

不溶化処理土壌の有害金属長期溶出特性 に対する土質の影響評価

要旨

本研究では、有害金属（ヒ素と鉛）汚染土壌を2種類の薬剤で不溶化処理した後、フミン酸を添加して土質を変化させ、その有害金属の長期溶出特性に対する影響を評価した。その結果、フミン酸添加に伴う不溶化処理土壌からの有害金属の長期溶出特性の変動が確認された。

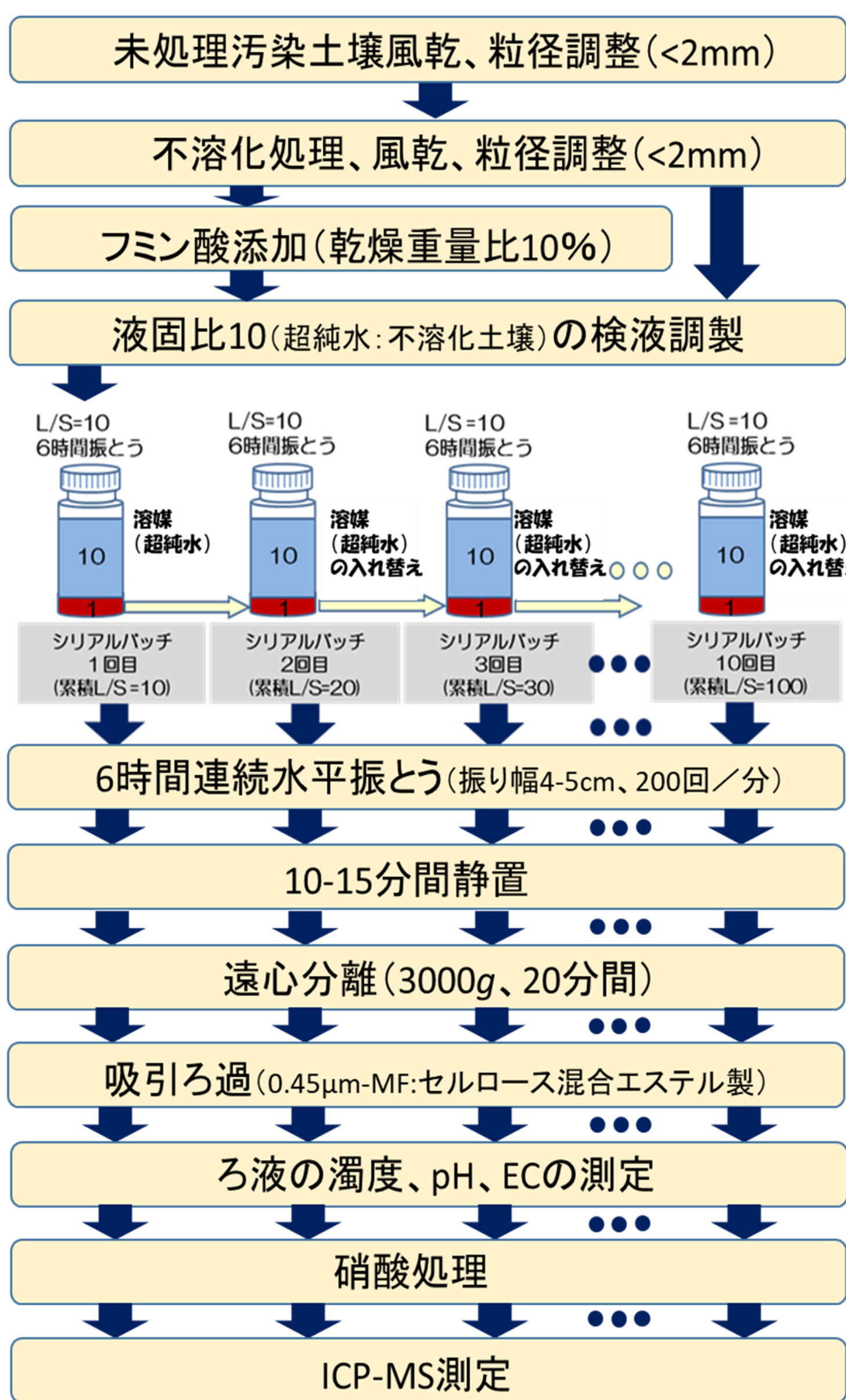
序論

汚染土壌の対策手法としての不溶化は、長期安定性に対する不安感が一因となり、実際には適用が見送られるケースが多い。そのため不溶化の普及には、不溶化処理土壌からの有害金属の長期溶出特性に関する科学的知見の集積が重要と思われるが、その情報は限られているのが現状である。**本研究では、不溶化処理した有害金属汚染土壌にフミン酸を添加することで、時間の経過に伴って腐植土が混入して土質が変化した状況を再現し、その場合に有害金属の長期溶出特性がどのように変化するか評価**を試みた。

方法

【試料】試験には、都内から採取した有害金属（ヒ素と鉛）による実汚染土壌1検体を用いた。土壌試料は、風乾処理した後、2mm目のふるいを用いて粒径調整した。その後、塩化第二鉄（六水和物）もしくはマグネシア系不溶化剤のいずれかの薬剤を乾燥重量比4%の割合で添加し、不溶化処理土壌とした。また、各不溶化処理土壌に乾燥重量比10%のフミン酸を添加した試料を作成し、フミン酸未添加の不溶化処理土壌と共に溶出試験試料とした。

【試験方法】溶出試験方法として、水溶性成分を繰り返し抽出し、有害金属の長期的な溶出速度の変化の把握に有用なシリアルバッチ型溶出試験を採用した（**図1**）。試験で得た各液固比（液固比（L/S）10ごとに累積液固比100に至るまで溶出液を採取、すなわち1回の試験で10検液採取）のろ液について、濁度を測定した後、各ろ液を硝酸処理し、ヒ素と鉛をICP-MSを用いて定性・定量した。なお試験は各 $n=2$ で実施した。



水溶媒のみを順次入れ替え、各液固比の溶媒に溶出した元素濃度を測定！

↓

降雨に伴い土壌元素が徐々に溶脱していく状況を再現

L/S比10-100といった値は、50-500年程度の降雨に相当（NEN 7343から引用）

図1 シリアルバッチ型溶出試験方法の操作フロー

結果

4%塩化第二鉄不溶化処理土壌（FeCl₃）

【濁度】フミン酸添加・未添加土壌の濁度の変動パターンは、試験（L/S 10-100）を通じて類似していたが、値としては、**累積液固比40以降でフミン酸添加土壌が3倍程度高値を示した（図2 ①-I）**。

【ヒ素溶出濃度】累積液固比10の時点では、フミン酸添加と未添加土壌の値は同程度であったが、**累積液固比20以降ではフミン酸添加土壌の値がわずかに低値を示した（図2 ①-II）**。

【鉛溶出濃度】累積液固比30に至るまでは、フミン酸添加土壌の値が相対的に低値を示したが、**累積液固比40以降では、フミン酸添加土壌の値が相対的に高値を示した（図2 ①-III）**。

4%酸化マグネシア不溶化処理土壌（MgO）

【濁度】試験期間を通じて**フミン酸添加土壌の値が未添加土壌と比べて1桁高値を示した（図2 ②-I）**。

【ヒ素溶出濃度】累積液固比10-30の値は、フミン酸添加・未添加土壌で同程度であったが、**累積液固比40以降ではフミン酸添加土壌の値がわずかに高値を示した（図2 ②-II）**。

【鉛溶出濃度】累積液固比10では、フミン酸添加土壌と未添加土壌の値が同程度であったが、**累積液固比20以降では、一部を除いてフミン酸添加土壌の値が1桁程度高値を示した（図2 ②-III）**。

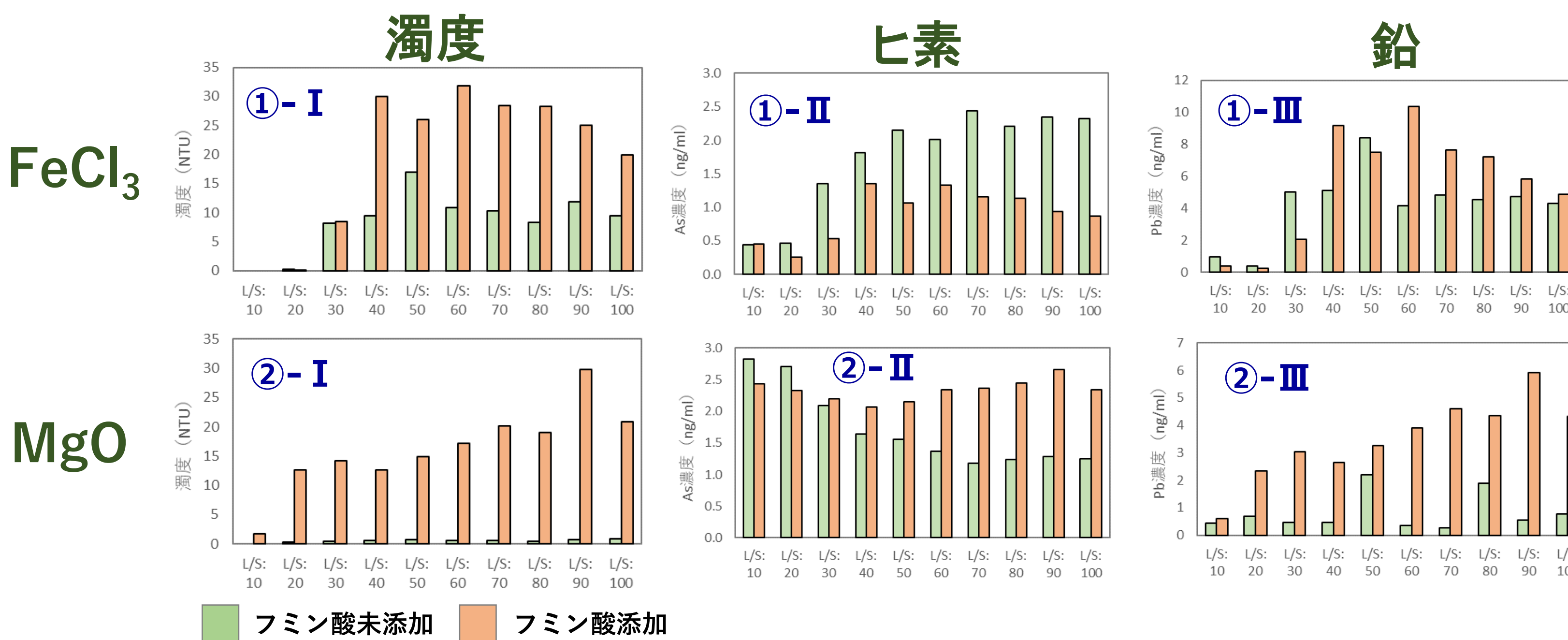


図2 各土壌のフミン酸添加・未添加時における累積液固比と濁度、およびヒ素濃度、鉛濃度との関係

考察

フミン酸添加土壌について濁度とヒ素および鉛濃度との関係を解析した（**図3**）。その結果、**鉛濃度に関しては、両不溶化土壌ともに濁度との間に強い正の相関関係が認められた**。よって、両不溶化土壌で鉛溶出濃度が上昇した主要因は、**フミン酸添加が原因で増加した濁質成分に吸着した鉛のろ液への移行量も増加**したためと考えられる。

一方で、ヒ素濃度に関しては、両不溶化土壌で濁度との間に一貫した傾向がみられなかった。これには、ヒ素が鉛と比べて粒子吸着性が低い点（溶出したヒ素の大半が溶存態）、不溶化剤の種類に依存した溶液のpHの違いがヒ素の化学形態の違いに影響を及ぼした点などが影響したためと考えられる。

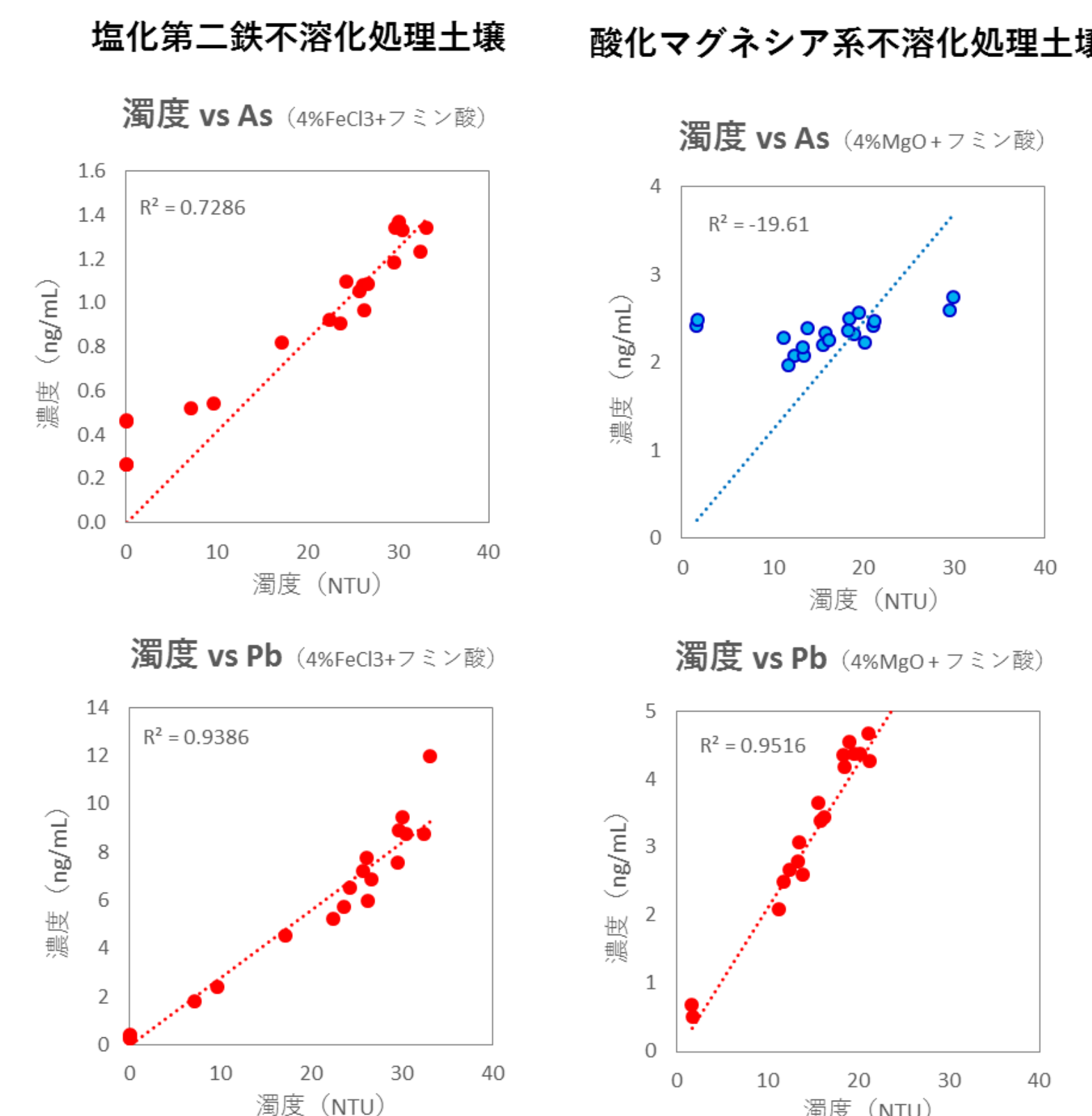


図3 フミン酸添加土壌における濁度とヒ素および鉛濃度との関係

結論

総括として、**不溶化処理土壌に対するフミン酸の添加はヒ素や鉛といった有害金属の長期溶出特性に影響を及ぼすことが示唆**された。