

5 R D F 等の発熱・発火要因の検討

(1) 発熱要因

R D F 等関係施設の発熱・発火事例等から R D F 等の発熱要因としては、次のものが考えられる。

ア 微生物の発酵による発熱

微生物や酵素の作用による発酵による発熱は 70℃以上に達し、不安定な分解生成物を生ずる。この時点で微生物や酵素の働きは、ほとんど死滅するか不活性化または分解する。堆肥の製造においては 93℃に達する場合も報告されている。

イ 有機物の化学反応による発熱

R D F は、生ごみなどの有機物が主成分であることから、含有される油分等が空気中の酸素と反応して分解し、その際に発熱する可能性がある。化学的酸化により発生した熱が R D F に蓄積されると、さらに有機物の酸化を促進し、温度が上昇する可能性がある。

ウ 無機物の化学反応による発熱

R D F に含まれる無機物としては、製造時に添加される生石灰・消石灰があり、生石灰は水と反応し、また、消石灰は空気中の二酸化炭素と反応し、反応時に発熱する。さらに、R D F は、廃棄物を原料としているため、製造工程で分離できなかった金属類が混入している可能性もあり、金属類の酸化反応に伴う発熱の可能性もある。

エ 摩擦

R D F 等成形時または排出時に摩擦熱が生じ、これが蓄積される可能性がある。

このほか、R D F 乾燥工程における過乾燥、冷却不足などにより、加温状態の R D F が集積されることにより発熱が加速されるおそれがある。

(2) 熱発火理論式による自然発火温度(T_c)の推算

発火現象を扱った熱発火理論には、Semenov、Frank-Kamenetskii、Thomasの理論がよく知られている。RDFは、固体で熱伝導率が小さいため、保管している際、系の内部は温度分布が存在する。したがって、Frank-Kamenetskii理論を適用することが適当であると考え、今回はFrank-Kamenetskiiの熱発火理論式を用いて、RDFの自然発火温度と堆積高さとの関係を調べた。

Frank-Kamenetskiiの熱発火限界条件式は非断熱条件下における反応に基づく発熱過程と熱損失過程の間のバランスに基づいて成立している。今回は、反応が一次と仮定し、熱発火限界に関するFrank-Kamenetskiiパラメータ δ_c は以下の関係式で表される。

$$\delta_c = \frac{\Delta H \cdot E \cdot r^2 \cdot A \cdot C_0}{\lambda \cdot R \cdot T_c^2} \exp\left[-\frac{E}{R \cdot T_c}\right] \quad (1)$$

(1)式の両辺において自然対数を取り整理すると(2)式となる。

$$\ln T_c + \frac{E}{2R \cdot T_c} = \ln r + \frac{1}{2} \left[\ln \frac{\Delta H \cdot A \cdot E \cdot C_0}{\delta_c \cdot \lambda \cdot R} \right] \quad (2)$$

ここに、 T_c は限界発火温度で、 δ_c は限界Frank-Kamenetskiiパラメータである。 r [m]、 λ [$\text{J s}^{-1} \text{m}^{-1} \text{K}^{-1}$]は堆積している物質の寸法因子(半径或いは長さ)と熱伝導率である。 ΔH [J mol^{-1}]、 C_0 [kg m^{-3}]、 R [$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$]は、試料の反応熱、反応濃度、気体定数である。 E [J mol^{-1}]、 A [$\text{mol m}^{-3} \text{s}^{-1}$]は当該発熱反応の速度定数の見掛け活性化エネルギーおよび頻度因子である。

RDFの反応熱は、着火温度での発熱量と相当すると想定し、TG曲線からRDFの着火温度240℃時の分解率は5.5%であるため、発熱量は分解率と比例すると考え、反応熱は発熱量の5.5%とした。反応濃度は、RDFのかさ密度と相当すると取り扱っていた。

活性化エネルギーと頻度因子は、TG分析の結果に基づいて、下記の方法で計算した。

RDFの反応速度パラメータの解析にあたって、次式のような1次反応モデルで表されるものと仮定した。

$$dx/dt = k(1-x) \quad (3)$$

ここの x は、総重量減少に対する割合(無次元)である。

また、反応速度定数 k は次式のようなArrheniusの式で示される。

$$K = A \exp(-E/RT) \quad (4)$$

(4)式を(3)式に代入し、両辺の自然対数を取って整理すると(5)式を得られる。

$$\ln\left[\frac{1}{1-x}\right] dx/dt = \ln(A) - E/RT \quad (5)$$

ここで、 dx/dt 、 x 、 T は熱分析曲線から求めることが出来、式(5)の左辺の値を縦軸に、 $1/T$ を横軸にとりプロットすれば直線が得られる。得られた直線の傾きから活性化エネルギー E 、さらに切片より頻度因子が得られる。

表1に示したRDFの各パラメータを式(2)に代入し、RDFの堆積厚さと限界発火温度の関係を計算した。

図1は、RDFの堆積状態、つまり限界 Frank-Kamenetskii パラメータの変化が RDF の堆積厚さと限界発火温度の関係に及ぼす影響を示している。同様な堆積厚さについて、無限平板と仮定する場合のほうが限界発火温度が低い。

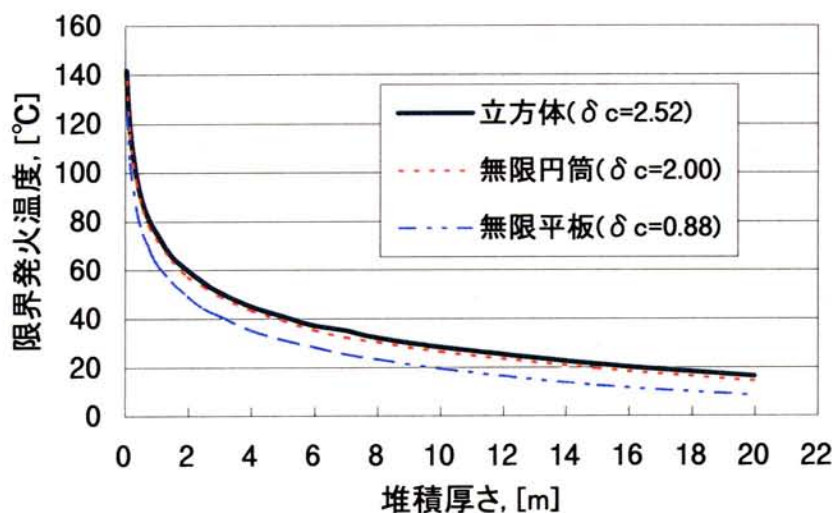


図1 限界 Frank-Kamenetskii パラメータの変化が RDF の堆積厚さと限界発火温度の関係に及ぼす影響

表1 RDFの各パラメータ

パラメータ	単位	値
Frank-Kamenetskii パラメータ, δ_c	[無次元]	無限平板: $\delta_c=0.88$ ^[1]
		無限円筒: $\delta_c=2.00$ ^[1]
		立方体: $\delta_c=2.52$ ^[2]
活性化エネルギー, E	[kJ mol ⁻¹]	89.82 ^[3]
頻度因子, A	[s ⁻¹]	3.60×10^5 ^[3]
気体定数, R	[J K ⁻¹ mol ⁻¹]	8.314
反応熱, ΔH	[J kg ⁻¹]	1.26×10^6 ^[4]
かさ密度, ρ	[kg m ⁻³]	421 ^[5]
熱伝導率, λ	[J s ⁻¹ m ⁻¹ K ⁻¹]	5.87×10^{-2} ^[5]

[1] 平野敏右, "燃焼学" p101, 海文堂(1986)

[2] H.G. Fisher and D.D.Goetz, "Determination of self-accelerating decomposition temperature

for self-reactive substances", pp183-194, J. Loss Prev.Process Ind., vol.6, No.3(1993)

[3] 東レのTG分析データ(150-240°C)に基づいて計算した

[4] 東レの分析結果(発熱量の5.5%と想定した)

(TG曲線からRDFの着火温度240°C時の分解率は7.5%であるため)

[5] 東レの分析結果

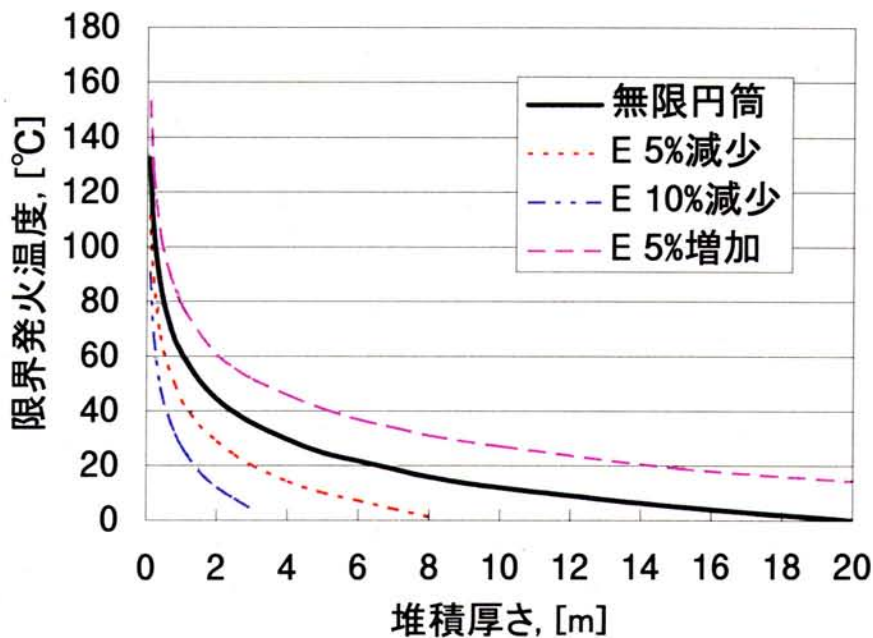


図2 活性化エネルギーの変化が RDF の堆積厚さと限界発火温度の関係に及ぼす影響

図2は、活性化エネルギーの変化が RDF の堆積厚さと限界発火温度の関係に及ぼす影響を示している。式(2)からも分かるように、活性化エネルギーの変化は各パラメータの影響と比較して著しい大きい。例えば、堆積厚さが 2 m の場合、活性化エネルギーが 10 % 減少しても、限界発火温度が 45°C から 12°C まで低下した。

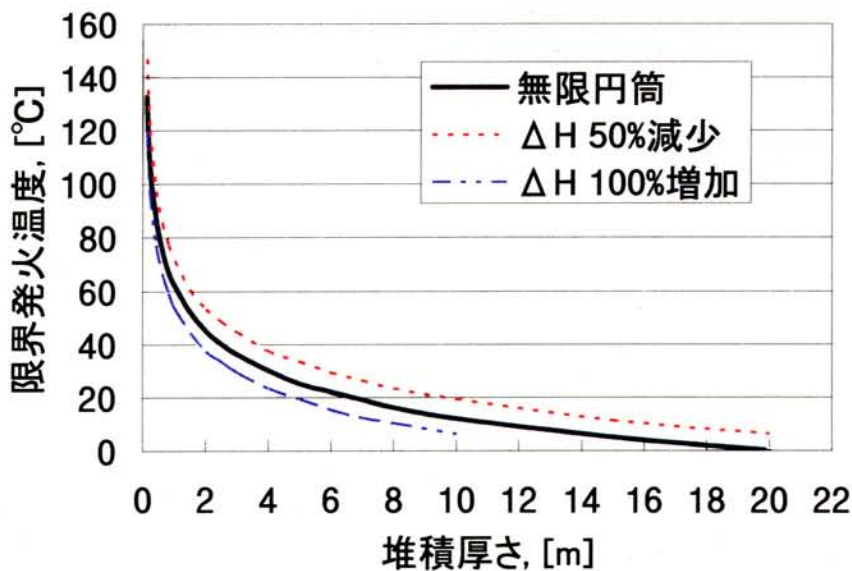


図3 反応熱の変化が RDF の堆積厚さと限界発火温度の関係に及ぼす影響

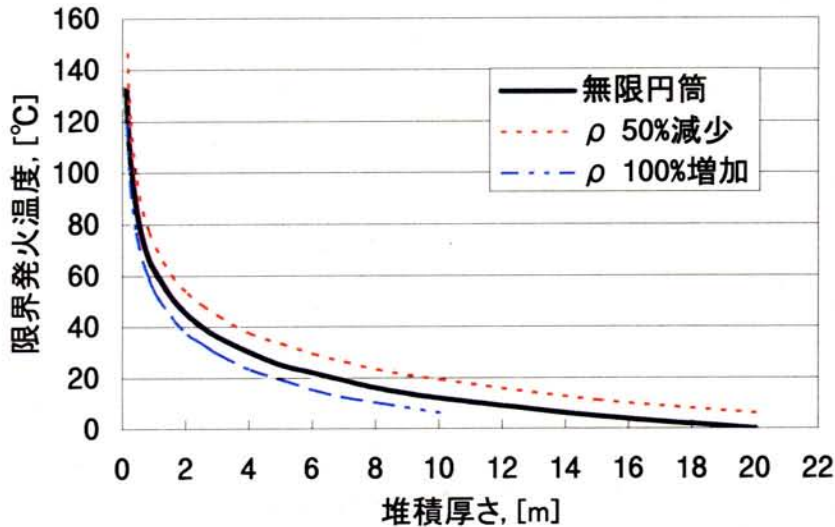


図4 かさ密度の変化が RDF の堆積厚さと限界発火温度の関
係に及ぼす影響

図3と図4は、それぞれ、試料の反応熱及びかさ密度の変化が RDF の堆積厚さと限界発火温度の関係に及ぼす影響を示している。試料の反応熱は大きいければ大きいほど限界発火温度が低い。かさ密度の影響も同様な傾向である。

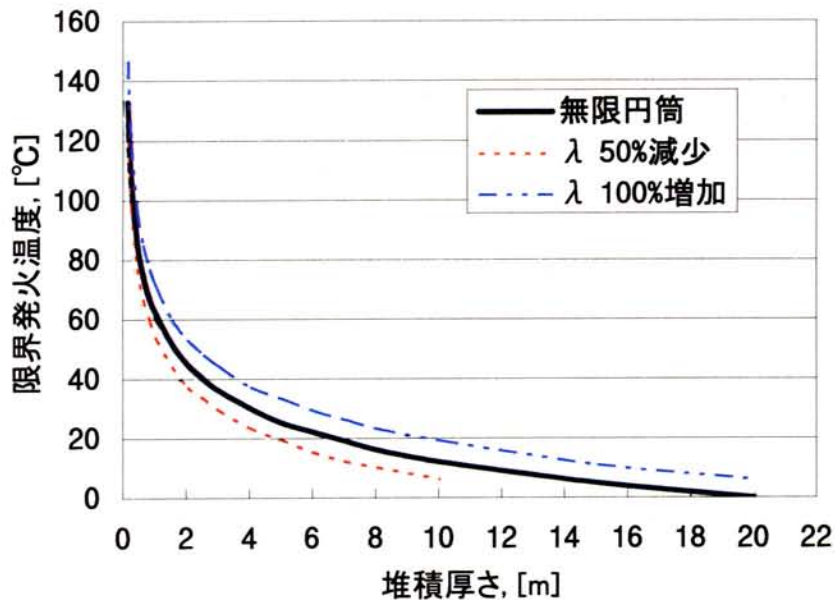


図5 熱伝導率の変化が RDF の堆積厚さと限界発火温度の関
係に及ぼす影響

図5は、試料の熱伝導率の変化が RDF の堆積厚さと限界発火温度の関係に及ぼす影響を示している。

熱伝導率の増大と共に限界発火温度が高くなる。したがって、熱伝導率が低いもののほうがより危険であり、限界発火温度が低い。

(3) 三重ごみ固形燃料発電所事故の推定される火災発生機構

三重県多度町RDF発電所火災事故では、三重県の報告書によると下記のような時間経過で火災・爆発が起きている。平成14年12月と平成15年7月－8月の火災では、RDF貯蔵槽上部から水蒸気らしきものを視認してから1週間～2週間の間に発煙、火炎を確認している。およそ100℃で水蒸気発生、およそ240℃でRDF着火と考えると100℃から240℃まで温度上昇し、その後エスケープ部までRDF層内の空気流をさかのぼって延焼したと推定できる。

生物学的発熱は、100℃を超えることはないと考えられる。よって、室温近傍からおよそ80℃まで生物学的発熱でRDFの昇温が開始し、温度上昇に伴い酸化反応等によりRDFの昇温が継続し、100℃近傍で生物学的発熱が終息した後は、酸化反応等によりRDF着火に到ったと推定できる。

RDF貯蔵槽と周囲には温度差が生じた場合、熱の移動に伴い、RDF貯蔵槽内で流れが生じ、水分の移動が起こる。冬の室内で夜間窓やドアなどに早朝見られる結露がRDF貯蔵槽内で起きたと考えられる。RDF貯蔵槽内に正味の水分持込がない場合でも、温度差が生じれば水分の移動が起こり局所的に吸湿し、生物学的発熱が開始すると考えられる。

平成14年11月4日 RDF受け入れ開始

平成14年12月10日 RDF貯蔵槽上部ガス抜きベントから水蒸気らしきものを視認

平成14年12月18日 RDF貯蔵槽底部コンベアから発煙を視認

平成14年12月23日 RDF貯蔵槽エスケープ部下部隙間に炎を視認

平成14年12月24日 RDF貯蔵槽センターコーン部に開口を設け一晩注水を継続

平成14年12月25日 RDF貯蔵槽センターコーン部に注水を継続

平成14年12月26日 RDF貯蔵槽センターコーン部に注水を継続、RDF排出作業実施

平成15年2月8日 RDF排出作業完了

平成15年2月26日 RDF貯蔵槽使用再開

平成15年6月10日 定期点検後、RDF貯蔵槽使用再開

平成15年7月2日－7月10日 鈴鹿市内倉庫内に長期保管されていたRDF投入

平成15年7月19日 鈴鹿市内倉庫内に長期保管されていたRDF投入

平成15年7月20日 RDF貯蔵槽上部から水蒸気らしきものが発生しているのを発見

平成15年7月21日 RDF貯蔵槽への受け入れ及び貯蔵槽からボイラへの供給を停止

平成15年7月27日 RDF貯蔵槽上部から火を確認

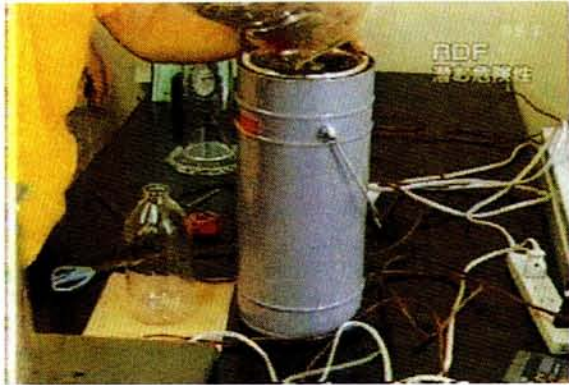
平成15年8月5日 RDF貯蔵槽下部で火

平成15年8月14日 爆発事故発生エスケープ部下部の開口部等からRDFが外部に噴出

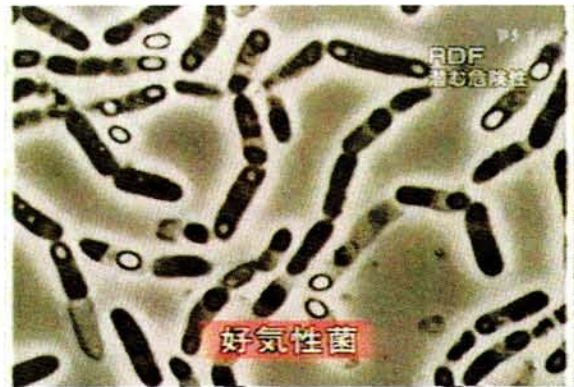
平成15年8月19日 RDF貯蔵槽で爆発発生

RDFの微生物と発酵による発熱・水素発生

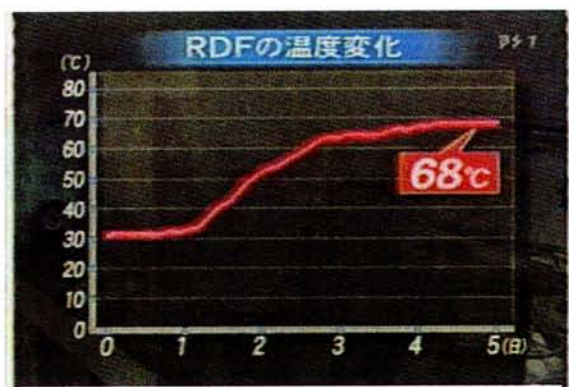
三重大学 大宮邦雄



魔法瓶を使った発熱実験



RDFに増殖した好気性菌



好気性菌による発熱



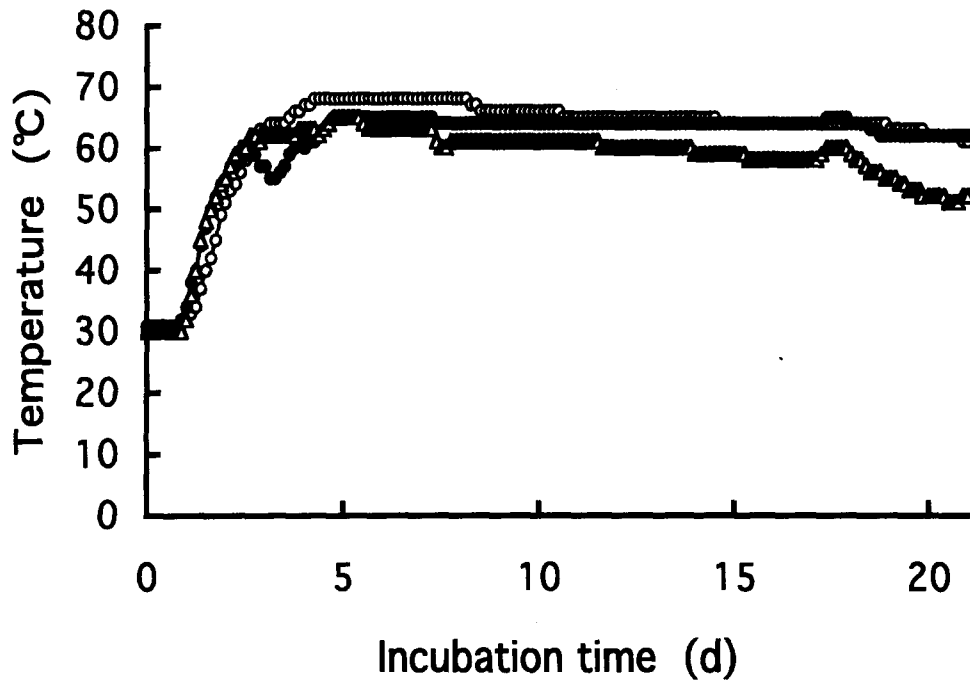
好気性菌の後に増殖した嫌気性菌



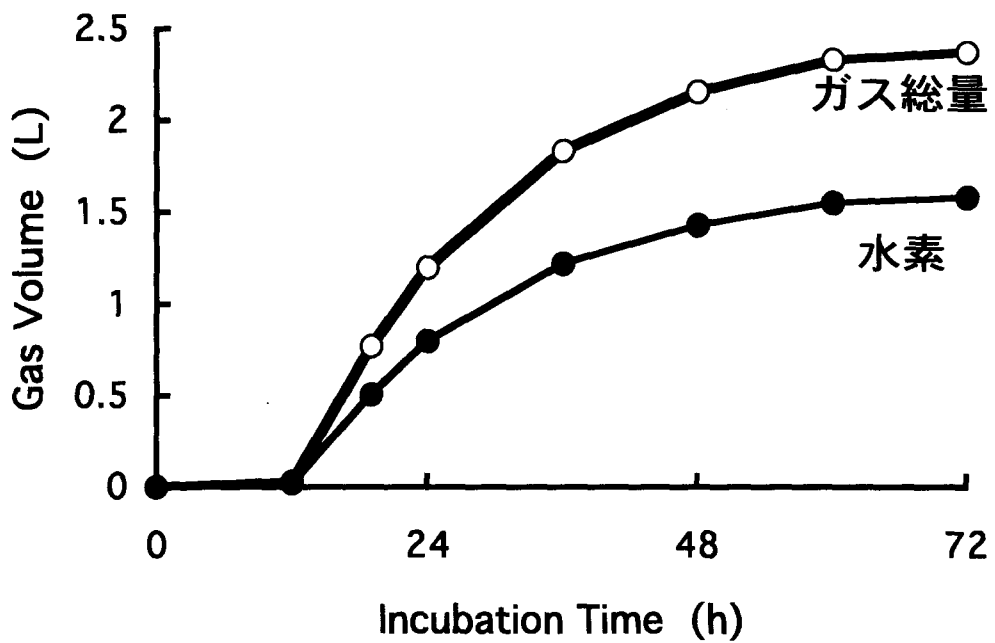
嫌気発酵による可燃性ガスの発生実験



可燃性ガスの発生



20%水分添加時のRDFの発熱温度



RDFから発生した水素ガス

Table I. Viable Cell Numbers in RDF Samples.

Sample	pH	Aerobes	Anaerobes (cfu / g)	Facultative anaerobes
RDF1	8.33	3.2×10^6	2.2×10^5	1.1×10^5
RDF2	6.93	1.4×10^5	1.4×10^4	1.0×10^4
RDF3	9.68	1.9×10^5	1.4×10^4	7.0×10^3

参考実験 2

X線 CT 検査装置による RDF の分析

概要

X線 CT 検査装置は、X線を用いて物体の透過画像を作成し、その透過画像をもとに計算機によって断面画像を再構成します。X線を用いているため物体を分解したり、切断することなく内部の構造を見ることができます。この特徴を生かし、文化財や重要物品の検査に用いられています。この装置は、金属、コンクリート等の構造物の検査を目的として設計されています。そのため医学用に比べ高い透過性能と空間分解能を得るため 3 MeV の加速器を X線源として用いています。また小規模の燃焼実験が可能ないように防塵、防ガスも考慮されています。

断層撮影の原理

断層撮影の原理を図 1 に示します。コンピュータ断層撮影 (Computed Tomography : CT) 法は 1 次元のデータから 2 次元の断層像を再構成する手法であり、データ収集と画像再構成演算の 2 つのプロセスからなります。

(1) データ収集

被検査体を挟むように X線源 (線形加速器) と X線検出器を配置し、被検査体を回転させることによって、被検査体のあらゆる方向からの X線透過強度を測定します。

(2) 画像再構成演算

すべての測定データが画像処理装置に転送され、画像処理の演算を行い、CRT に断層像として表示されます。

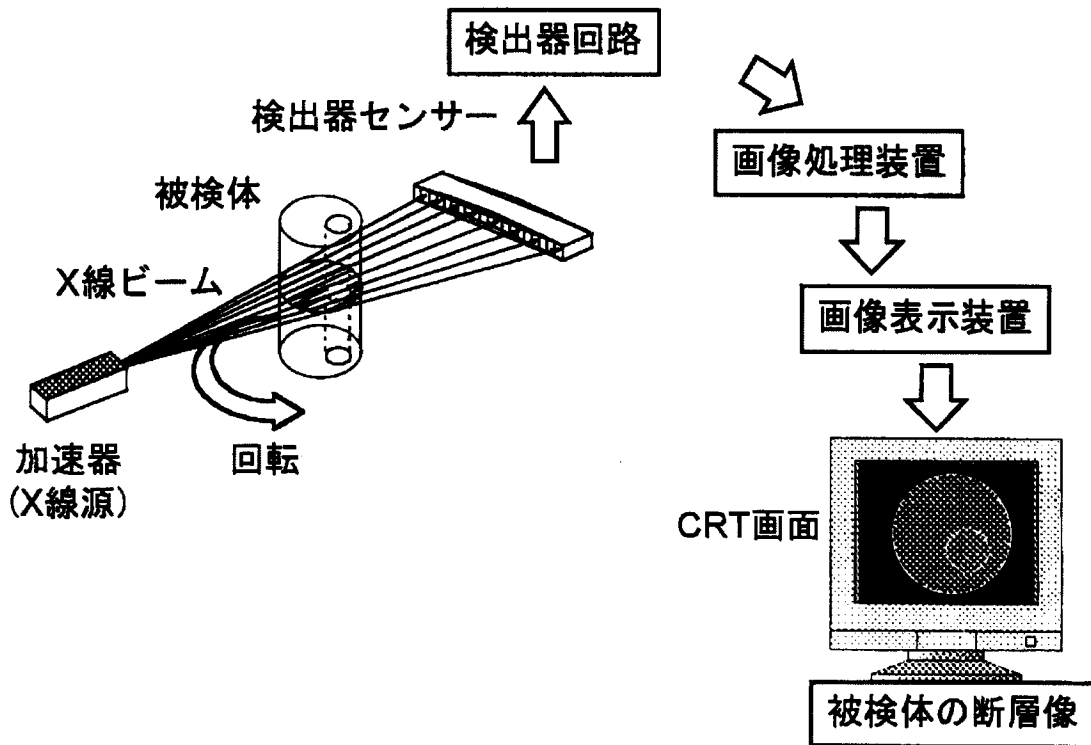
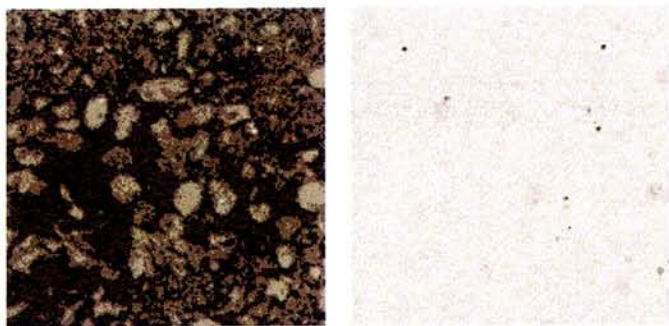
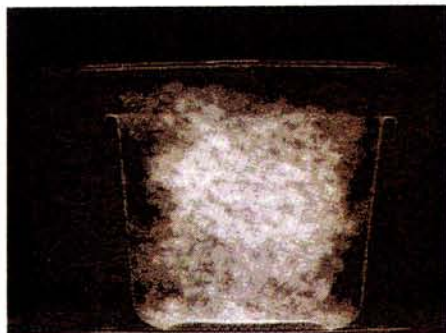


図 1 断層撮影の原理

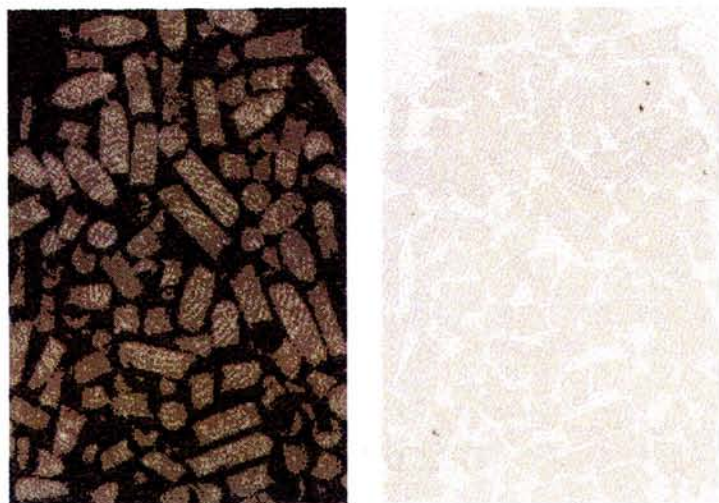


← 15.8 cm →
 図1 発災したサイロから取り出した RDF の断層像
 右の画像は左の画像を処理し、密度の大きい部分を強調したもの



← 撮影位置

図2 発災したサイロから取り出した RDF の透過像
 断層像の撮影位置を矢印(←)で示した



← 16.7 cm →

図3 製造されたがサイロに運び込まれなかった RDF の断層像
 右の画像は左の画像を処理し、密度の大きい部分を強調したもの



← 撮影位置

図4 製造されたがサイロに運び込まれなかった RDF の透過像
 断層像の撮影位置を矢印(←)で示した

参考実験 3

RDF 蓄熱発火実験

1 実験目的

RDF が、一定の水分を含んだ場合、生物学的な発熱などにより温度上昇することが知られている。断熱性の高いデュワー瓶中で水分を添加した場合 81℃程度まで昇温することが、三重県の実施した実験で観察されている*。約 3cm 厚みの発泡スチロールで断熱した実験も約 60℃に達することが三重県の実施した実験で観察されている*。米国 EPA の資料では、都市ごみの堆肥化の過程で温度が 93℃程度まで昇温すると書かれている⁺。

一方、生物学的な発熱は、生物の生育条件から 100℃以上に昇温することは想定しにくい。また、化学反応による発熱は、150℃あるいは 125℃以上でなければ昇温を引き起こさないと報告されている。150℃以上に昇温し、温度上昇が継続した場合、RDF の発火温度とされる 240℃に到達すると考えられる。そこで、90℃程度から 130℃程度まで昇温する機構が存在するか検証することが望まれている。

文献調査の結果、蓄熱発火により昇温する機構が最も可能性が高いと推定された。蓄熱発火限界温度は、試料の代表長さが大きいほど低くなる。試料の代表長さの三乗に比例し試料重量は増加する。そのため、発火条件が成立するまでの時間が長くなり、条件によっては可燃性気体が大量に生成し、ガス爆発を起こす恐れがある。文献調査から予測された蓄熱発火発生温度が 95℃となる直径 300mm の容器を用い実験を行った。実験では、温度記録から熱暴走の発生を蓄熱発火開始とした。

*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

+Composting of Yard Trimmings and Municipal Solid Waste, U.S.EPA, May, 1994

2 実験

内径 300mm、高さ 410mm のステンレス製円筒容器を外周部から高温空気で加熱し、実験を行った。実験装置を図 1 に示す。高温空気の温度は、熱電対で計測し、温度制御装置が目的値に維持した。

ステンレス製円筒容器内の温度は、中心軸に底面から 75mm 間隔で 5 本のシース熱電対で計測した。充填した RDF の上部の温度は、ステンレス製円筒容器の上部に被せた断熱材下部に設けたシース熱電対で計測した。ステンレス製円筒容器の底面から 150mm の平面内で中心軸から 75mm 毎にシース熱電対を設けた。高温空気の温度は、ステンレス製円筒容器周囲の流路出口でシース熱電対で計測した。熱電対の位置は、図 2 に示す。温度計測は、30 秒毎に全測定点を計測した。流路出口での高温空気温度は、定常状態で温度制御装置の目的値から数度低くなっていた。

ステンレス製円筒容器と周囲流路は、断熱材で多層被覆し、赤外放射温度計で外部から計測し、熱損失発生部を断熱材でさらに被覆した。

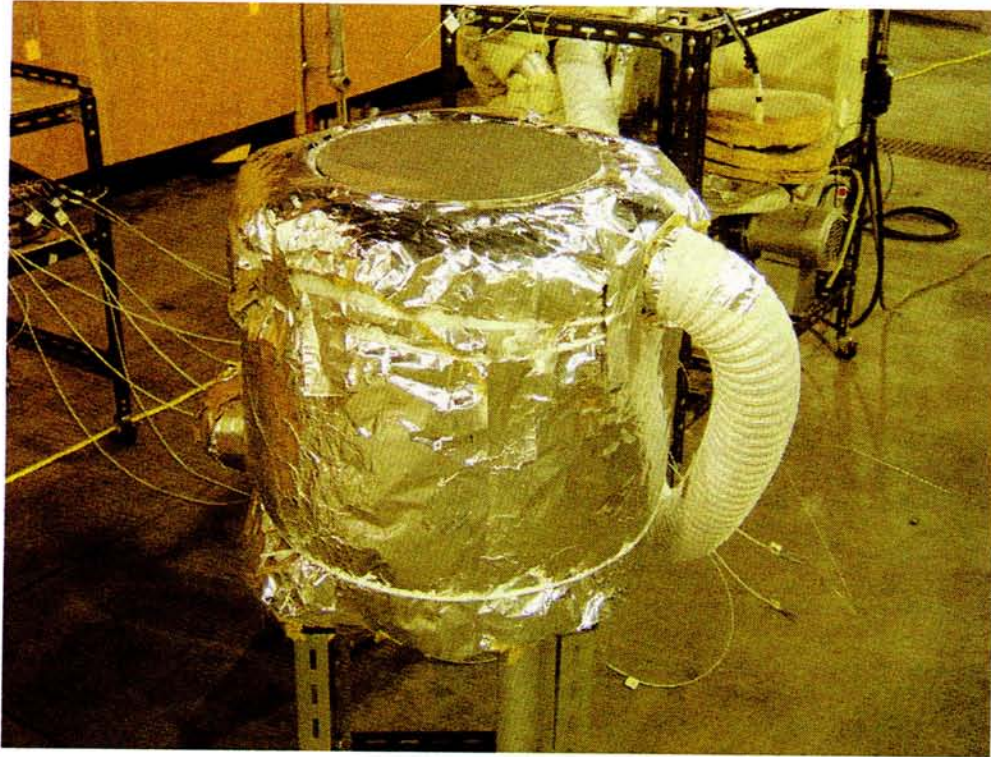


図1 実験装置

初回の実験では、高温空気の温度を階段状に上昇させた。これは、短時間に RDF を昇温し、大まかな発熱挙動を把握するためである。初回の実験では、昇温速度を大きくしたため、内部に温度不均一が生じている。

加熱中のステンレス製円筒容器は、二台の可視カメラ、一台の赤外カメラで常時撮影し、長時間録画可能な VTR で録画した。

実験は、RDF およそ 13kg をステンレス製円筒容器に充填し、上部を断熱材で被い、断熱材の上にガス計測用試料ガス採取配管を取り付けた。RDF 層の高さは、およそ 350mm であった。試料ガスは、1 L / 分で吸引した。RDF 層内を通過したガスを捕集できるわけではないが、一酸化炭素濃度は周囲での作業安全確認の目的で目安として用いた。試料ガス中の一酸化炭素濃度は、連続計測した。二酸化炭素濃度は、見回り時にパネルメータで読み取った。

RDF 内部の温度が、150℃に達した段階で蓄熱発火が起きたと判断し、高温空気用ヒーターを切り、ステンレス製円筒容器内に空気を注入し冷却した。空気注入による冷却が有効でない場合には、断熱材を取り外し、ステンレス製円筒容器内に水を注入し、RDF を水没させた。

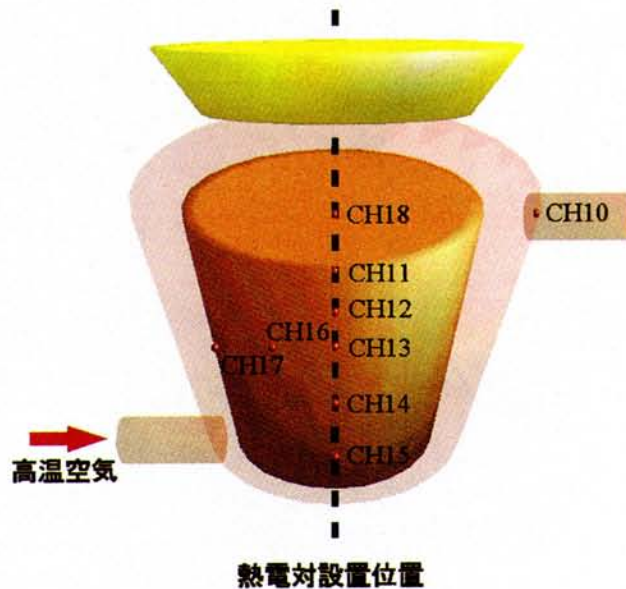


図2 実験装置概略図

3 実験結果

温度計測結果を図3に示す。横軸は、2003年11月13日14:00:00からの経過秒数である。実験期間は、およそ200000秒(約2.3日)である。縦軸は、温度である。120000秒まで段階的に高温空気温度を上昇させた。高温空気出口流路温度CH10を見ると階段状の変化がよくわかる。

160000秒付近において実験場内の悪臭物質濃度が高くなり、換気を行った。その結果、急激な外部温度変化が生じ、温度分布に擾乱が生じている。190000秒付近でヒーターを切ったことにより急激な温度低下が生じている。

ステンレス製円筒容器の壁面に近いCH17は、高温空気温度の変化に追従している。ステンレス製円筒容器底部のCH15も高温空気温度変化に比較的よく追従している。CH15のすぐ上に位置するCH14の温度は、190000秒付近で加熱用空気温度より低くなっているが、CH11、CH12、CH13、CH16、CH17、CH18の温度は、加熱空気温度より高くなっている。このことからRDFの発熱により自己加熱が起きたことがわかる。

温度記録を見ると壁面から離れた位置の温度は、加熱空気温度変化の影響を受けにくいことがわかる。壁面から離れたCH12、CH13の温度記録を見ると100℃付近で曲線が下に凸となり、内部発熱による温度上昇速度の増加が見られる。同様の温度上昇速度の増加は、125℃付近にも見られる。190000秒以降、RDFを冷却したとき、CH11、CH12、CH13の位置では、再度温度上昇が起きている。RDF層の厚み150mm程度であれば自己発熱が、非断熱条件でも起きることがわかる。

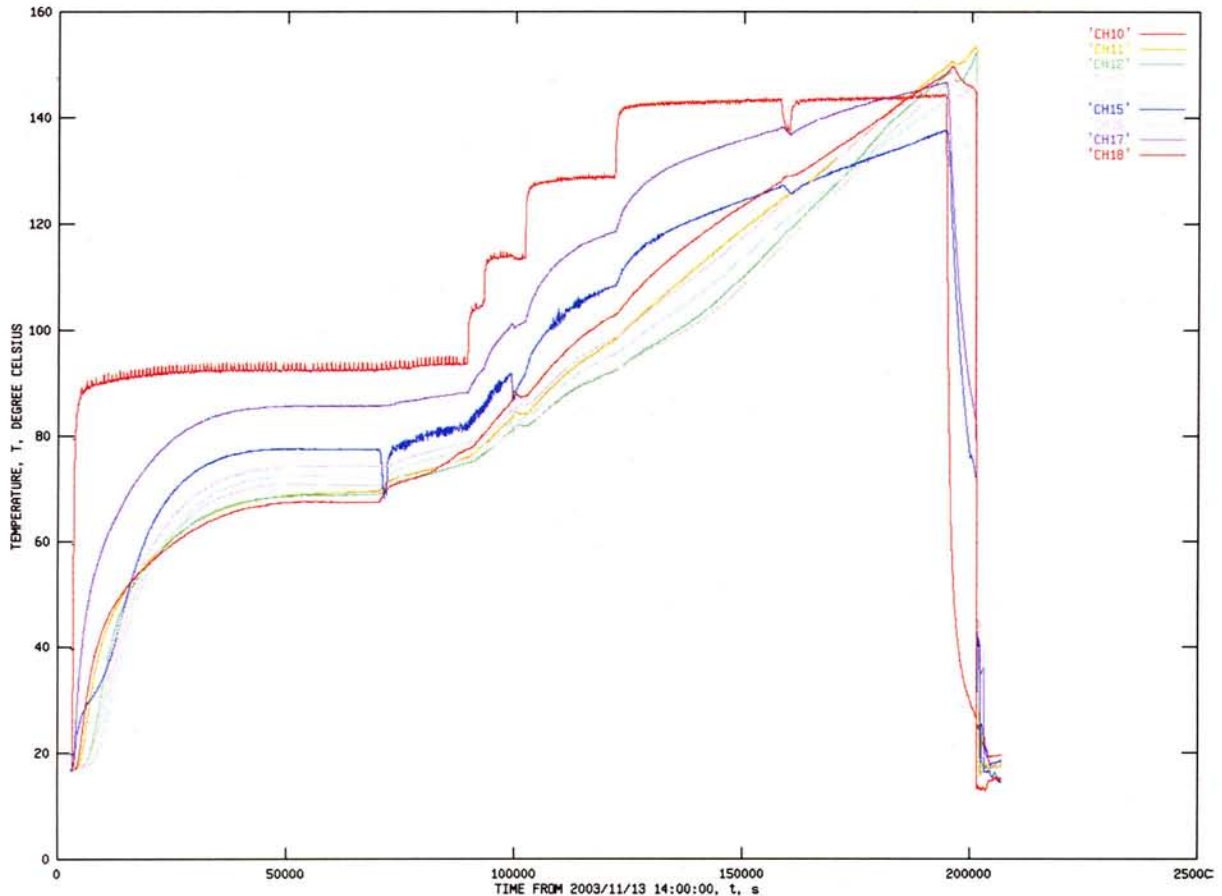


図3 温度計測結果

一酸化炭素濃度の時間変化を図4に示す。横軸は、2003年11月13日14:00:00からの経過秒数である。縦軸は、一酸化炭素濃度であり、単位は%である。計測器の零点調整が、完全ではなかったために、実験初期の濃度が負の値となっている。160000秒以降、一酸化炭素濃度が、単調に増加していることがわかる。RDF層の温度は、およそ110℃から120℃である。RDFは、100℃程度の加熱であっても高濃度の一酸化炭素を発生することがわかる。RDFが、今回の実験のように密閉されたところで加熱されると高濃度の一酸化炭素が空間内に蓄積する恐れがある。一酸化炭素の生成機構は、不明であるが、RDFの内部発熱に伴い濃度上昇が起きていることから、何らかの化学反応による生成が疑われる。今回観察された一酸化炭素濃度は、労働環境基準値と比較してはるかに高い。発熱の疑われるRDFの貯蔵された区画に立ち入る場合には、一酸化炭素濃度の監視と防護装備の用意が必要である。

70000秒付近で一酸化炭素濃度、低級炭化水素濃度、高級炭化水素濃度を検知管を用い測定した。いずれのガスも存在することが分かった。

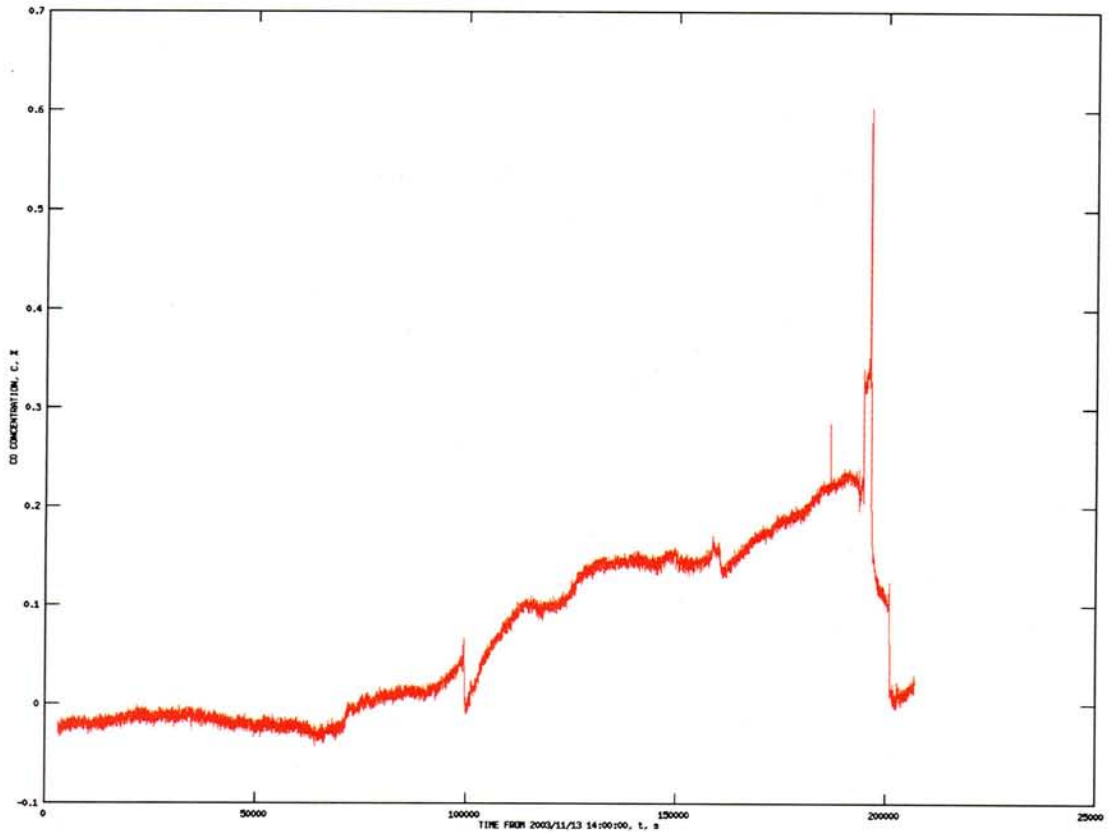


図4 一酸化炭素濃度の時間変化



図5 検知管を用いたガス濃度測定

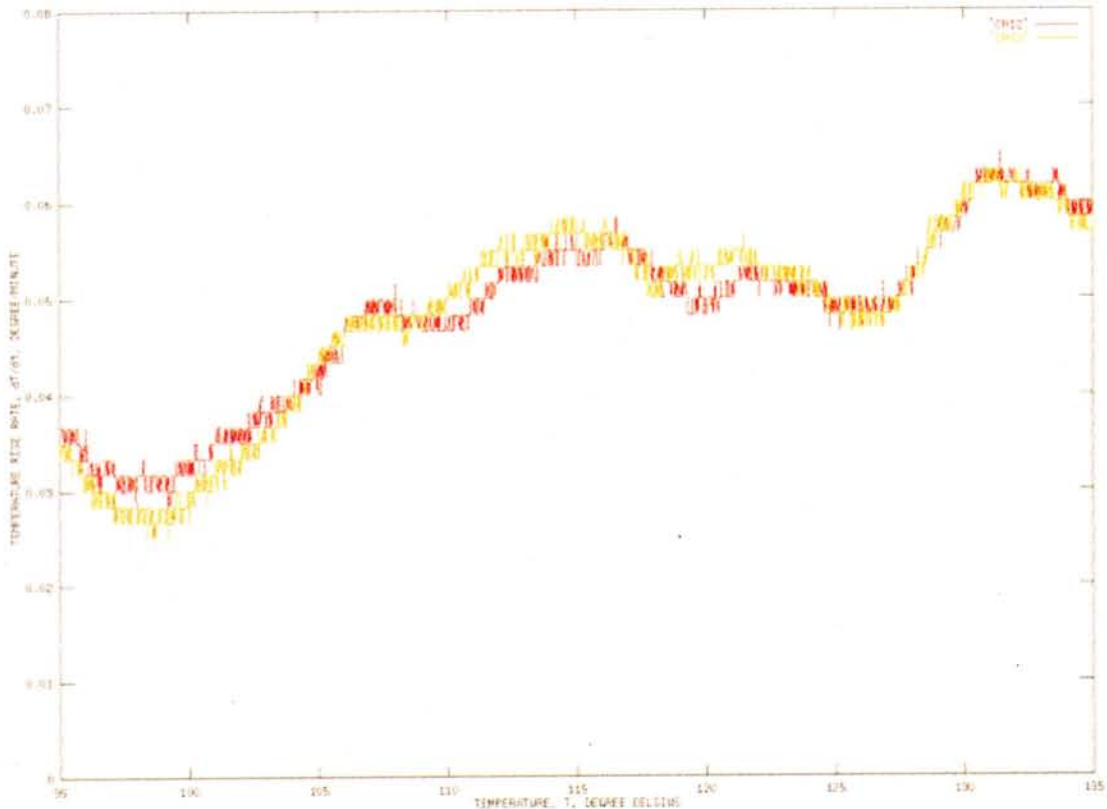


図6 温度上昇速度の変化

図6に、温度上昇速度の変化を示す。図の横軸は、測定点の温度である。熱暴走が起きたと考えられる95°Cから135°Cの範囲を示してある。図の縦軸は、昇温速度であり、単位は、°C/分である。RDFが、熱暴走を起こす限界の温度では、温度上昇速度が極小値をとる。完全に断熱条件下で、温度が均一であれば温度上昇速度零の条件を作ることができる。今回の実験では、不完全な断熱条件で、温度不均一が存在するために温度上昇速度は、有限の正の値を示している。CH12とCH13の位置における温度上昇速度の変化を見ると95°Cから105°Cの範囲で下に凸の曲線となり極小値が現れている。123°Cから127°Cの範囲にも同様に極小値が現れている。いずれの極小値も外部の温度擾乱の発生と無関係に現れている。このことから98°Cと125°Cに熱暴走の限界温度が位置していると考えられる。二つの熱暴走の限界温度が存在することは、それぞれの温度における化学反応の活性化エネルギーが異なるためであると考えられるが、詳細な検討が必要である。

4 実験結果のまとめ

熱暴走開始の限界温度は、98°Cと125°Cが計測された。RDFの熱暴走の開始は、今回の実験条件で、98°Cと考えられる。文献調査により推定された95°Cに近づいている。文献調査で推定された機構に従うとすれば、RDF層の厚みが増加すると熱暴走開始の限界温度は低下し、生物学的な発熱で到達しうる温度で熱暴走が開始する。

今回の実験で、RDF 層の温度が 150℃程度に達した場合、RDF 層の厚みが 150mm 程度あれば熱損失があっても温度上昇が継続する。水没による冷却などの手段によらなければ温度上昇を止めることができなくなる。

RDF 層内で熱暴走の起きた部分から 75mm 程度はなれると周囲の熱暴走を感知できないことがある。

RDF が 100℃程度に加熱されても労働安全上問題と考えられる高濃度の一酸化炭素が発生した。

5 Frank-Kamenetskii の熱発火限界条件式との比較

Frank-Kamenetskii の熱発火限界条件式とこの実験結果の比較を行った。三重県の RDF に関して行われた自己発熱性試験の結果^{1, 2)}も同時に示す。いずれの実験も「危険物の輸送に関する国連勧告に基づく試験」に準じている。「危険物の輸送に関する国連勧告に基づく試験」によって自己発熱性を有すると判断されないが、発熱は認められている。ここで示す自己発熱性試験の結果は、発熱が認められた条件である。

- 1) 富士電機システムズ株式会社三重県 RDF 事故対策本部：三重県 RDF（ごみ固形燃料）焼却・発電施設 RDF 貯留槽火災事故原因調査報告書、2003 年 11 月 10 日
- 2) 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、pp.10-11、平成 15 年 11 月 22 日

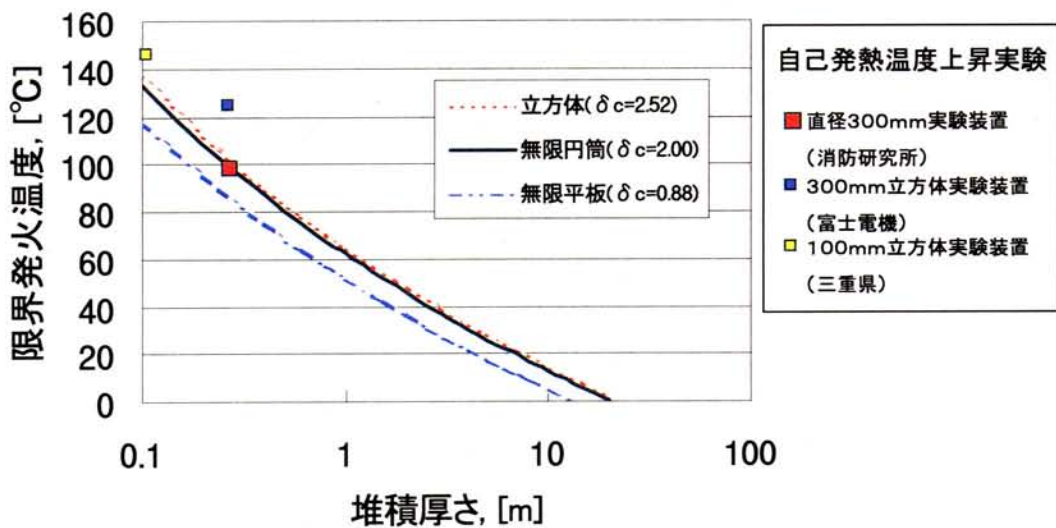


図7 Frank-Kamenetskii の熱発火限界条件式と実験結果の比較

図7では、堆積厚さとして直径または一辺の長さを用いた。この図では、堆積厚さは、対数目盛りで表している。

Frank-Kamenetskii の熱発火限界条件式の近傍で実験を行うとわずかな熱損失も温度上昇速度に大きな影響を与える。そのため、短時間の実験は、Frank-Kamenetskii の熱発火限界条件式よりも高温側の条件で行うことになる。

富士電機と三重県の実験結果を結ぶと Frank-Kamenetskii の熱発火限界条件式とほぼ平行となる。その延長線と限界発火温度 80℃の交点の堆積厚さは、ほぼ 1 m となっている。

消防研究所の実験結果を通る Frank-Kamenetskii の熱発火限界条件式に平行な直線と限界発火温度 80℃の交点の堆積厚さは、ほぼ 0.5m となる。

堆積厚みが 0.5m 程度以上となれば、80℃程度の温度に置かれれば熱発火が起きると考えられる。

直径 300mm 実験装置の結果については、確認実験を実施している。限界発火温度の低い条件で実験を行うと堆積厚さを大きくしなければならず、化学反応速度は小さくなり、試料の熱容量は大きくなり、実験に長い時間が必要となる。

6 サイロ火災発生状況との比較

三重県多度町の RDF サイロで 2003 年 8 月 21 日に発生した火災時の赤外線画像を図 8 に示す。RDF サイロの外壁には、太陽熱放射遮断用パネルが取り付けられているが、火災時には、内部の高温部の存在が確認できる。

画像で白くなっている高温部には、火炎が存在すると思われる。RDF サイロ直径がおよそ 15m、太陽熱放射遮断用パネル取り付け間隔がおよそ 3m であることを考慮すると火炎と思われる部分の横幅は、最大 2m 程度、比較的温度の高い RDF 層の幅は、数 m と見積もることができる。

RDF サイロ外壁の熱伝導による熱損失と上面からの熱損失を考慮すると 2m 程度の規模となれば、多少の熱損失があっても発火が起きると考えることができる。

実験結果から限界発火温度 80℃で 1m から 0.5m 程度の規模で発火が起こりうる と推定されたが、サイロ火災発生状況と比較しても大きな矛盾はない。

三重県多度町の RDF サイロで 2003 年 8 月 21 日に発生した火災の場合、火気の使用はなく、また天井部が存在しないので空気より軽い可燃性気体の滞留はない。この条件のもとで火災が発生している。熱発火により火災が発生したと考えることが妥当である。

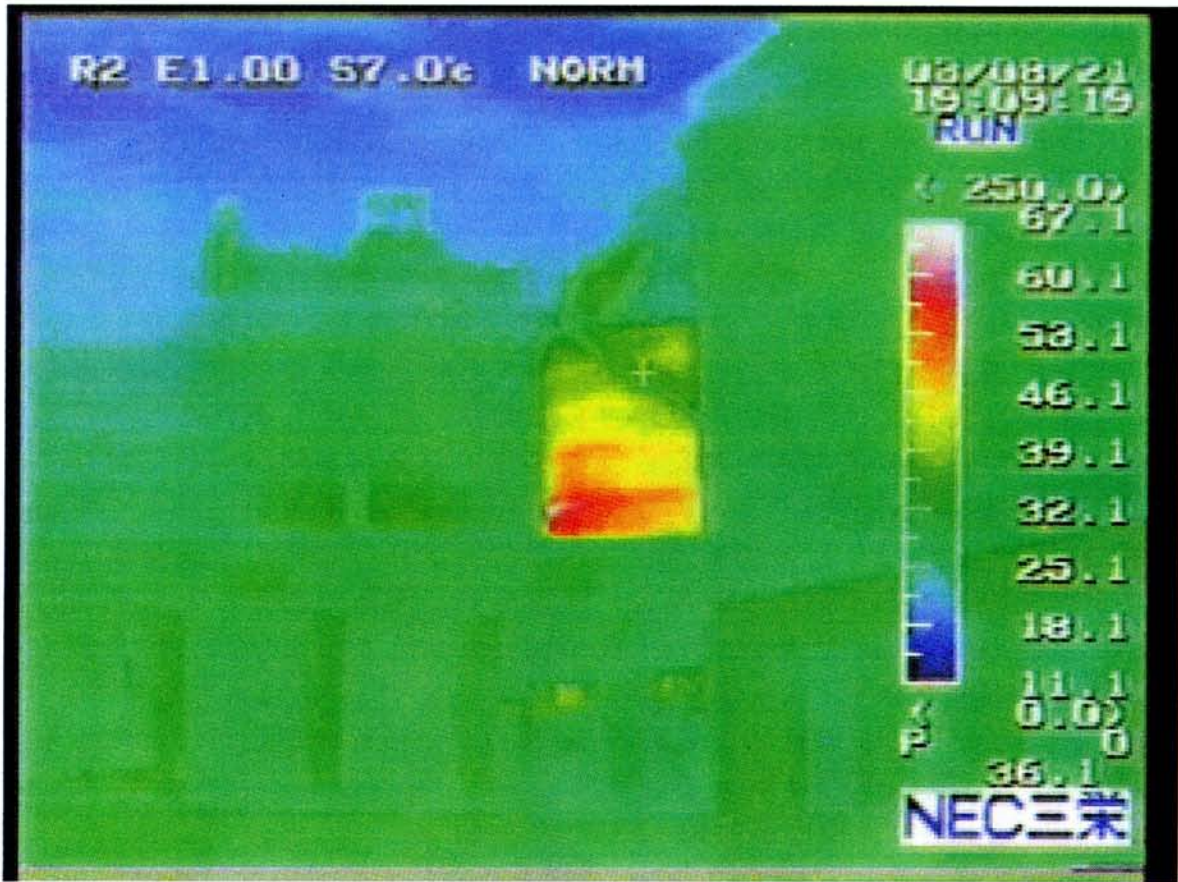


図8 三重県多度町のRDFサイロで2003年8月21日に発生した火災時の赤外線画像