

# R D F 事故防止対策と評価（まとめ）

R D F 事故防止対策評価委員会

平成16年3月24日

RDF 事故防止対策評価委員会(\*1)は、石川北部 RDF センターにおける No.2 貯蔵サイロの発熱事故を踏まえ、今後の RDF 事業の安全確保に資するため、RDF の製造から焼却までの過程における安全対策について評価を行った。

もとより、安全対策の実施には緊急性が求められるところであるが、対策等の評価を行うにあたって、当委員会に与えられた作業期間は約 3 ヶ月半と短かったことは否めず、十分な議論を尽くしたとは言いがたい面もある。

しかし、幸なことに、この間、RDF 関係施設の安全確保に係る国の報告書等(\*2)が随時公表されたこと、最新の分析データ等の資料(\*3)が提供されたことから、効率的に評価作業が行われたものと考えている。

以下、RDF 事故防止対策についての評価結果の概要について述べる。

## 1 発熱のメカニズムと事故原因について

発熱事故防止のため、RDF の製造から焼却までの各過程における安全対策についての評価を行うにあたり、サイロ内で発熱事象が起きる原因を出来る限り明確にしておくことが必要である。

しかし、今回の石川北部 RDF センターのサイロ発熱事故について、科学的検証をもとに原因究明を図るためには、十分なデータの積み重ねと検討期間が必要である。一方で、毎日製造される RDF の処理を円滑に進めるため安全対策の確立が急がれるところである。

そのため、本委員会では、国の報告書等を参考に、発熱のメカニズムと事故原因について、以下のように整理をした上で、対策の評価を行った。

### (1) 発熱のメカニズム

国の報告書等によると、発熱を起こすメカニズムとして以下のことが考えられる。

微生物による発酵（好気性と嫌気性がある。）

有機物の化学的酸化

無機物の化学反応（消石灰の炭酸化、アルミニウムの水和反応）

RDF 搬入時の初期温度

摩擦熱（払い出しコンベヤやバケットコンベア）

例えば、三重県の RDF 発電所の事故調査報告書では、上記のうち、とそれにくくによって発熱・発火に至った可能性が高いと指摘されているが、あくまで三重県の事故の場合に限定した上での結論である。

一方、については国の報告書等によると、これによる発熱の可能性は低いとされている。

については、石川北部 RDF センターにおける RDF 受入時に温度チェックが十分になされており、高い温度の RDF が搬入されていたとは考えられず、これによる発熱の可能性も低い。

については、2 基あるサイロのバケットコンベヤの稼動がほとんど無かったことから可能性はほとんど無いと考えて良い。

結局、石川北部 RDF センターのサイロ発熱事故においても、又はにより発熱が起きた可能性が高いと考えられる。

なお、事故時の RDF サンプルの分析結果からは、必ずしも発酵が起きたとの確証は得

られていないこと、また水分の分析結果からみて石川県の場合には発酵が原因であったとは確実に言えないとの意見もあったことを付記しておく。

しかし、現段階では発酵がなかったとの確証もなく、対策を考える上では、両方の可能性があるとして検討した方がより安全であるとの本委員会の結論に基づき、発熱メカニズムとしては、発酵と化学的酸化により自然発火が起こったものとして対策の評価を行った。

## (2) 事故原因

今回の石川北部 RDF センターのサイロ内において、発熱から燻焼（発炎を伴わない燃焼）にまで至る事象が生じた直接の原因としては、大量の RDF を長期にわたり保管したことにあると考えられる。そのために、水分増加や圧密による粉化等が進展し、自然発火がおりやすい状態になったものと考えられる。

## 2 対策（案）とそれに対する評価

### (1) RDF の性状管理

RDF の性状については、TR（Z0011）において発熱量、水分、灰分の品質が定められているが、金属含有量・全塩素分・硫黄分・窒素分・かさ密度・粉化度については、現時点で規定値は定められていないが試験した値を報告することとされている。

#### 水分

TRでは水分は10%以下に設定されている。国のガイドライン等も同様であり、これまで、石川県内のRDF関係施設においても同様の値で管理してきたところである。

対策（案）では、今後、それを5%以下として管理するとしている。RDFは断熱性が高いため、サイロ内では温度分布が生じやすく、それに伴い水分移動が起きる。

RDF製造施設が5%以下の出来る限り低い値に抑えるということで統一できるならば、保管の際に発酵しやすい水分量に上昇するまでの時間を遅らせるという意味もあり、水分管理に係る厳しい姿勢として評価できる。

#### 粉化度

粉化度については、現在のTRでは規定値はないが、RDFの性状を示す重要な指標であり、国のガイドライン等でも1～2%という値が示されている。石川県内のRDF製造施設でも2%以下を管理目標値としてきた。

対策（案）では、今後とも製造時には2%以下とし、出来る限り粉化度の低減を図るとしている。

本委員会に提出された分析結果を見ると、RDF製造時に2%以下であっても、搬出、運搬段階、あるいは専焼炉施設のサイロへの投入段階、さらにサイロにおける貯蔵時の圧密などによって、徐々に粉化が進行していくことが明らかになっている。

そのため、製造時において、粉化度の目標値をこれ以下に設定する物理的な根拠は認められず、現状の技術で可能な範囲の目標値を設定しておくことが妥当である。

要は、粉化が進まないように、大量・長期の保管を避けるようにすることが重要である。

## 温度

温度については、TRで規定されていないが、RDFの製造、保管等において適切な管理を行うため重要な指標である。

RDF製造施設においては、管理値を設定し、各製造過程で温度管理を行っている。今回のようなサイロ内の発熱事故を防止するために、製造施設側として最も重要なことは、搬出する段階でのRDFの温度管理を適切に行うことである。

国の報告書等においては、そのための対策として、製造後のRDFを十分に冷却した後には保管し、搬出する際には外気程度に冷却されていることを確認するよう指摘されている。

対策（案）でも、国の報告書等に示すと同様の配慮を行うとともに、RDF利用施設側において、設定温度を逸脱するRDFは受け入れをしないか、又は直接焼却するとしており、概ね妥当である。

なお、他県のRDF製造施設において、製造してから1日経過した後にも発熱する事例があったことから、製造したRDFをすぐに搬出するのではなく、少なくとも1日保管をした後に、通気・換気等を行うことにより外気程度まで冷却したことを確認の上で搬出すべきである。

## カルシウム添加によるpH管理

本委員会に提出された分析結果を見ると、RDF製造時には数百度に加熱されるにも係わらず、製造後のRDF中には一般細菌のほか、嫌気性細菌や好気性・嫌気性芽胞が存在することが判明しており、国等の報告書でも同様の分析結果が示されている。

いわゆるRMJ方式と呼ばれるRDF製造方法は、消石灰を混入することでアルカリ雰囲気を保ち細菌の増殖を防ぐことになっているが、各RDF製造施設においては消石灰の混入割合等にバラツキが見られる。

消石灰の混入については、RDF製造後において長期保管をせずに焼却する場合にはそれほど問題はないと考えられるが、大量・長期保管の可能性がある場合には、出来る限り発熱の原因となり得る発酵を抑制するために、国の報告書等が示すように、適切な量の消石灰を添加することが必要である。

そのことから、対策（案）では、今後は、製造施設と利用施設（専焼炉側）とで協議を行い、統一基準を設定し消石灰を添加するとしており、妥当である。

## 金属成分等

金属成分等については、国の報告書等において、摩擦熱や金属反応熱の発生は発熱原因として可能性が低いと指摘されている。現時点では基準を設定してまで管理する必要性は低いと考えられる。

対策（案）では、今後、出来る限り金属成分等の混入を避けるため、各製造組合において、家庭における分別徹底のための啓発等を行うほか、製造施設における選別施設の性能維持を図るとしており、妥当である。

## (2) RDF 製造施設における対策

RDF 製造施設においては、一般的に、ごみの受け入れから、破碎・選別、乾燥、薬剤添加、成形、冷却、保管・搬出などの各種工程があるが、専焼炉側で受け入れる際に最も重要なことは、確実に外気程度まで冷却された RDF が搬出されるようにすることである。

なお、各種工程において、発熱・発火事故を発生させないためには、基本的に国の報告書等で示されている対策や、今後国から提示される基準に準拠した対策を実施することが適切である。

その上で、TRに定める RDF の性状について、各製造施設で大きな差が出ないように共通の管理目標値を設定し、適切な頻度で分析を行ない確認していくことが必要である。

主な留意点として以下の点があげられる。

対策（案）では、ごみの受け入れ段階で、不純物や危険物が混入しないように、各製造組合において家庭における分別への啓発等を行うとしているが、排出抑制の観点からの啓発も大切である。

カルシウム添加工程について、すべての製造施設で消石灰の添加を確実に行うとともに、消石灰が十分混合できる設計となっているか確認するとしているが、さらに定期的に、製造された RDF を分析することにより大きな変動がないか確認しておくことが必要である。

保管・搬出工程については、概ね国の報告書等にある対策を実施するとしているが、貯留ホッパが1基のみの製造施設があることから、外気程度に冷却するために、できる限り複数設置とすべきである。

搬出管理については、今後、管理目標値を定め、月1回の性状分析を行い、結果を記録保存するとしており、妥当である。

## (3) RDF 利用施設における対策

### RDF 受け入れ管理

RDF の受け入れ時に全車両から無作為に試料を採取し、水分等について目視と感触で確認するほか、品質不良の RDF については、予め取扱いを定め、製造施設に戻すか、又は直接焼却施設に投入するとしており、概ね妥当である。

なお、品質不良のためサイロに貯蔵できない RDF については、分析を行うことを義務付け、その結果を報告させることが必要である。

### RDF 受入設備

RDF 受入れ設備については、受入れプラットホームは室内に設置済みであり、プラットホームのシャッターや RDF 受入れホッパにも蓋が設置してあること等から国の報告書等にある対策が実施されており妥当である。

## 保管設備

RDF の保管設備の構造やその運用については、発熱のあったサイロに係る事項であり、最も意見が多く出されたところである。

### ア 総括的事項

発熱事故が起きるまでは、サイロごとの受入量・払出量の記録や履歴管理が行われていなかったとのことである。前述のように、事故の直接の原因は大量・長期保管にあり、今後、そのようなことを確実に避けるためにも、貯蔵・保管に関する履歴管理データを記録し管理することが必要である。

### イ 容量、保管期間等

国の報告書等においては、サイロの場合、複数基を設置するとともに、1基当たりの容量を小さくする必要があると指摘されている。

石川北部 RDF センターでは、現状で複数基を設置しているものの、サイロ1基当たりの容量は約5,000立方メートルと大きいため、2基あるサイロを有効に活用し、1回の貯蔵量をできる限り少なくすることで実質的に容量の小さなサイロとして運用していく必要がある。

同センターからは、そのための運用計画が提出され、委員会における意見をふまえて、何度かの修正が加えられたところである。

最終的に提出された運用計画においては、各サイロにおける貯蔵量、貯留期間の削減方法について改善が見られるが、実際の施設の運用時には、搬入量や焼却炉の能力等の変動が考えられる。従って、それらに対応する形で、今後とも貯留量の平滑化や貯留期間の短縮等に努めていくことが必要である。

また、サイロの貯留パターンについては、焼却炉やボイラー・タービンが順調に稼動することが前提となっているが、これらの施設の稼動に不測の事態が起きた際には、製造施設側において一時保管を行うなどの対応策を予め検討しておくことが必要である。

なお、国の報告書等においては、やむを得ず長期保管する際、切り返しや入れ替え等により放熱する方法が示されている。石川北部 RDF センターでは、サイロに設置してある循環ラインにより切り返しや入れ替えを行うことが可能であるが、RDF の先入れ先出しや、履歴管理ができなくなることから、まず蓄熱防止のため窒素の注入や換気等を行うとともに、運用計画とは異なる長期保管の状況が発生した場合には、製造施設側における一時保管により対応する必要がある。

### ウ 湿潤防止対策、酸化・蓄熱防止対策

国の報告書等においては、長期保管せざるを得ない場合は、酸化・蓄熱の防止のためにサイロ内に窒素ガスを充填することが示されている。

湿潤防止対策のためには、除湿装置により乾燥空気をサイロ内に送り込むことも有効であるが、万が一、酸化・発熱が生じた場合には酸素を供給することが発熱を促進させる危険性もあることから、常時窒素ガスの充填による対策が安全で、効果的であると考えられる。そのためにも、早急に窒素充填設備を整備することが必要である。

なお、窒素充填設備を整備するまでの間は、外気による換気を適切に行うとともに、天候状況に留意しながら、温度が高い時期や結露が発生する可能性がある時期には、例えば、焼却炉の補修時期をずらすなど、大量・長期保管を避けるための工夫をする必要がある。

## エ 計測装置

国の報告書等では、サイロ内における異常の早期発見のため、サイロ内のガス濃度や温度等について、24 時間体制で連続監視することが指示されているが、石川北部 RDF センターでは、現在、サイロ内の温度のほか一酸化炭素や炭化水素等のガス濃度、さらに湿度の測定装置を設置して監視を行っており、早急な対応として評価できる。

サイロ内の RDF が嫌気性発酵をした際には水素の発生が考えられるが、水素は非常に拡散しやすく、よほどの密閉構造でない限り貯蔵されないことから検出は極めて困難であると考えられる。

発酵の有無については、その他のガス濃度や温度等による測定によって監視をしていくことが必要である。

なお、サイロ内の RDF の温度計測については、サイロの壁に沿って温度計が配置されているが、さらに、貯留している RDF の中心部の温度計測ができるよう工夫すべきである。測定された温度等のデータの積み重ねによって、サイロの温度管理体制が十分かどうかの検証をしていく必要がある。

## オ 消火設備

消火設備については、これまで消防機関との協議が行われているが、さらに、今後示される国の基準等に準拠していくことが適切な対策となる。

### (4) 発熱・発火時の対応

サイロにおいて発熱・発火が起きた際には、鎮火や RDF の払出しが非常に困難になるので、その段階に至る前に、わずかな温度やガス濃度の変化による兆候を把握できるようにしておくことが必要である。そのためには、温度やガス濃度、湿度等を自動計測することが適切である。

事実、発熱事故当時の温度計のみのデータからでも、データ処理の仕方によっては、発熱の発見時よりも1ヶ月以上前から、その兆候があったことを発見できた可能性があると言われている。その反省点もふまえて、自動計測結果から、わずかな温度やガス濃度等の変動を発見できるように、モニターの方法やデータ処理方法等について、さらに工夫を重ねることが必要である。

そのほか、発熱にまで至ってしまった以降の段階における対応については、国の基準に準拠する必要があるが、その際には、消防機関と協議の上、緊急時マニュアルを整備しておくことが必要である。

#### 緊急時の組織体制

緊急時の組織体制やマニュアルについては、この安全対策に係る評価のとりまと

め結果等を踏まえ、必要な見直しを図るべきである。

また、その際、異常時の対応に係るレベル等の管理目標は安全側に設定するよう留意すべきである。

(5) RDF 関連施設の運営体制の整備

RDF の関連技術については、現状では、未だ十分な基礎的データが得られていない。

そのために、RDF の製造や焼却に関する技術情報だけでなく、事故や対策に関する情報や計測データについて、全国の RDF 関連施設との間で共有する等の連携を図っていくことが望ましい。

さらに、RDF 関連施設の安全対策を徹底することにより、住民の安心を確保していくためにも、情報公開を進めるとともに、監視体制への住民参加を一層進めていくことが必要である。

\* 1 RDF 事故防止対策評価委員会 名簿

区 分	氏 名	所 属	備 考
委員長	林 良茂	金沢大学工学部物質化学工学科教授	酵素反応
委 員	山崎 正和	独立行政法人 産業技術総合研究所 エネルギー利用研究部門 副研究部門長	燃焼工学
委 員	鶴田 俊	独立行政法人 消防研究所 基盤研究部 特殊火災研究グループ長	安全工学
委 員	安原 昭夫	独立行政法人 国立環境研究所 循環型社会形成推進・廃棄物研究センター 循環資源・廃棄物試験評価研究室長	廃 棄 物
委 員	武元 文平	石川北部アール・ディ・エフ広域処理組合長  (七尾市長、七尾鹿島広域圏事務組合長)	
委 員	東方 俊一郎	石川県環境安全部長	
オブザーバー	新行内 俊男	総務省消防庁 危険物保安室 課長補佐	
オブザーバー	瀬川 道信	環境省大臣官房 廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課 課長補佐	
計	8名		

## \* 2 国等の報告書

1. 三重県ごみ固形燃料発電所事故調査専門委員会,「ごみ固形燃料発電所事故調査最終報告書」,平成15年11月22日
2. 経済産業省総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会電力安全小委員会ごみ固形燃料発電所事故調査ワーキンググループ,「電力安全小委員会ごみ固形燃料発電所事故調査ワーキンググループ報告書」,平成15年12月15日
3. 環境省ごみ固形燃料適正管理検討会,「ごみ固形燃料の適正管理方策について」,平成15年12月25日
4. 総務省消防庁,「ごみ固形化燃料等関係施設の安全対策調査検討報告書」,平成15年12月
5. 新エネルギー・産業技術総合開発機構,三重県企業庁,「環境調和型エネルギーコミュニティ事業調査「発電用燃料としてのRDF適合性等調査」」,平成7年3月
6. 新エネルギー・産業技術総合開発機構,三重県企業庁,「環境調和型エネルギーコミュニティ形成促進高効率廃棄物発電(一廃RDF利用)事業化FS調査「RDF発電所基本設計仕様等調査」」,平成8年3月
7. 新エネルギー・産業技術総合開発機構,株式会社たくぎん総合研究所,「北海道におけるRDF化による廃棄物エネルギー利用可能性調査」,平成8年3月

## \* 3 分析データ等

1. 石川県環境安全部, RDFの性状分析結果について,平成16年2月23日
2. Hitz 日立造船株式会社環境事業本部システム本部計画設計部,「石川北部RDFセンターNo.2RDF貯蔵サイロ異常発熱事象RDFサンプルの分析結果」,平成16年2月10日