

5-5	まとめ	247
第6章	イムノアッセイ法の検討	
6-1	はじめに	261
6-2	酵素免疫測定法の概要	261
6-3	酵素免疫法の高感度化への試み	263
6-4	前処理の簡易化に関する検討	267
6-5	ダイオキシン類分析のための抗体開発及び評価に関する検討	272
6-6	各種廃棄物試料への適用可能な測定キットの設計	282
第7章	まとめ	
7-1	結果の概要	307
7-2	平成11年度研究計画	313

## 第1章 研究の目的

### 1-1 目的

「バーゼル条約」に対応した廃棄物の輸入の許可・輸出の確認を公正かつ確実にを行うため、また、有害廃棄物である特別管理産業廃棄物の追加指定を円滑に行うためにも、廃棄物中有害物質の標準分析方法の設定が必要である。

そのため、平成5年～8年度において廃棄物中の金属及び半揮発性有機化合物の分析方法に関して内外の文献を収集・整理を行うとともに、実証試験を行い、試験方法の基礎となる資料を得たところである。

これらの知見をもとに、廃油・汚泥等の複雑な混合系である有害廃棄物の体系的な試験方法を確立し、廃棄物の管理に容易に用いることができる、迅速で簡単な分析方法を確立することを中心に、有害廃棄物に関する分析手法や精度管理全般に関する研究を、大学、自治体及び関係民間企業等による共同研究事業として行う。

### 1-2 研究課題

#### 1. 有害廃棄物の体系的な試験方法の確立

- 1) 特別管理産業廃棄物の追加指定等に必要標準分析方法の設定
- 2) 廃油・汚泥等の複雑な混合系である廃棄物の管理に容易に用いることのできる簡易分析方法の検討
- 3) 各種の有機ハロゲン化合物等の概略的把握のための総合指標の開発

#### 2. ダイオキシン類の測定分析技術の開発

- 1) 簡易測定分析方法の開発
- 2) 連続サンプリング・分析方法の開発
- 3) イムノアッセイ等の手法

#### 3. 微量有害物質の測定分析精度管理の推進

- 1) 測定分析精度管理方法の検討
- 2) ダイオキシン類測定分析に関するブラインドテストの検討・推進

以上の研究課題のうちから具体的な5つの研究テーマを選定し、各テーマ毎に担当委員、幹事会社及びメンバーからなるグループを結成して研究を行うこととした。研究期間は平成9年度～11年度までの3ヶ年であり、年4回程度の委員会により研究推進に努める。なお、必要に応じワーキンググループ活動等を適宜行うこととした。

### 1-3 平成10年度研究計画

各テーマの平成10年度研究計画は下記の通りである。

#### テーマ1：有害廃棄物の体系的な試験方法

平成10年度は、廃棄物の有害性・危険性の評価方法の調査、事故事例の解析等を行うとともに、揮発性化合物、重金属、残留性有機化合物の分析方法について調査、検討を行う。

- 1) 有害廃棄物取り扱いにおける有害性・危険性評価方法についての調査
- 2) 廃棄物に係わる揮発性有機化合物の分析法について文献調査及び技術調査
- 3) 廃棄物に係わる重金属の分析方法について文献調査及び技術調査
- 4) 廃棄物に係わる残留性有機化合物の分析方法について文献調査及び技術調査

#### テーマ2：ダイオキシン類測定新マニュアルの検討

ダイオキシン類の測定については、平成9年2月に「ダイオキシン類測定標準法」が改訂されたが、その後、環境庁からも有害大気汚染物質調査マニュアルをはじめ種類の媒体の調査マニュアルが出されている。また、これらのマニュアルのみでは対応が困難な試料への対処や、ダイオキシン類と共にCo-PCBについても国際的に議論され排出実態の調査及び対策が必要となってきた。本研究ではこの新マニュアルの検討に関して、ダイオキシン類測定分析の新たな知見を得るための検証を行うことを主眼としている。

本年度は「廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル」の検証として実際の運用面で生じた問題点の列挙とその対策案と評価を行う。

#### テーマ3：ダイオキシン類高感度・簡易迅速分析の検討

ダイオキシン類の高感度でしかも迅速な分析法について検討した。結果は、下記の通りである。

##### 1) ダイオキシン類簡易分析法の検討

公定法（厚生省マニュアル）とは異なる簡易分析法を確立することにより、大幅なコストダウン、短納期の達成を目指す。平成10年度は、(1)代替成分簡便分析法 (2)全有機ハロゲン化合物(TOX)の指標項目としての有効性 (3)TEQと特定異性体との相関性およびその応用について検討する。

##### 2) ダイオキシン類分析における簡易前処理法の検討

簡易分析法のうち、現有設備を用いて比較的簡単に試せると共に早期に実用化が可能な手段として、公定法（厚生省マニュアル）の前処理・抽出フローの簡略化に目標を絞り検討する。

##### 3) 排水中のダイオキシン類高感度簡易分析法の検討

液/液抽出改良法及び固相抽出法を用いて、排水中のダイオキシン類を高感度で、しかも容易に抽出可能な方法について検討する。

#### 4) 不完全燃焼排出粒子中の化学汚染物質の連続モニタリング手法に関する研究

各種発生源から排出される粒子状物質に含まれる汚染化学物質の濃度を直接モニターすることが可能な簡易手法の確立及びその実用化を検討する。平成 10 年度は、電気伝導度検出器及びガス試料濃縮器等を組み合わせることにより、排ガス中の総有機ハロゲン化合物を直接モニター可能な装置を試作し、試験する。

#### テーマ 4：排ガスサンプリングの検討

H 10 年度の研究では、試作部分〔プループー円筒ろ紙(120℃)ー水冷コンデンサーーXAD-2 樹脂〕＋既存部分〔ドレンポットーXAD-2 樹脂ーインピンジャー〕からなる、高ダスト濃度用サンプリング装置による実機ごみ焼却炉での下記試験を実施する。

##### 1) 高ダスト濃度用サンプリング装置による実ガス試験

- (1) 実機ごみ焼却炉においてバグフィルター入口側で試作サンプリング装置による排ガス中ダイオキシン類測定分析試験を行う。
- (2) 排ガス試料は試作部分と既存部分を別々にして、それぞれダイオキシン類分析を標準測定マニュアル通りに行う。
- (3) 既存排ガス採取装置で得られた試料中にダイオキシン類が検出されなければ試作サンプリング装置の原理が立証されたことになる。

##### 2) 前処理操作の効率化検討

試作サンプリング装置によって、同所同時サンプリングした 2 組の排ガス試料について、前処理の抽出工程における塩酸処理有り無しと比較試験を行い、前処理操作を効率良く実施するための方法を検討する。

#### テーマ 5：イムノアッセイ法の検討

環境分析分野に、イムノアッセイ法を適用する場合、その簡易性、迅速性を活用するには、前処理法(抽出法・精製法)についても、簡易化、迅速化の検討を行う必要がある。そこで、昨年度に引き続き、以下の研究を行う。

##### 1) 前処理の簡易化に関する検討

- (1) 抽出方法の簡易化
- (2) 抽出試料の精製方法の簡易化

##### 2) ダイオキシン類分析のための抗体開発及び評価に関する検討

- (1) 2,3,7,8-TCDD に選択特異性を持つ抗体の評価
- (2) コプラナーPCB に選択特異性を持つ抗体の評価

##### 3) 各種廃棄物試料への適用可能な測定キットの設計

## 第2章 有害廃棄物の体系的な試験方法の確立

### 2-1. 目的

廃油・汚泥等の複雑な混合系である有害廃棄物の体系的な試験方法を確立し、廃棄物の管理に容易に用いることができる迅速で簡単な分析方法を確立するという研究目的に対し、本テーマの研究課題は、①特別管理産業廃棄物の追加指定等に必要な標準分析方法の設定、②廃油・汚泥等の複雑な混合系である廃棄物の管理に容易の用いることのできる簡易分析方法の検討、③各種の有機ハロゲン化合物等の概略的把握のための総合指標の開発、となっている。

分析の対象となる様々な有害物質のうち、ダイオキシン類については他グループで広範に調査、検討がなされているため、本テーマでは基本的にダイオキシン類以外の有害物質を検討の対象とする。ダイオキシン類以外の有害物質としてはハロゲン化炭化水素等の揮発性有機化合物、重金属や農薬等、様々な物質があるため、ここで取り扱う対象となるそれら有害物質を含有する廃棄物の種類も必然的に広範なものとなる。

本年度は、数多い有害物質あるいは廃棄物の有害性、危険性を評価するための分析手法として、公定法を含む既存の分析方法および報告されている新しい分析方法を幅広く調査し体系的に整理することと共に、廃棄物取り扱いにおける事故を防ぐという観点からの分析手法のニーズを明確にすること、さらに調査の中でピックアップしたニーズが高いと考えられる分析方法について技術検討を行い実用性を評価することを目的とした。

### 2-2. 有害廃棄物取り扱いにおける有害性・危険性評価方法についての調査

#### 1. はじめに

廃棄物の取り扱いはその発生、収集、処理、最終処分あるいはリサイクルのフローの中で様々な工程があり、それに応じて求められる有害性・危険性の評価方法も異なってくると考えられる。有害性・危険性評価の役割は廃棄物を適正に処理するためのデータ、つまり①有害/非有害の判定、②対処すべき廃棄物の種類の決定、③廃棄物の処理・再生の判定、のためのデータを提供することにあると考えられるが、物質の持つ本質的な有害性・危険性の評価という観点に加えて、廃棄物を取り扱う際の事故を未然に防ぐための有害性・危険性の評価という観点も重要である。

本検討は、このような観点から廃棄物処理における個々のステージでどのような有害性・危険性評価が求められるかを整理し、そのためにはどのような既存の分析方法が適当であり、さらにどのような新しい分析方法が必要かを体系的にまとめることを最終的な狙いとする。

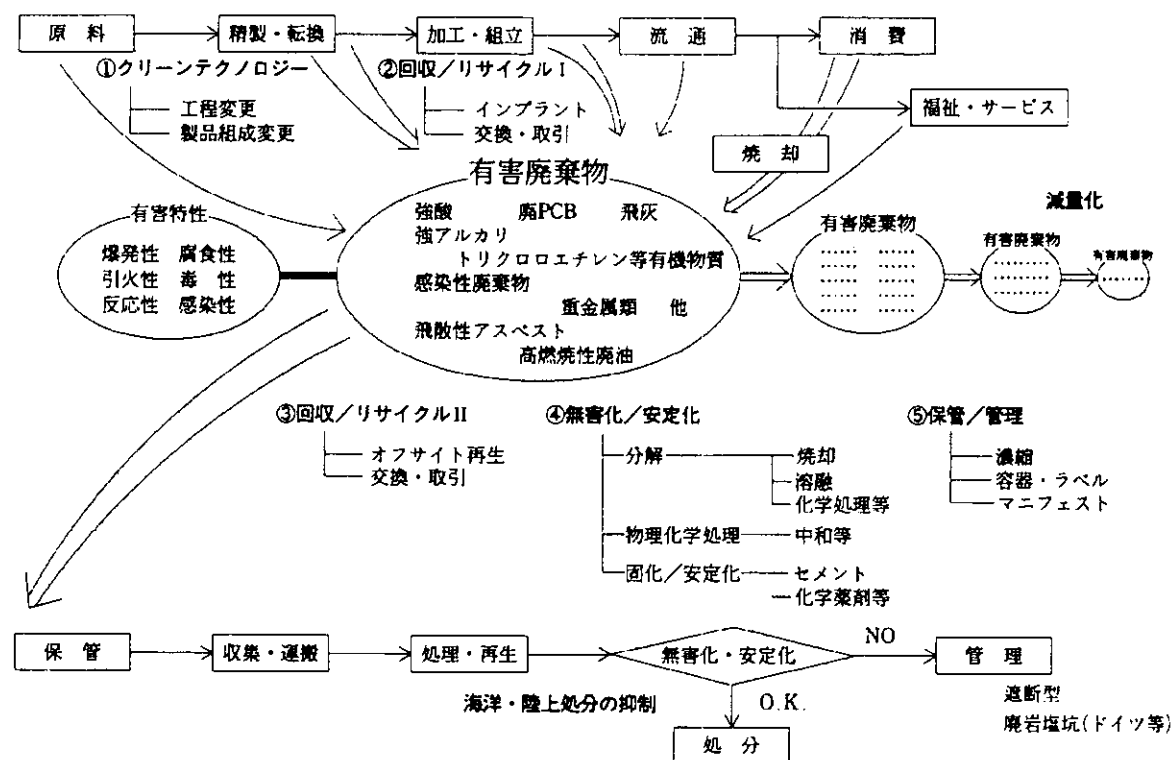
ここでは、有害物発生のながれ、廃棄物の種類、有害性、消防法の危険物、既存の有害性の評価方法についての整理、廃棄物取り扱いにおける事故例についてのデータ解析、廃棄

物の有害性評価方法に関する文献検索を行った。

## 2. 有害廃棄物発生のがれ

有害廃棄物の発生とこれらの管理体系の枠組みを概略的にまとめたものを図2-2-1に示す。

図2-2-1 有害廃棄物の発生と管理体系の枠組み



(注)「有害廃棄物」(高月、酒井著)より抜粋

図に示されるように、有害廃棄物の形態および処理方法に対応した保管、収集・運搬、処理・再生、無害化・安定化、管理の工程がある。更に、処理・再生、無害化・安定化工程の中には、焼却、溶融、固化、RDF化、油化、金属分離等様々な方法がある。

処理方法が同じでも処理する廃棄物が異なれば当然分析対象は異なるであろうし、逆に同じ廃棄物でも処理方法が異なれば分析対象も異なる可能性がある。従って、それぞれの場合について個々に検討する必要があると思われる。

### 3. 廃棄物の種類

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃棄物処理法」と略す）」において廃棄物とはごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、廃油、ふん尿その他の汚物またはその排出実体等から見て客観的に不要物として把握することができるものであって気体状のものおよび放射性廃棄物を除く固形状から液状に至る全てのものをいうとされている。その中でも、事業活動に伴って排出された廃棄物で燃え殻、汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラスチック類等を産業廃棄物、それ以外を一般廃棄物と定義しており、さらに特に、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康または生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものとして、特別管理産業廃棄物、特別管理一般廃棄物を定め、その判定基準値を示している。

表2-2-1に主な廃棄物を示す。

表2-2-1 廃棄物の種類

有機性汚泥	食品加工、パルプ、繊維加工、皮革
無機汚泥	鉱石処理残さ
鉱油類	廃潤滑油、廃溶剤
廃酸	廃硫酸、廃硝酸、廃フッ酸、廃リン酸
廃アルカリ等	廃アルカリ、エッチング廃液
廃プラスチック	
繊維くず	
廃タイヤ、ゴムくず	
建築廃材、廃石綿、木くず	建築廃棄物、廃木材
動植物性残さ	し尿、家畜糞尿等
鉄くず、非鉄くず	鋼材加工くず、機械設備解体くず、製錬工程くず
ガラス、陶磁器くず	
スラグ	高炉スラグ、製鋼スラグ
飛灰、焼却灰	焼却炉、電気事業所、ボイラー
シュレッダーグスト	廃自動車
医療廃棄物	廃医療器材、感染性廃棄物

### 4. 有害性

表2-2-2に特別管理廃棄物の指定における有害性の考え方を示した。この有害性の考え方は、危険性と毒性の双方の概念を含んでいる。前者は爆発性、引火性、酸化性、腐食性といった人の健康への急性影響を意味し、有害廃棄物の取り扱い時のチェックポイントの一つとなる。後者は急性影響だけではなく、発がん性や生態系への悪影響のような人の健康や環境に与える慢性の影響を意味している。

表 2-2-2 特別管理廃棄物の指定における有害特性の考え方

1.爆発性廃棄物	化学反応によりそれ自体が周囲に対して損害を引き起こすような温度、圧力及び速度で気体を発生する、若しくはそのおそれのある廃棄物、又は火災の影響若しくは衝撃を受けること等により爆発する若しくはそのおそれのある廃棄物
2.引火性廃棄物	引火点が低い液体、又は通常の取り扱いにおいて容易に燃焼し若しくは摩擦により発火し若しくは他の物質の発火を助ける固体であって爆発性廃棄物以外の廃棄物
3.反応性廃棄物	次のア、イ又はウのいずれかの性質を有する廃棄物、又は反応により有毒な気体を発生するなどにより人の健康若しくは生活環境保全に係る被害を及ぼす若しくはそのおそれがある廃棄物
ア.酸化性	酸素を発生することにより他の物質を燃焼させ、又はその燃焼を助ける性質
イ.自然発火性	通常の取り扱いにおいて自然に発火し又は空気との接触により発熱しやすいことにより着火しやすい性質
ウ.禁水性	水との相互作用により発火する又は危険な量の引火性の気体を発生しやすい性質
4.腐食性廃棄物	強い酸性若しくは塩基性を有するため腐食性のある又はそのおそれがある液状若しくは水溶性の廃棄物
5.毒性廃棄物	次のア、イ又はウのいずれかの廃棄物
ア.経皮、経口若しくは経気道暴露により、急性若しくは慢性の毒性を生じ人に死若しくは重大な健康障害をもたらす又はそのおそれがある物質を含む廃棄物	
イ.接触により人の生体組織を破壊する又はそのおそれがある廃棄物	
ウ.生態系毒性のある又はそのおそれがある物質を含む廃棄物	
6.感染性廃棄物	人に感染症を生じさせるおそれがある病原微生物が含まれ若しくは付着し又はそのおそれがある廃棄物

## 5. 危険物

廃棄物は多様な物質の混合物と見なすことができるが、これを構成する物質単体の危険性を考察することによって、廃棄物の危険性あるいは混触の危険性を推定することができるし、危険性判定のための分析方法も絞り込むことができると考えられる。物質単体の危険性については消防法における危険物を参考にすることができる。

表 2-2-3 に消防法に規定される危険物の例を示す。



表 2-2-3 消防法に規定される危険物の例

1)自然発火性物質	
酸化吸収又は酸化反応により発熱する	(動植物性油)アマニ油、桐油、綿実油、にしん油等 (金属粉末類)亜鉛、アルミニウム、マグネシウム等 (炭素粉末類)活性炭、素灰、油煙等 (その他)活性白土、ゴム粉、金属ナトリウム等
自然分解により発熱する	硝化綿(ニトロセルロース)、セルロイド、高度さらし粉、ニトログリセリン、有機過酸化物、ジアゾ化合物等
重合熱により発熱する	酢酸ビニル、エチルアクリレート、スチレン、ビニルアセチレン、アクロレイン、 アクリロニトリル等
発火温度の低いもの	黄りん、硫化鉄、マレイン酸鉄、アルキルアルミニウム、アルキルリチウム、シラン、金属水素化合物等
2)酸化性物質	
亜塩素酸塩類	亜塩素酸ナトリウム、亜塩素酸カリウム等
過塩素酸塩類	過塩素酸ナトリウム、過塩素酸アンモニウム等
塩素酸塩類	塩素酸カルシウム、塩素酸銀等
臭素酸塩類	臭素酸ナトリウム、臭素酸亜鉛等
重クロム酸塩類	重クロム酸ナトリウム、重クロム酸アンモニウム等
硝酸塩類	硝酸ナトリウム、硝酸銀等
ヨウ素酸塩類	ヨウ素酸カリウム、ヨウ素酸バリウム等
過マンガン酸塩類	過マンガン酸ナトリウム、過マンガン酸カリウム等
無機過酸化物	過酸化ナトリウム、過酸化水素等
有機過酸化物	ケトンパーオキシド類、アルキルヒドロパーオキシド類
その他	無水クロム酸、発煙硫酸等
3)爆発性物質	
N-O 結合を持つ物質	硝酸エステル、ニトロ化合物、アミン硝酸塩、ニトロソ化合物
N-N 結合を持つ物質	ジアゾニウム塩、ヒドラジン誘導体、アジ化水素酸、金属アジ化物
O-O 結合を持つ物質	ヒドロパーオキシド、パーオキシ酸、パーオキシエステル、オゾン化合物
O-X 結合を持つ物質	アミン過塩素酸、過塩素酸エステル、重金属塩素酸塩、塩素酸エステル
N-X 結合を持つ物質	ハロゲン化窒素、硫化窒素
N-C 結合を持つ物質	シアン化物
その他	アセチレン、アセチレン誘導体、エポキシド
4)過酸化物を作りやすい物質	
弱い C-H 結合あるいは二重結合を持つ物質	アセタール、イソプロピル化合物、アリル化合物、ジエン類、ビニル化合物、有機金属化合物等
5)禁水性物質	
水と反応しガスを発生するもの	金属リチウム、金属ナトリウム、金属カリウム、金属カルシウム、マグネシウム粉、バリウム粉、亜鉛粉、アルミニウム粉、カーバイド、硫化りん、金属の水素化物、アルキルアルミニウム類、アルキルリチウム類等
水と反応しガスを出さないもの	塩化スカンジウム、塩化ベンゾイル、濃硫酸、発煙硫酸等

## 6. 分析方法について

### 1) 産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法（環告 13 号）

有害廃棄物の分析方法については、産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法（環告 13 号）に定められる方法がある。図 2-2-2 に分析方法の概要を示す。これは廃棄物の対象を、汚泥、燃え殻、鉍さい、ばいじん、廃酸、廃アルカリとし、これらに含まれるあるいは溶出される有害物質である金属、揮発性物質、残留性有機化合物、PCB を分析する方法を規定したものである。廃棄物の有害性の判定基準は廃棄物を埋め立て処分あるいは海洋投入処分する場合の含有量あるいは溶出量であるため、分析する対象となる廃棄物やその分析方法もそれに対応するものとなっている。

従って、廃棄物処理における個々のステージでの有害性・危険性評価方法を考える場合には、更に広い観点から対象とする有害廃棄物や分析方法を見ていく必要がある。

### 2) EPA 法

米国 EPA では反応性廃棄物を、①反応性シアン化物を含む廃棄物、②爆発性廃棄物、③水反応性廃棄物、④反応性硫化物を含む廃棄物、⑤その他の反応性廃棄物に分類するとともに、シアン化水素と硫化水素発生 of 潜在的な危険性を評価するための方法や引火性を評価する方法等を規定している（SW846）。

EPA の評価方法に関しては、本件等では十分に考察できなかったが、さらに最新の情報を入手して検討を行う必要があると思われる。

### 3) 消防法における危険物の試験方法

消防法には危険物の分析方法が規定されている。廃棄物は多様な物質の混合物であるため、これを構成する危険物質の分析方法が適用できる可能性がある。

表 2-2-4 に消防法に示される危険物の試験方法を示す。

環告13号：産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法

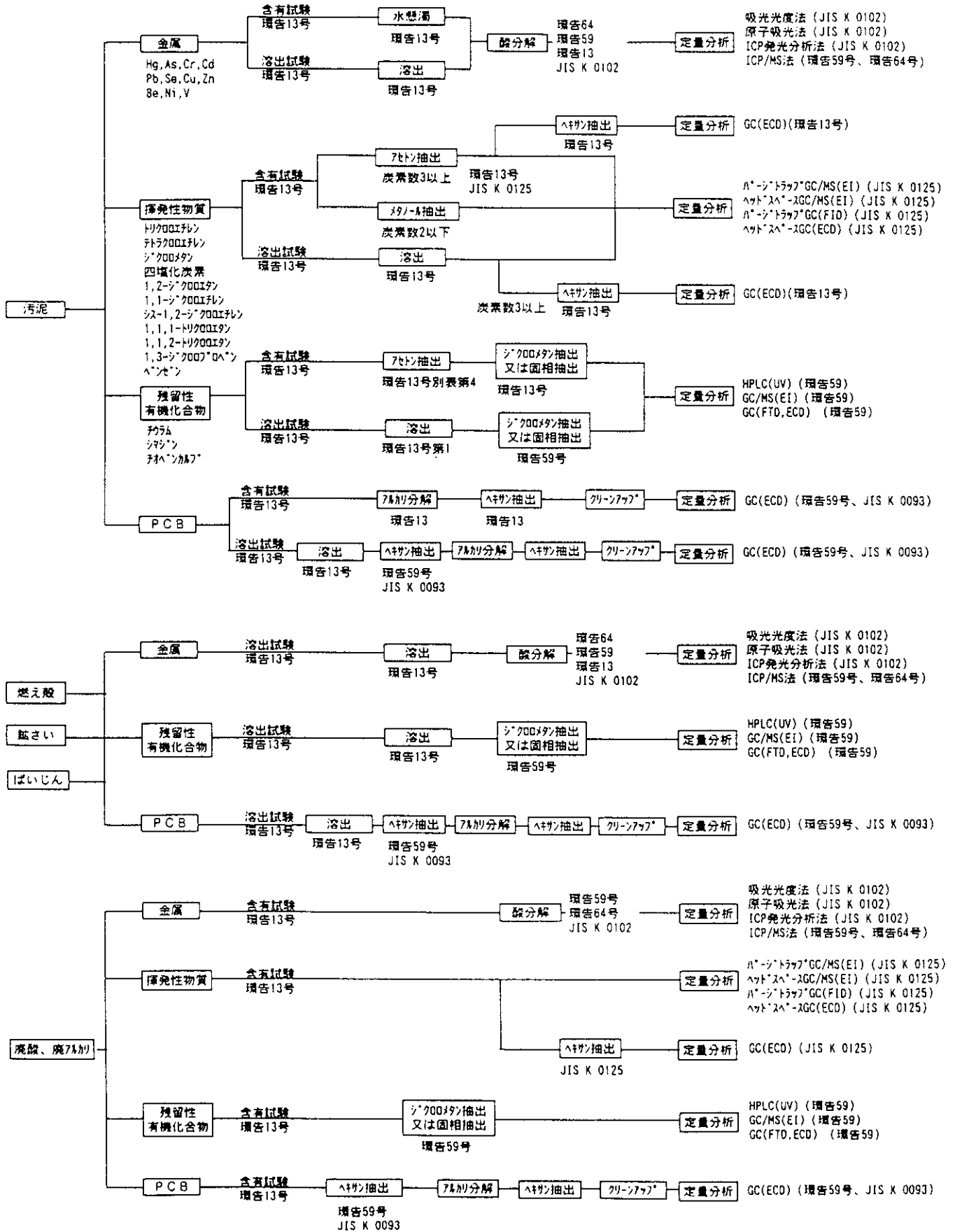


表 2-2-4 消防法に示される危険物の試験方法

類	形状	危険性	試験	試験方法の概要	危険物となる性状
第一類	固体 (粉粒状のもの)	酸化力の潜在的な危険性	燃焼試験	① 標準物質(過塩素酸カリウム)と木粉との重量比が1:1の標準混合試料の燃焼時間を測定する ② 試験物品と木粉との重量比が4:1及び1:1の試験混合試料の燃焼時間を測定する	試験混合試料の燃焼時間が標準混合試料の燃焼時間と等しいか又は短いこと
		衝撃に対する敏感性	落球式打撃感度試験	① 標準物質(硝酸カリウム)と赤りんを用いて作成した標準試料に鋼球落下打撃を与えて、標準試料の50%爆点を求める ② 試験物品と赤りんを用いて作成した試験試料に①の50%爆点からの鋼球落下打撃を与えて、50%以上の確率で爆発するか否かを観察する	試験試料が50%以上の確率で爆発すること
	固体 (粉粒状以外)	酸化力の潜在的な危険性	大量燃焼試験	① 標準物質(過塩素酸カリウム)と木粉との重量比が2:3の標準混合試料の燃焼時間を測定する ② 試験物品と木粉との体積比が1:1の試験混合試料の燃焼時間を測定する	試験混合試料の燃焼時間が標準混合試料の燃焼時間と等しいか又は短いこと
		衝撃に対する敏感性	鉄管試験	① 試験物品とセルロース粉との混合物を鉄管に充てんして雷管で起爆し、鉄管の破裂の程度を観察する	鉄管が上端から下端まで連続して裂けること
第二類	固体	火災による着火の危険性	小ガス炎着火試験	① 試験物品に小さな炎を接触させ、着火するまでの時間を測定し、燃焼を継続するか否かを観察する	10秒以内に着火し、かつ、燃焼を継続すること
		引火の危険性	引火点測定試験	① 試験物品の引火点をセタ密閉式引火点測定器を用いて測定する	40℃未満の引火点が測定されること
第三類	固体又は液体	空気中での発火の危険性	自然発火性試験	(固体の場合) ① 試験物品をろ紙の上に置き10分以内に発火するか否かを観察する ② 粉末の場合、試験物品を落下させ、10分以内に発火するか否かを観察する (液体の場合) ① 試験物品を磁性の器に滴下して、10分以内に発火するか否かを観察する ② 試験物品をろ紙に滴下して、10分以内に発火するか否か、ろ紙を焦がすか否かを観察する	(固体の場合) 発火すること  (液体の場合) 発火すること又はろ紙を焦がすこと
		水と接触して発火し、又は可燃性ガスを発生する危険性	水との反応性試験	① 試験物品を純水で湿らせたろ紙上に置き、発火するか否か、火災により着火するか否かを観察する ② 試験物品を純水に入れ、可燃性ガスが発生するか否かを観察し、ガスの発生量を測定する	発火し、もしくは着火すること又は可燃性ガスが発生し、その量が200リットル/kg・hr以上であること
第四類	液体	引火の危険性	引火点測定試験	① 試験物品の引火点をタグ密閉式引火点測定器により測定する ② ①の引火点が80℃を越える場合、クリーブランド開放式引火点測定器により試験物品の引火点を測定する ③ ①の引火点が0℃以上80℃以下で、当該引火点における試験物品の動粘度が10cSt以上の場合、試験物品の引火点をセタ密閉式引火点測定器により測定する	引火点が測定されること
第五類	固体又は液体	爆発の危険性	熱分析試験	① 標準物質(2,4-ジニトロトルエン、過酸化ベンゾイル)の発熱開始温度及び発熱量を示差走査熱量測定装置又は示差熱分析装置により測定する ② 試験物品の発熱開始温度及び発熱量を①で用いた装置により測定する	発熱開始温度及び発熱量が標準物質から求められた危険性の基準以上であること
		加熱分解の激しさ	圧力容器試験	① 試験物品を孔径1.0mmのオリフィス板を取り付けた圧力容器に入れて加熱し、破裂板が破裂するか否かを観察する	50%以上の確率で破裂すること
第六類	液体	酸化力の潜在的な危険性	燃焼試験	① 標準物質(90%硝酸)と木粉との重量比が1:1の標準混合試料の燃焼時間を測定する ② 試験物品と木粉との重量比が4:1及び1:1の試験混合試料の燃焼時間のうち時間の短い方の燃焼時間を測定する	試験混合試料の燃焼時間が混合標準試料の燃焼時間と等しいか又は短いこと

#### 4)その他

廃棄物研究財団の有害廃棄物対策研究（平成 5～7 年）及び有害廃棄物の分析手法に関する国際比較研究（平成 5～8 年）において廃棄物の危険性評価のための反応性試験法の検討が行われている。以下にその検討内容の概略を示す。

##### ①発生ガス（硫化水素およびシアン化水素）の定性・定量方法（EPA 法の改善検討）

- ・ 廃棄物を酸と接触させて発生する硫化水素およびシアン化水素の定性方法および定量方法の検討
- ・ 定性試験の場合は、硫化水素には酢酸鉛試験紙、シアン化水素にはピクリン酸試験紙を用い、いずれも三角フラスコ中に廃棄物試料と酸を入れフラスコの口から試験紙をつり下げて栓をした後、一定時間後の試験紙の色変化によりガス発生の有無を検査する方法
- ・ 定量試験の場合は、フラスコ中の廃棄物試料に酸を添加し、発生したガスを窒素気流下で吸収瓶に通して吸収させ、硫化水素はメチレンブルー吸光光度法（JIS K 0108）、シアン化水素は 4-ピリジンカルボン酸-ピラゾン吸光光度法（JIS K 0109）により定量する方法

##### ②発生ガス（水素）の定量方法

- ・ 飛灰を酸またはアルカリと接触させて発生する水素ガスの定量方法の検討
- ・ 三角フラスコ中で飛灰と酸またはアルカリを接触させ、発生するガスを直接シリンジに捕集してガス量を定量する方法

##### ③廃油の引火危険性評価方法

- ・ 改良試験管型とシャーレ型の 2 種類の引火点測定試験器を考案し、これらが廃油の危険性評価のスクリーニング法として適用可能かどうかを検討

##### ④混触の危険性評価方法

- ・ 反応システムスクリーニング試験器（RSST）を用いた、廃油の混触危険性評価方法の検討
- ・ RSST を用いた、金属と酸アルカリ、あるいは酸化性物質と還元性物質の混触時の発熱挙動の調査

## 7. 廃棄物取り扱いにおける事故例の解析

廃棄物の取り扱いにおける有害性、危険性の評価方法を検討するに当たり、その検討の対象を絞り込むことを目的として、廃棄物処理における事故例のデータベースを解析し、どのような廃棄物処理のステージでどのような起因物質によって事故が発生しているかを整理した。

### 1) データベースおよび解析方法

用いたデータベースは、労働省、厚生省、各自治体の消防や保安担当の部局、それら関連団体から発行されている定期、不定期刊行物、さらに新聞（全国紙ならびに有力地方紙10紙）、雑誌等に記載された事故事例を収集したもので、図2-2-3に示すキーワードを付与したものである。現時点でデータベースに登録されている総事故件数は1656件で、そのうち一般廃棄物は733件、産業廃棄物は811件、し尿112件である。このデータベースについては、廃棄物研究財団の「有害廃棄物の分析手法に関する国際比較研究、平成7年度報告書」で取り上げられ、火災、爆発、中毒、労災の4つの因子別での事故発生件数等、いくつかの解析がなされているが、本検討では付与されているキーワードを活用してさらに詳細に解析を行った。つまり、図2-2-3に示されるキーワード群から起因物質のキーワードと廃棄物処理プロセスのキーワードをピックアップして表2-2-5に示すようなマトリックス表を作り、縦横のキーワードを有する事故事例をピックアップしてその合計件数を求め、どのような廃棄物処理のステージでどのような起因物質によって事故が発生しているかを整理した。

### 2) 解析結果および考察

キーワードマトリックス表に基づいて事故事例をピックアップし、事故件数としてまとめたものを表2-2-5に示す。さらに、表2-2-5の中から事故件数が多い可燃性ガス、廃油、硫化水素、混触について10年ごとの年代別に振り分けて整理したものを表2-2-6に示す。又、これらの表をベースに、キーワード毎に事故件数をグラフ化したものを図2-2-4から図2-2-22に示す。

#### (1) 起因物質で分類した場合の事故件数

廃棄物処理プロセス全体について起因物質で分類した場合の事故件数を図2-2-4に示す。可燃性ガス（火災爆発）が198件で最も多く、次いで硫化水素（中毒）112件、廃油（火災爆発）72件、廃材（火災爆発）59件、混触（火災爆発）53件、廃油（汚染）43件、混触（中毒）32件となっている。

事故件数が多い可燃性ガス、硫化水素、廃油、混触の4つについて、それぞれ廃棄物処理プロセスで分類した場合の事故件数を図2-2-6から表2-2-11に示す。

可燃性ガス（火災爆発）の場合は、粉碎が 117 件と圧倒的に多く、次いで収集運搬 33 件となっている。

硫化水素（中毒）の場合は、保全が 82 件と圧倒的に多く、次いで後処理 16 件、収集運搬 7 件、貯蔵 5 件となっている。

廃油は火災爆発と汚染で区別したが、前者が 72 件、後者が 43 件で合計 115 件となっている。火災爆発では貯蔵が 24 件と最も多く、次いで焼却 16 件、リサイクル 11 件、保全 9 件となっており、一方、汚染では貯蔵が 35 件と圧倒的に多い。

混触は火災爆発、汚染、中毒と区分したが、火災爆発が最も多く 53 件、次いで中毒 32 件であり、汚染は 2 件であった。火災爆発では貯蔵 21 件、収集運搬と後処理がそれぞれ 11 件となっており、一方、中毒は後処理が 13 件、貯蔵が 9 件と続いている。

### (2) 廃棄物処理プロセスで分類した事故件数

起因物質全体について廃棄物処理プロセスで分類した場合の事故件数を図 2-2-5 に示す。貯蔵が 146 件で最も多く、次いで破碎 130 件、保全 125 件、収集運搬 79 件、後処理 62 件、焼却 54 件となっている。

(1)にまとめた図と一部重複するが、廃棄物処理プロセスそれぞれについて起因物質で分類した場合の事故件数を図 2-2-12 から図 2-2-19 に示す。

### (3) 年代別件数

事故件数が多い可燃性ガス、廃油、硫化水素、混触について 10 年ごとの年代別に振り分けて整理したものを表 2-2-6 に、その中でも件数が多かった破碎プロセスでの可燃性ガス（火災爆発）、保全プロセスでの硫化水素（中毒）、保管プロセスでの廃油（汚染）について、年代毎の件数の推移を図 2-2-20 から図 2-2-22 に示した。

保全プロセスでの硫化水素（中毒）を除いて、全般的に増加の傾向を示している。

以上の事故発生件数の解析結果から、事故発生件数が多い廃棄物処理プロセスと起因物質の組み合わせは、①破碎プロセス（キーワード：破碎）での可燃性ガスの火災爆発（117 件）、②保全プロセス（キーワード：試運転、修理・改修、清掃、点検）での硫化水素による中毒（82 件）、③貯蔵プロセス（キーワード：貯蔵、ドラム缶、タンク）での廃油の汚染（35 件）、④収集運搬プロセスでの可燃性ガスの火災爆発（33 件）、⑤貯蔵プロセスでの廃材の火災爆発（29 件）、⑥貯蔵プロセスでの廃油による火災爆発（24 件）、⑦貯蔵プロセスでの混触による火災爆発（21 件）の順であることが判った。

廃棄物処理における事故発生を防止するという観点からの有害性、危険性評価方法を考える場合には、硫化水素、廃油、可燃性ガス、混触といったキーワードにポイントを絞って検討したら良いのではないかと考えられる。

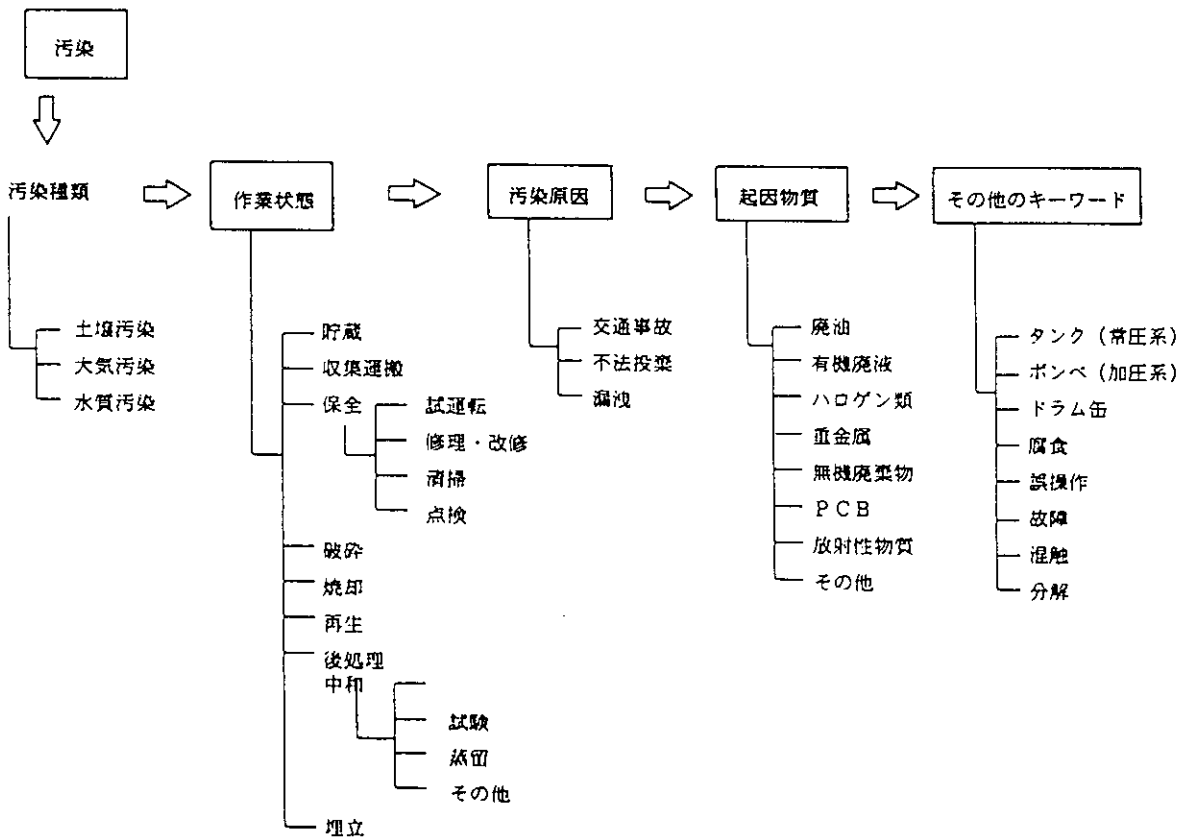
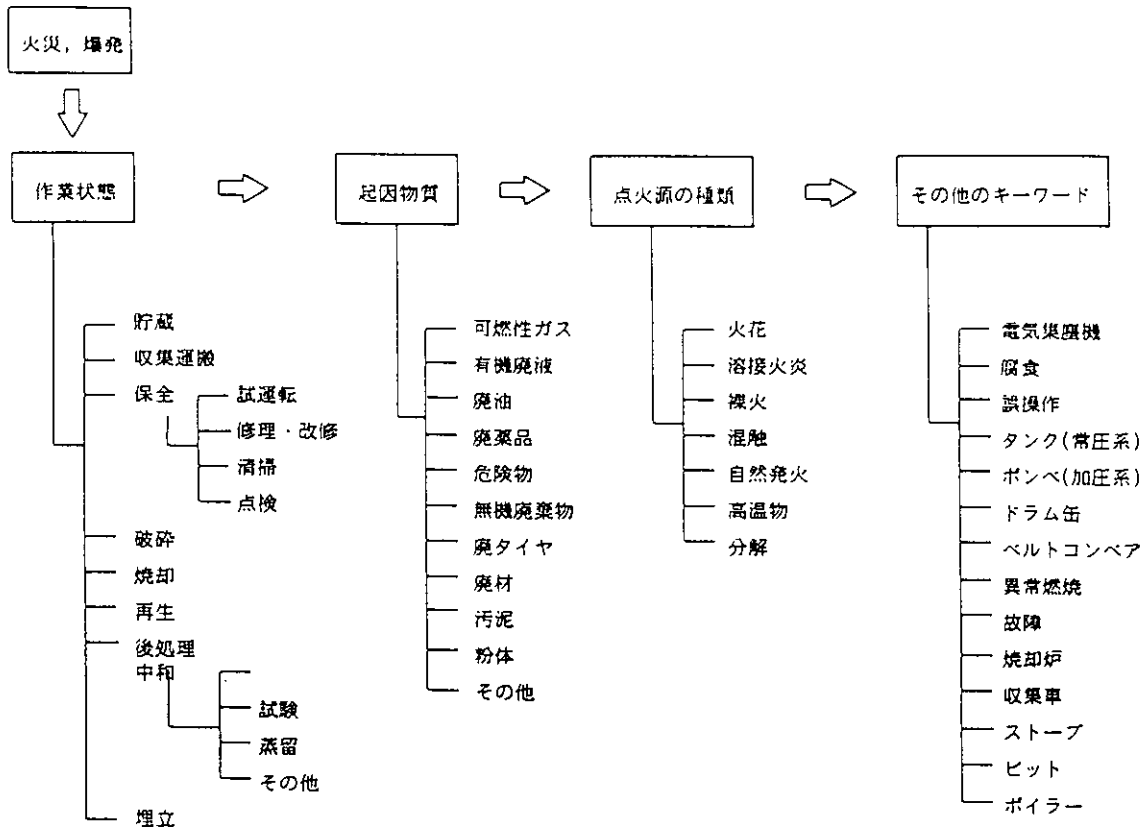


図 2-2-3 事故事例データベースのキーワード表



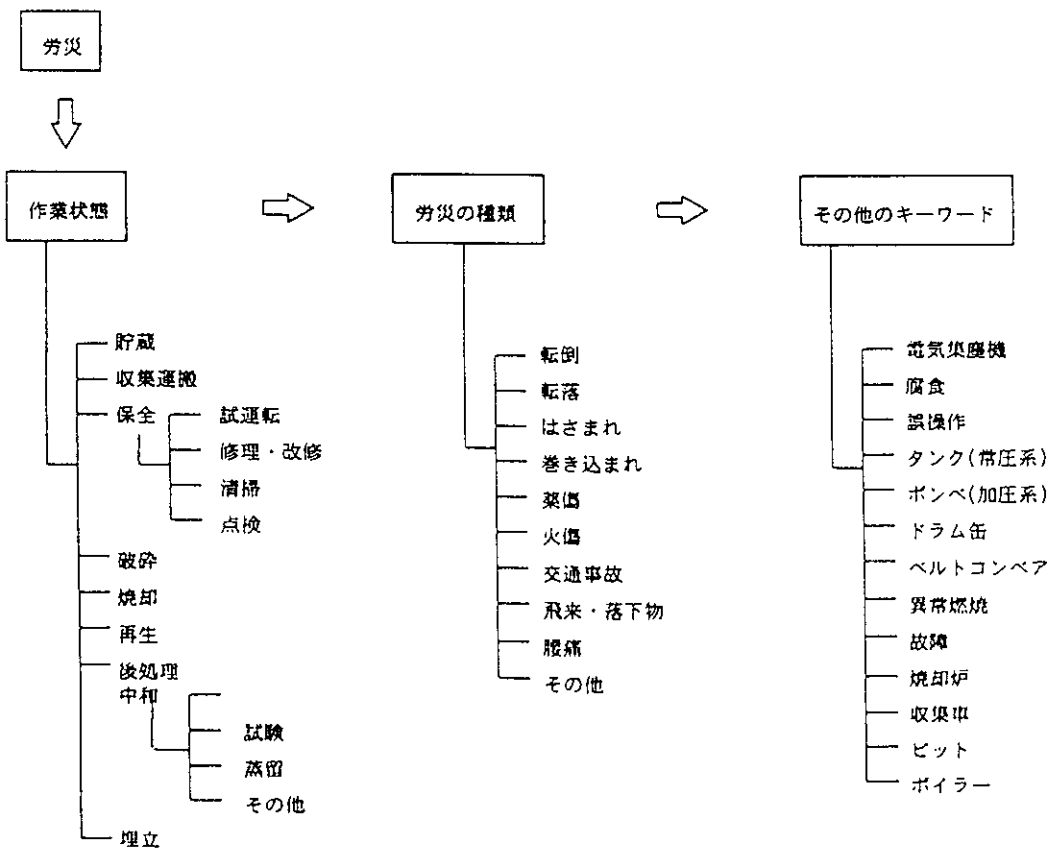
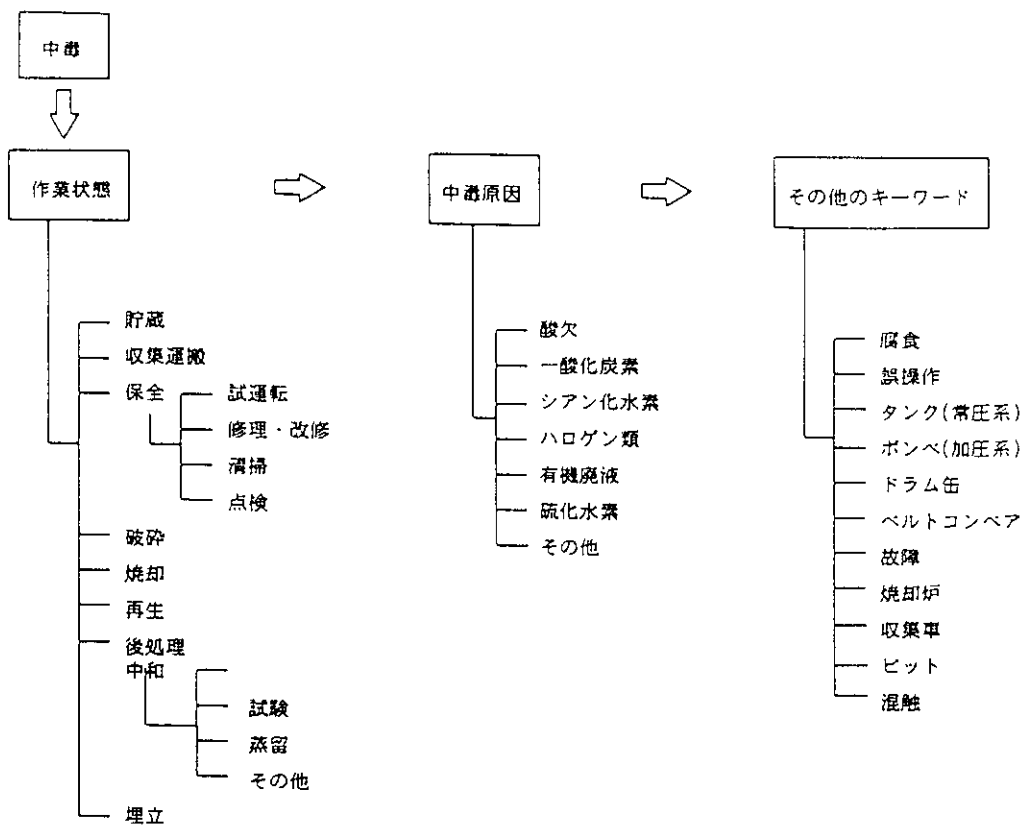


図 2-2-3 事故事例データベースのキーワード表 (続き)

表2-2-5 キーワードのマトリックス化による事故の度数分布表

災害の種類	廃棄物処理プロセス										理め立て	合計
	起因物質		収集運搬	貯蔵	保全	廃棄物処理プロセスのキーワード		リサイクル	後処理	中和 試験 蒸留 その他		
	火災 爆発	汚染 中毒	収集車	貯蔵 ドラム缶 タンク	試運転 修理・改修 清掃 点検	破砕	焼却 焼却炉 電気集塵機	リサイクル	後処理			
○		可燃性ガス-火災爆発	33	6	19	117	17	1	5	0	198	
○	○	有機廃液	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
○		廃油-火災爆発	4	24	9	3	16	11	5	0	72	
	○	廃油-汚染	4	35	0	0	0	0	4	0	43	
○		廃薬品	2	4	0	0	0	0	0	0	6	
○		危険物	1	3	0	5	2	2	2	0	15	
○	○	無機廃棄物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
○		廃タイヤ	0	3	0	0	2	0	0	0	5	
○		廃材	7	29	3	2	14	1	2	1	59	
○		汚泥	1	0	1	0	0	0	2	0	4	
○		粉体	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
	○	ハロゲン類	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
	○	重金属	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	○	PCB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	○	放射性物質	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
	○	一酸化炭素	0	4	4	0	0	0	1	0	1	
	○	シアン化水素	3	1	1	0	0	0	1	0	9	
	○	硫化水素-中毒	7	5	82	0	0	1	16	1	112	
○		湿触-火災爆発	11	21	3	1	2	1	11	3	53	
	○	湿触-汚染	0	2	0	0	0	0	0	0	2	
	○	湿触-中毒	5	9	2	0	0	0	13	3	32	
		合計	79	146	125	130	54	17	62	10	623	

総事例数は1656件

一般廃棄物：733件  
産業廃棄物：811件  
し尿：112件

新聞事例：232件

海外事例（新聞記事程度の内容）：13件

消防関係刊行物：235件

労働省関連刊行物：306件

廃棄物施設関連事例：414件

その他の刊行物：377件

出典不明事例：79件

表2-2-6 事故の年代別度数分布表

		プロセス										埋め立て		合計		
		収集運搬	保管	保全	破碎	キーワード	焼却	リサイクル	処理							
起因物質	キーワード	収集運搬 収集車	保管 ドラム缶 タンク	試運転 修理・改修 点検 清掃	破碎	キーワード		中和 試験 蒸留 その他			埋め立て					
						焼却 焼却炉 電気集塵機	リサイクル									
可燃性ガス	火災	年代														
		1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		1970	0	0	4	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12
		1980	6	1	8	21	7	0	0	0	0	0	0	0	0	44
		1990	27	5	7	91	8	0	0	0	0	0	0	0	0	141
		不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		小計	33	6	19	117	17	1	1	5	0	0	0	0	0	198
		1960	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
		1970	1	2	2	0	3	4	1	1	0	0	0	0	0	13
		1980	2	9	4	3	7	2	2	2	0	0	0	0	0	29
1990	1	12	2	0	5	4	1	0	0	0	0	0	0	25		
不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
小計	4	24	9	3	16	11	5	0	0	0	0	0	0	72		
廃油	汚染	1960	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		1970	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		1980	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
		1990	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
		不明	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
		小計	4	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	
		1960	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
		1970	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
		1980	4	3	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	
		1990	0	2	17	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	24
不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
小計	7	5	82	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0	112		
硫化水素	火災	1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1970	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
		1980	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
		1990	4	14	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	27	
		不明	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		小計	11	21	3	1	2	1	11	0	0	0	0	0	0	53
		1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1970	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		1980	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
小計	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
混触	汚染	1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1970	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
		1980	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
		1990	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
		不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		小計	5	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1970	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1980	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1990	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
小計	5	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
														32		

図 2-2-4 起因物質で分類した事故件数

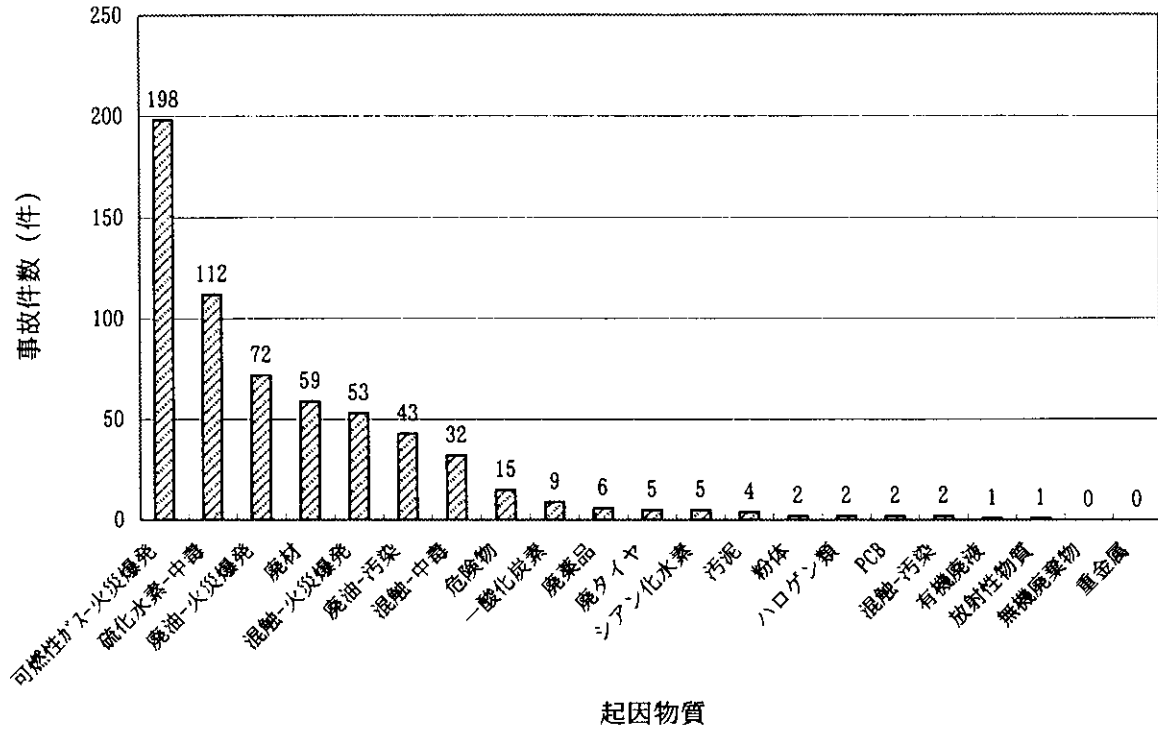


図 2-2-5 廃棄物処理プロセスで分類した事故件数

