

今週のメニュー

■ [トピックス](#)

◇塩素循環検討会（その4）

■ [随想](#)

◇知ってそうで知らないシロアリの話 ⑭

株式会社テオリアハウスクリニック 平 一暁

■ [トピックス](#)

◇塩素循環検討会（その4）

2022年11月、東北大学教授吉岡敏明先生を委員長とし、塩ビ工業・環境協会（VEC）を事務局として産学連携の塩素循環検討会が発足しました（[2023年2月メルマガNo742](#)）。今回は第4回塩素循環検討会の様子をご紹介します。第4回検討会では、脱塩素・塩素回収の社会実装化に向けて、実用化における技術課題の抽出および対策立案を目指し、下記項目に焦点を当てて協議していくことを確認致しました。

1. 塩ビ廃製品の分別と回収 ー対象となる製品およびそれぞれの課題ー
2. 塩ビ製品の選別技術と課題
3. 脱塩素技術
4. 塩化揮発法
5. 環境影響
6. 海外動向

上記検討項目の中から、分別と回収、脱塩素技術、塩化揮発法に関して検討会の場で吉岡委員長からいただいた情報をご紹介します。

●塩ビ廃製品の分別と回収 ー対象となる製品およびそれぞれの課題ー

内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）が動き出しており、その中でサーキュラーエコノミー分野が大きな切り口になっています。建設廃棄物プラスチックに関して、どの様にして動静脈の連携をとってリサイクルするかが課題。建廃プラの半分以上が塩ビですが、その中でリサイクルできているのは塩ビ管継手のみで、残りは最終処分（焼却、埋立て）されている状況です。非塩ビの廃プラはガス化して天然ガスに替わる原料として化学素材に変えていきます。そのプロセスでは塩素は入れたくないので、塩ビはしっかりと分別することが求められます。



図1. 建設廃プラの分別イメージ
（一般社団法人日本建設業連合会のHPより抜粋）

分別については、建設現場での教育も必要ですが、プロジェクトでは効率的な機械的分別を検討していく予定です。分別のレベルが高くマテリアルリサイクル（MR）にもっていけるもの、その一方でMRできないものは、ケミカルリサイクル（CR）するか、の検討を5年計画でスタートしています。

体制としては、廃プラ排出側の管理法、分別法、原料化および動脈産業に使用する各プロジェクトから構成されますが、塩素系に対する活動はこれから協議していくという状況です。これらプロジェクトと連携していきたいと思えます。

●脱塩素技術

吉岡研では、塩ビから塩素を引き抜く手法として、水酸化ナトリウム（NaOH、別名：苛性ソーダ）のエチレングリコール（EG）溶液中で、ある特定

の条件で反応をさせることにより、塩ビから塩素が抜ける代わりにNaOHの水酸基（構造式：-OH、別名：ヒドロキシ基）が付加される、いわゆる塩素／水酸基の置換反応に関する研究を進めてきました。反応は200℃付近で行うため、水溶液では高圧装置が必要でしたが、沸点の高いEGにすることで圧力を下げることができました。塩ビの塩素が水酸基に置換した構造だと、熱分解後にポリエーテル構造を形成し難く、油化・ガス化の収率が高くなると期待されます。

水酸基源として水酸化カルシウム（Ca(OH)₂、別名：消石灰）を用いる技術をベースとした実証プラントが関東エリアのある会社の工場敷地内に設置されています。現時点ではPETやナイロンのラミフィルム系の実証実験が先行しておりますが、2024年度以降には塩ビを用いた実験に着手される予定だと聞いております。

塩素／水酸基置換反応のメカニズムや置換後の構造解析など、研究レベルで詰めなければならないことは多々あります。ただ、医療系廃棄物（塩ビ≧40%）の油化リサイクルをかつては事業として実施していた企業がありましたので、上記実証プラントの稼働状況は今後注視していきたいと思えます。

●塩ビを用いた塩化揮発法

塩化揮発法とは、製錬技術のハロゲン化焙焼法の一つであり、有価金属を塩化物にして沸点を下げて揮発させ、飛灰に濃縮・回収する方法です。都市ゴミからの重金属分離、精錬所にて金属に還元・再生利用されている事例が多いです。塩化剤としては、一般的には塩化カルシウム（CaCl₂）などの無機塩が用いられます。吉岡研では、塩素源として塩ビを用いた研究を進めて参りました。

塩ビの分解温度と塩素化が進む反応温度域は異なるので、実際のプロセスを考慮すると種々の注意点があります。つまり、反応温度域が異なるので、分解後に発生した塩化水素が塩素化反応に関与せずに、そのままスルーして抜けてしまい、金属の回収につながりません。従って、一旦カルシウムなどでCaCl₂の形にしておくと、金属の回収を効率良く進めることができます（図4）。

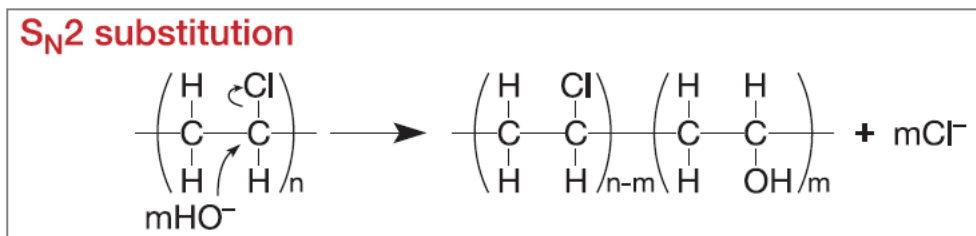


図2. 塩素と水酸基の置換反応
(S.Kumagai, T.Yoshioka, J. Jpn. Petrol. Inst., 59(6), 243-253 (2016))



図3. ブラウン管ファンネルガラス
(一般財団法人家電製品協会のHPより抜粋)

例えば、ブラウン管ファンネルガラスからの鉛の塩化揮発分離に関しては、幾つかの検討事例があるのでポイントを紹介します。塩化揮発は装置コストの点では水熱反応設備に比べると安価に済みますが、消費電力が大きいこと、および処理時間が長い、という点にまだまだ改善の余地があります。一方で、鉛の除去率は他の技術に比べて極めて高いことが特長です。これらの手法が経済的に成り立つかどうか、決して可能性が無い訳ではありません。熱の加え方という観点で、実験的には電気炉を用いていますが、最適とは言えないので、消費電力はまだまだ抑えられると考えられます。

重金属の回収ではなく、汚染物質の減容に活用している実用例があります。放射性セシウムも塩化されると揮発分離が促進されます。福島原発事故以来、解体現場等から排出される放射性セシウム汚染廃棄物を塩ビ製フレコンに詰めて輸送してきますが、このフレコン塩ビを塩素源として、また造粒剤としてCaCl₂を使い、塩素量が足りない場合は更に廃棄塩ビ製品を追加して溶解、塩化揮発処理をしています。本件に関して、事業者の講演会と意見交換会を3月に予定しています。

●最後に全体を通した吉岡委員長からのコメントを紹介します。

先日、MRM2023 国際会議（2023年12月11日～16日）（主催：Materials Research Society of Japan (MRS-J)）に参加しました。その会議において、日本の取り組みとして塩素循環検討会を紹介したところ、欧州の企業・研究者を中心に非常に興味を示され、水面下では動きが活発化しているという印象を持ちました。また、この塩素循環には、コンパウンドメーカーや塩ビに関わる業種の方々からも興味を示されていますので、本検討会を旗印にして関連する業種の皆様に参画していただき、バリューチェーンを構築していきたいと考えております。

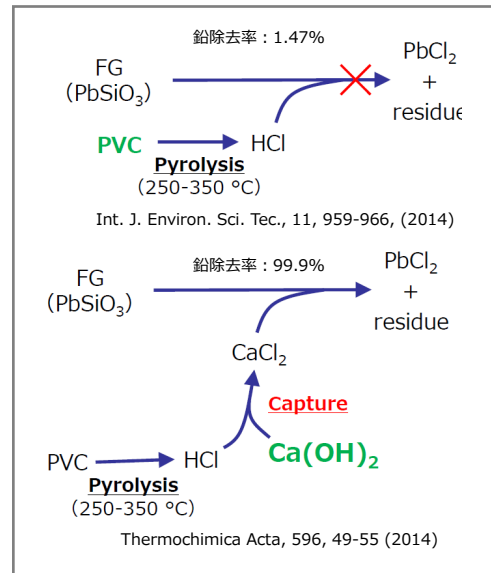


図4. 塩ビを塩素源とした塩化揮発法によるファンネルガラスからの鉛の除去

◇知ってそうで知らないシロアリの話 ⑭

株式会社テオリアハウスクリニック 平 一暁

令和6年1月1日16時過ぎ。元旦特有の、時間が止まったような、のんびりとしたひと時。今年も健康で、安全に…と思っていた次の瞬間、日本全国に恐怖と緊張が走りました。そう、能登半島地震が発生したのです。

誰もが思いました。まさか、元旦に大地震なんて…。

この震災に被災された方々には心よりお見舞い申し上げますと共に、復旧や復興に尽力されている皆様には安全に留意され、ご活躍される事を心よりお祈り致します。今回の震災は、様々な被害が見られます。津波、火災、海岸の隆起、幹線道路や鉄道の崩壊、液状化現象、ライフラインの中でも特に多くの給排水管の破損による断水、土砂崩れによる多数の天然ダムの発生…。その中でも、特に多くの犠牲者をもたらしたのは、建物の倒壊による被害でした。

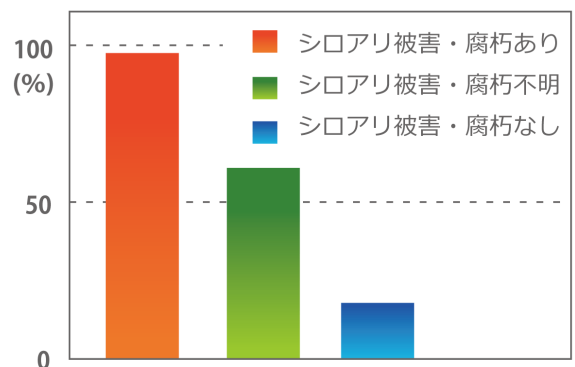
報道などを見ていると多くの建物の倒壊原因は、建物が古い、耐震性能の高い建物が少ない、木造家屋が多い、北陸特有の屋根瓦で屋根が重いなど、原因として語られています。またキラパルス的な揺れだったとか、13秒差で大きな地震が2度起きていた説など。でも、映像を見ていて思うのです。現地で見えていないので確証はできませんが、シロアリ被害もかなり影響しているのではないかと。

耐震性能が低いという事は柱や土台とのつなぎ目が脆いという事でもあり、そんな場合、多くの建物は平行四辺形の厚みが薄くなるようにペシャンと潰れるんですね。一方で、シロアリの蟻害や腐朽があって柱などの根幹が脆くなっている場合は、真下にドスンと潰れる傾向にあります。1階部分があるべき所に、2階があるような、まんま1階が潰れて消えてしまったような状態。

今から29年前に起こった阪神・淡路大震災では、次のようなデータが残っています。最も家屋倒壊の被害が多かった神戸市東灘区で、築30年未満の木造住宅をくまなく調査した結果、シロアリ被害・腐朽の無かった住宅の全壊率は20%程度。それに対してシロアリ被害・腐朽のあった住宅の全壊率は、なんと99%前後。同じ場所、同様の築年数で比較している訳ですから、この全壊率の差は、シロアリと木材の腐れが原因と言わざるを得ません。

今回のような大きな地震が起こって被害現場の映像が流れると、私はまずは床下の診断

シロアリ被害・腐朽状況ごとの全壊した建物の割合



日本建築学会近畿支部

1995年兵庫県南部地震-木造建物の被害- より

神戸市東灘区内の築30年未満 木造住宅を対象に調査
⇒シロアリ被害・腐朽のある家は9割以上が全壊



阪神・淡路大震災で全壊した建物の多くに
シロアリの被害（災害写真データベースより引用）

をしておくという習慣ができていなかったのだろうな…と、残念でなりません。耐震性能があるか否か以前に、シロアリの被害があれば大きな地震で住宅はいとも簡単に潰れてしまいます。まずはその事が日本国内の至る所で浸透しないと、同じような悲劇はまだまだ繰り返される気がしています。

それと、今回の北陸の地域では、こんなお宅が多かったような気もしています。

「もうこの家はウチらの代で終わりだから、それまでもてばいいんだよ。だから、点検（シロアリの予防施工）はいいよ。」特に人口減少地域のご高齢の方々が 많이 所では、こんな対応をされる方も多く、よってそんな放置状態の住宅も増えているのかもしれない。ただ放置住宅になる可能性は、人口減少地域、高齢者の方々の住宅だけでなく、お金がないから、時間がないから…、とメンテナンスをせずに放置すれば都市部の、若年層の住宅でも発生する可能性は多分にあるのです。



こんな床下では、大地震の前ではひと溜まりもない（写真左）、床下の束柱や大引きなどに広がるシロアリ被害（写真中央）、シロアリ被害にドライバーが簡単に刺さる（写真右）

こんな事が起こるたびに思います。やっぱり、床下のメンテナンスは大事です。シロアリの柱を喰われていたら、手で握っただけでクシャッと潰れますから…。そこで地震などが発生したら、ひと溜まりもありません。せっかく授かった生命なのですから、建物の倒壊などで消さぬよう、まずは自分の家の床下からチェックしてみましょうよ！

■ 関連リンク

- [メールマガジンバックナンバー](#)
- [メールマガジン登録](#)
- [メールマガジン解除](#)

※本メールマガジン上の文書・画像等の無断使用・転載を禁止します。



■東京都中央区新川 1-4-1

■TEL 03-3297-5601 ■FAX 03-3297-5783

■URL <https://www.vec.gr.jp> ■E-MAIL info@vec.gr.jp
