

一般社団法人日本海事検定協会 理化学分析センター

(一社) 日本海事検定協会 分析事業部 課長

人見 朋子 Tomoko Hitomi

1. はじめに

当協会は1913（大正2）年創立の「第三者検査・鑑定機関」である。主な業務は港湾運送並びに船舶安全に関わる検査・鑑定・検量・分析で、筆者は「理化学分析センター」で分析に従事している。当分析センターは、輸出入貨物や国内流通貨物の品質を証明するため、あるいは保管・輸送中に事故に遭遇した貨物について損害程度の鑑定や事故原因調査を実施することを目的として1955年に開設された（図1）。

分析部門は「有機」「無機」「食品」「事故調査」と分かれており、石油製品、原油、油脂などを原料として製造される炭化水素燃料（SAF：Sustainable Aviation Fuel、持続可能な航空燃料）、液体バイオ燃

料（バイオマスを原料として製造される燃料）、化学品、合金鉄、鉄鉱石、石炭・コークス、金属スクラップ、食材、食品、食器、容器・包装など、様々な貨物・試料を対象として国際規格および国内規格に則り、公正なデータを提供している（表1）。当分析センターは受託分析を生業としているため、顧客からの相談・要望に応えるべく、分析装置の拡充も図っている（表2）。

2. 危険物と液状化物質

当分析センターでは船舶安全法の「危険物

表1 分析センター 分析対象試料

部門	分析対象試料
有機	石油製品全般、液体バイオ燃料、化学品 など
無機	金属原料全般、固体燃料（石炭・コークス） 固体バイオ燃料、金属スクラップ など
食品	食品、食器、容器・包装、飼料、肥料 など
事故調査	異物、異臭、変形、変色、腐食、破壊、変質、 火災、燃料トラブル など

表2 分析センター 所有分析装置

原理	分析装置
分光分析	FT-IR、UV-VIS、蛍光分光計
ガスクロマトグラフ	GC-FID、GC-NPD、GC-TCD、GC-ECD、GC-FPD GC-SCD、GC-PFPD
質量分析	GCMS、GCMSMS、GC-TOFMS
液体クロマトグラフ	HPLC、LCMS、LCMSMS
無機分析	SEM-EDX、XRD、XRF、原子吸光装置、ICP 装置、IC
熱分析	TG-DTA、DSC、TG-MS
その他	CHN 計、微量硫黄計、光学顕微鏡など多数

図1 理化学分析センター外観



船舶運送及び貯蔵規則（危規則）」に則り、国際輸送される貨物の危険性評価（国連勧告試験）を実施している。例えば、貨物が引火性液体であるかの判断のために引火点や初留点を測定する。また、消防法上の危険物の判定も行っている。試験結果によって危険物に相当すると判断されれば、その貨物・商品は法に則った梱包や輸送形態、貯蔵方法が必要となる。

一方、ばら積み貨物として、粒状あるいは粉状の鉄鉱石や石炭、穀物、木材チップ、セメントなどは、貨物をそのまま船倉に積んで輸送される。これらは一定以上の水分を含むと貨物が液状化などにより、移動、船体の傾斜、転覆沈没に至る事故が報告されている。これを防ぐために、許容水分値の測定を行うことにより、同種貨物を積載する船舶の事故防止の一端を担っている。

3. 事故調査分析

100余年にわたり港湾で検査・鑑定に携わっている中で、船舶の沈没や接触事故、あるいは船上火災などの大きな事故から、コンテナ単位での着臭事故など、幅広い分野で事故の原因調査の依頼を受けている。現代は「科学的な手法による原因究明」が求められるため、分析部門の活躍の場が増えている。分析センター開設約70年の経験から、分析のノウハウや対象物質の特性、調査結果から得られた知見が蓄積され、現在は年間200件超の分析調査に対応している。例えば、異物や異臭成分の特定、機械部品の腐食・破壊・変形・変質などの原因、あるいは火災の原因など多岐にわたる。以下に、火災に関する事例を紹介し、読者が抱える問題や事故を「科学的に解決するため」の一助となるよう願うものである。

4. 火災事故の原因調査

筆者が経験した火災事故には、工場火災、バイオマス火災、商品製造時の爆発、コンテナの船上火災・爆発、ばら積み貨物の保管・輸送時のボヤなどがある。これらはすべて発火源となった物質が存在し、それが何らかの原因で着火して火災となったものである。発火源となった物質の性質を十分に理解した者が適切に保管・輸送していれば問題なかったことが、偶発的なきっかけで火災となる。

(1) バイオマス火災

近年、温室効果ガス削減のために化石燃料の代替としてバイオマス燃料が広く使用されるようになった。中でも、比較的安定供給し得るとされる木材チップや木質ペレットは輸入されることが多い。これらはばら積み貨物として船倉に何万トンも積み込まれ、運ばれてくる（図2）。船倉はハッチ（蓋）で覆われており、ほぼ密閉状態にある。まだバイオマスの輸入が少なかった20年ほど前の事案では、虫の混入が問題となり、くん蒸処理が必要となった。また、バイオマスそのものの温度が50℃と温かい状態だったことが強く印象に残っている。木質系バイオマスには様々な菌類が付着しているため、水分が多いと活発に活動（発酵）することで、それに伴いバイオマスの温度が上昇する。放熱するこ

図2 船倉内に積まれた木材チップ



とが出来ずに蓄熱し、貨物の深部で温度上昇が始まってしまうと、時にはその一部が炭化し、発煙することもある。これは船舶だけではなく、倉庫内であっても大量に保管していると（図3）、蓄熱して発火に至ることがある。ちなみにバイオマスの水分値が15%以上ではカビが繁殖し易くなると言われている。船倉内、あるいは倉庫内が温かく、外気が低温の場合、屋根や壁付近で結露が生じ、その結露水がバイオマスの上に垂れることで局所が濡れた状態となり、そこでカビが発生する。この結露水は大いに発酵の手助けにもなる。

(2) コンテナ火災

先にばら積み貨物船で自然発火する事象を紹介したが、コンテナ船においても火災が発生することがある。化学品を積んだコンテナでの火災事例が多いが、当該コンテナ周辺に積まれた貨物に火災の影響（熱変質等）が及んでいるかを判定してほしいという依頼がある。

例えば、火災コンテナに隣接したコンテナに樹脂製品が積まれていた場合、見た目には熱の影響が出ているようには見えないが、果たして本当に大丈夫なのかといった主旨の依頼である。こうしたケースでは「熱履歴」を調べることになる。熱履歴は樹脂製品に限って測定できるものであるが、樹脂は融点以下の比較的高い温度にさらされると内部で分子の配置・配列に変化が起きる。その僅かな変化を熱分析装置を使って検知し、この樹脂が最高何℃にさらされたのかを調べることが出来る。80℃までさらされていたら、商品としては損害を被っていると言っても良いかも知れない。一方、40℃程度であれば常温の範囲であり、特に問題はないと判断できる。熱分析装置とは、物質の熱特性を見ることのできる装置で、熱履歴は示差走査熱量計（DSC）を使用する。DSCはプラスチックの融点の

図3 倉庫内に平置きされた木質ペレット



測定などにも使われている。

(3) ラテックス輸送タンクの爆発

天然ゴムの原料であるラテックスはゴムの樹液に安定剤としてアンモニアを添加した商品である。この白色の乳化液はISOタンク（図4）やドラム缶詰めなどで国内に輸入されている。ある海外の港でラテックスを荷揚げし、ISOタンク内を洗浄していた時のこと。当時は硝酸水溶液で洗浄することが常であった。硝酸濃度がいつもよりも濃かったようで、残留したラテックスの乾燥片（ゴム分）と硝酸が反応しニトロ化合物が生成され、コンテナを乾燥保管している最中に突然爆発するという事故が発生した。

有機物と硝酸を混ぜることで、硝酸エステルやニトロ化合物が生成する。ニトロ化合物すなわち爆発物であるということは化学でも学習した内容である。当分析センターでも様々な薬品やサンプルを扱うため、最初の安全衛生教育の場で教示している。

(4) 商品製造時の爆発

発泡スチロールなどを製造するために必要な発泡剤の原料で、軽く加温すると自身が分解し、窒素ガスを発生させる物質がある。この化学物質を混錬し、発泡剤を製造していた工程で、窯の中で急激な分解が始まり、粉体が装置から噴出して舞い上がり、粉体摩

図4 ISOタンク



擦によって発生した静電気によって粉塵爆発が起きた事例がある。

原因は、混錬材料中に金属異物が含まれていたことであった。30 mm ほどの金属製の異物であったため混錬刃と窯の隙間に挟まってしまったことで、局所で摩擦熱が発生し、化学物質が熱分解を起こした。その分解熱により連鎖的に分解反応が進み、発生した窒素ガスによって窯の中が高圧になり混錬材料が一挙に窯外へ噴出した。材料は有機粉体であったため、窯外で粉塵爆発も発生した。

混錬材料は25 kg 紙袋に入っており、作業員はそれを一気に窯に投入した。いつもと同じ作業であったが、金属異物が紛れていることには気付かなかった。粉体材料メーカーによると、材料はふるいにかけて異物が入らないようにしているとのことであったが、なぜか大きな金属片が入り込んでしまったのである。結局、異物混入の経路は明確にならなかった。

(5) リサイクルプラスチック工場の火災

使用済みプラスチックを回収し融解してサイコロ状の塊にする工場で、夜中に火災が発生し、工場全体が大きな被害にあった。夜中の火災発生で火元がない中、プラスチック塊の自然発火が疑われた。しかし、プラスチックが自然発火するというのは若干違和感があることから、当該プラスチック塊が本当に自

然発火し得る性質を持つものであるかを明らかにしてほしいという依頼があった。

当該プラスチックは融解して塊にしており、製造直後は熱いが表面積が大きいため、すぐに放冷されるサイズであった。バイオマスのように菌類によって発熱することもない。実際、熱分析や自然発火性試験など、科学的に調査したが自然発火の可能性は否定された。

5. おわりに

日本海事検定協会は、第三者検査・鑑定機関として100年以上にわたり、港湾・運送に係る検査鑑定業務を行っている。分析部門では輸出入貨物の事故原因調査などを行っている。例えば、火災や異物・異臭の特定、腐食原因など様々な事案が舞い込み、化学分析を用いて本質的な原因究明に励んでいる。ここで事例を紹介し、事故防止の参考にしていただきたい。

ひとみともこ

東邦大学理学部学士課程終了。(一社)日本海事検定協会に入会、理化学分析センター配属。入会后、20年以上にわたり事故原因調査等に従事。現在、日本海事検定協会 分析事業部 課長。