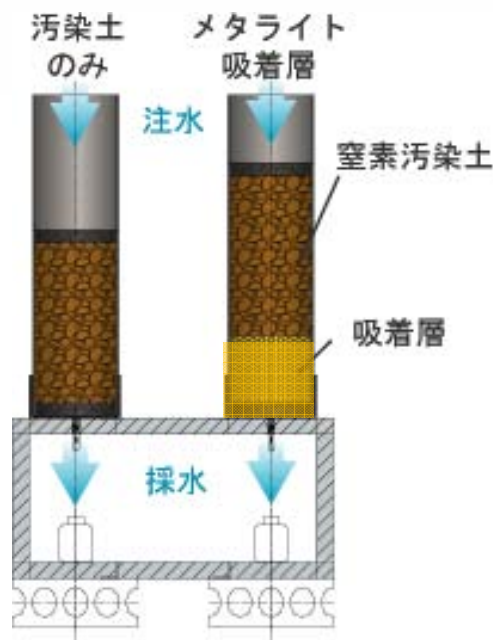


吸着層による土壌処理

UNK

土壌処理試験:

窒素汚染土の下部に吸着層を敷設することで、溶出する窒素を吸着し、環境負荷を軽減。



建設発生土置き場にて対策が可能



Unite New Know-how
okamoto group

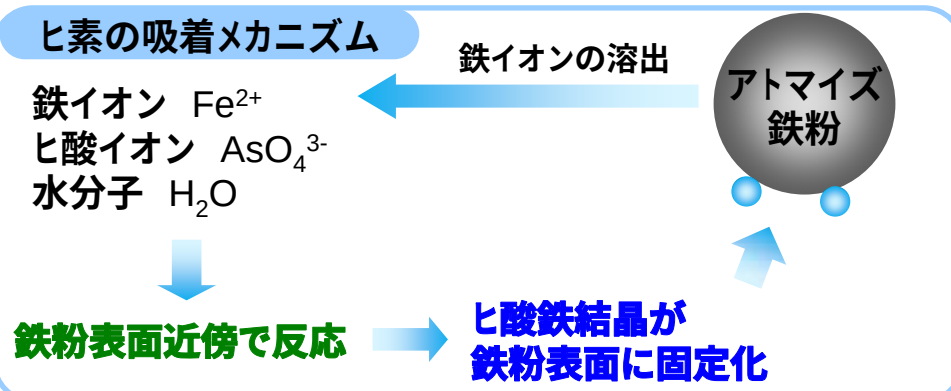
簡易窒素処理資材

UNK

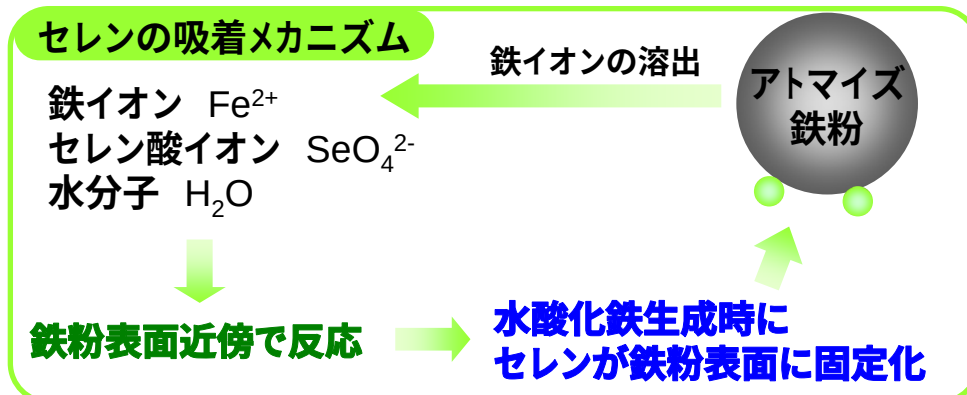
重金属の吸着性

試験対象土は窒素を多量に含む他、重金属類も環境基準を超えて溶出していた。
資材の添加後の重金属溶出量を確認した。

ヒ素の吸着メカニズム



セレンの吸着メカニズム



	As	Se	B	pH
試験対象土	0.018	0.022	5.18	9.2
資材添加後	<0.005	<0.002	2.06	8.5
基準値	0.01	0.01	1	—

単位(As,Se,B:mg/L)

資材添加量:5wt% 養生期間:1週間
溶出液作成:「土壤汚染に係る環境基準について」
(平成3年8月環境庁告示第46号)に準ずるが、
振とう時間は24時間

硝酸性窒素対策と同時に、重金属対策が可能



Unite New Know-how
okamoto group

まとめ

UNK

重金属等について

対策資材「アドロックサンドP」

1

建設工事により発生する重金属含有土の対策工法としては、吸着層工法の採用により、工事コストを縮減出来る。

2

自然的原因により複数の重金属、多種の吸着阻害要因があるため、対象現場条件に合わせた資材提供が求められる。

硝酸性窒素について

対策資材「メタライト」

3

硝酸性窒素、アンモニア性窒素を含む地下水の対策として、低コストの手法が求められている。

4

沈殿槽を利用して工事排水の対策が可能であり、発生土においても発生土置き場にて吸着層の施工により対策が可能と考える。

