

JAERI-M

9974

放射性有機廃棄物の燃焼に及ぼす酸素の  
影響

1982年2月

矢幡 脩昭・阿部 治郎・星野 昭

日本原子力研究所  
Japan Atomic Energy Research Institute

JAERI-M レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。

入手の問合せは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Section, Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1982

---

編集兼発行 日本原子力研究所  
印 刷 日立高速印刷株式会社

## 放射性有機廃棄物の燃焼に及ぼす酸素の影響

日本原子力研究所大洗研究所管理部

矢幡 肇昭・阿部 治郎・星野 昭<sup>+</sup>

(1982年1月26日受理)

放射性廃棄物の減容及び安定貯蔵法を解決することは原子力の利用に極めて重要である。現在、イオン交換樹脂、塩化ビニルなどの有機廃棄物が年々増加している。これらの物質の減容には焼却が最も効果的な方法と考えられる。本実験は、これらを模擬試料とし、示差熱天秤を用い、酸素量調整ガスを用い、室温から800°Cまで加熱した。これらの試料は0%O<sub>2</sub>で加熱すると炭化物が残るが、5%O<sub>2</sub>以上では残査が生じない。示差熱曲線のピークの大きさは酸素量に依存し、5~10%O<sub>2</sub>では分解ガスは不完全燃焼のまゝ系から放出されることを示唆している。熱分解発生ガスは質量分析の結果、炭化水素及び遊離炭素の混合物と考えられる。これらの混合ガスは、700°Cに加熱した酸化銅触媒と接触させることで完全に燃焼させることが出来る。

---

+）東海研究所化学部

THE EFFECT OF THE CONTROLLED OXYGEN ON THE INCINERATION  
OF RADIO CONTAMINATED ORGANIC COMPOUNDS

Taneaki YAHATA, Jiro ABE and Akira HOSHINO<sup>+</sup>

Division of Administrative Services,  
Oarai Research Establishment, JAERI

(Received January 26, 1982)

It is very important to resolve the method of safety storage and the reduction of volume of radio contaminated waste for utilization of atomic energies. Presently, the amounts of radio contaminated organic compounds such as ion exchange resin, vinyl chloride resin and so on are increased year by year. These compounds are very difficult to burning because of the occurrence of soot or flying ash, so that the waste are solidified using with cement or asphalt. But the burning of these compounds are most efficient method for reduction of volume of the wastes.

The present work is an attempt to evaluate the effect of controlled oxygen on the incineration of these compounds, using by differential thermoelectrobalance. The given off gas from these compounds are mixture of hydrocarbon and free carbon examined by mass spectrography. As the result of this study, these compounds are decomposed perfectly under 5 - 10 % of oxygen gas flow at about 650°C and the off gas from the compounds is disappeared contact with heated copper oxide without soot or flying ash.

Key words: Radio Contaminated Waste, Ion Exchange Resin, Soot, Flying Ash, Cement, Asphalt, Controlled Oxygen, Incineration, Differential Thermoelectrobalance, Copper Oxide Catalysis.

---

<sup>+</sup>) Division of Chemistry, Tokai Research Establishment, JAERI

## 目 次

1. まえがき .....	1
2. 実験方法 .....	1
2.1 実験試料 .....	1
2.2 実験装置 .....	2
3. 結果及び考察 .....	2
3.1 イオン交換樹脂 .....	2
3.2 エポキシ樹脂 .....	3
3.3 塩化ビニル及びクロロプロレン製グローブ .....	4
3.4 質量分析計によるエポキシ樹脂の分析結果 .....	5
3.5 酸化銅触媒 .....	5
4. 結論 .....	6
謝辞 .....	6
参考文献 .....	6

## C O N T E N T S

1. Introduction .....	1
2. Experimental .....	1
2.1 Samples .....	1
2.2 apparatus .....	2
3. Results and Discussions .....	2
3.1 Ion exchange resin .....	2
3.2 Epoxy resin .....	3
3.3 Vinyl chloride resin and Chloroprene rubber .....	4
3.4 Results of mass spectrography .....	5
3.5 Copper oxide catalysis .....	5
4. Summary .....	6
Acknowledgement .....	6
References .....	6

## 1. まえがき

放射能によって汚染された廃棄物を減容、安定化し長期保存の方法を確立させることは、環境安全確保に極めて重要である。放射性廃棄物は、汚染の程度により高レベル、中レベル及び低レベルに分類され、可燃物又は不燃物による分類、更に固体、液体、気体による分類が行われ、それぞれ適した処理法が用いられている。原子力発電所から大量に発生するイオン交換樹脂の処理法としては、アスファルト、セメント又は樹脂などによる固化法が用いられている。プルトニウム取扱い施設から発生する放射性廃棄物のうち、紙、布などの可燃物は焼却し、その灰分をセメントなどにより固化しドラム缶に詰めて保管する。一方、HEPA フィルター、ネオプレン（クロロプレン）製グローブ、塩化ビニールバッグなどの難燃性物質は圧縮減容の上、缶詰による密閉貯蔵が行われている。このように、放射性廃棄物の減容と貯蔵にはその形態によって種々の工夫がされている。

イオン交換樹脂、塩化ビニール樹脂、クロロプレンゴムなどは、いずれも有機化合物で炭素と水素を主成分としている。従って、これらを燃焼し、水と炭酸ガスに分解することは、減容の点からみれば最も効果的な方法と考えられる。分解方法としては、酸消化法と燃焼法などが挙げられる。このうち、酸消化法は放射性物質を飛散させることなく、プルトニウムなどの有用な物質の回収が容易に行えるという特徴があるが、その反面、反応容器の腐食性と、反応（消化）速度がおそいため大量処分の点から必ずしも満足される方法とは云えない。

一方、燃焼法は、大量処分の点で優れているため、従来から一般廃棄物としての有機化合物の処理に用いられている。しかしながら、イオン交換樹脂、グローブなどは、燃焼の際に放射性物質が飛散したり、また媒煙（カーボンブラック）などが発生し、排気系フィルターの目づまりを防止することが困難なために、現在のところ燃焼法は利用されるに至っていない。

E.W. ティーベルら<sup>1)</sup>はイオン交換樹脂を不活性ガス中で熱分解し、発生した分解ガスを除去したあと、酸素を導入し、未分解物を完全に燃焼させる方法を開発した。また、K. クノティーカ<sup>2)</sup>はイオン交換樹脂を不活性ガスまたは還元性ガス中で熱分解し、炭化物に減容された形のものとして貯蔵する方法を提案している。

本研究では、イオン交換樹脂、塩化ビニル樹脂などの有機化合物を対象として燃焼による減容を試みたものである。これらの模擬試料を用い、酸素量と燃焼温度、発熱状況及び発生する分解ガスを調べ、酸化銅触媒を利用することにより媒煙を完全燃焼させる条件を見出したので、これらの結果について報告する。

## 2. 実験方法

### 2.1 実験試料

実験試料としてはイオン交換樹脂、エポキシ樹脂、クロロプレン製グローブ及び塩化ビニル樹脂を用いた。イオン交換樹脂はこゝではプルトニウムの精製に用いるもので、Dowex 1（附加重合型の

## 1. まえがき

放射能によって汚染された廃棄物を減容、安定化し長期保存の方法を確立させることは、環境安全確保に極めて重要である。放射性廃棄物は、汚染の程度により高レベル、中レベル及び低レベルに分類され、可燃物又は不燃物による分類、更に固体、液体、気体による分類が行われ、それぞれ適した処理法が用いられている。原子力発電所から大量に発生するイオン交換樹脂の処理法としては、アスファルト、セメント又は樹脂などによる固化法が用いられている。プルトニウム取扱い施設から発生する放射性廃棄物のうち、紙、布などの可燃物は焼却し、その灰分をセメントなどにより固化しドラム缶に詰めて保管する。一方、HEPA フィルター、ネオプレン（クロロプレン）製グローブ、塩化ビニールバッグなどの難燃性物質は圧縮減容の上、缶詰による密閉貯蔵が行われている。このように、放射性廃棄物の減容と貯蔵にはその形態によって種々の工夫がされている。

イオン交換樹脂、塩化ビニール樹脂、クロロプレンゴムなどは、いずれも有機化合物で炭素と水素を主成分としている。従って、これらを燃焼し、水と炭酸ガスに分解することは、減容の点からみれば最も効果的な方法と考えられる。分解方法としては、酸消化法と燃焼法などが挙げられる。このうち、酸消化法は放射性物質を飛散させることなく、プルトニウムなどの有用な物質の回収が容易に行えるという特徴があるが、その反面、反応容器の腐食性と、反応（消化）速度がおそいため大量処分の点から必ずしも満足される方法とは云えない。

一方、燃焼法は、大量処分の点で優れているため、従来から一般廃棄物としての有機化合物の処理に用いられている。しかしながら、イオン交換樹脂、グローブなどは、燃焼の際に放射性物質が飛散したり、また媒煙（カーボンブラック）などが発生し、排気系フィルターの目つまりを防止することが困難なために、現在のところ燃焼法は利用されるに至っていない。

E.W. ティーベルら<sup>1)</sup>はイオン交換樹脂を不活性ガス中で熱分解し、発生した分解ガスを除去したあと、酸素を導入し、未分解物を完全に燃焼させる方法を開発した。また、K. クノティークら<sup>2)</sup>はイオン交換樹脂を不活性ガスまたは還元性ガス中で熱分解し、炭化物に減容された形のものとして貯蔵する方法を提案している。

本研究では、イオン交換樹脂、塩化ビニル樹脂などの有機化合物を対象として燃焼による減容を試みたものである。これらの模擬試料を用い、酸素量と燃焼温度、発熱状況及び発生する分解ガスを調べ、酸化銅触媒を利用することにより媒煙を完全燃焼させる条件を見出したので、これらの結果について報告する。

## 2. 実験方法

### 2.1 実験試料

実験試料としてはイオン交換樹脂、エポキシ樹脂、クロロプレン製グローブ及び塩化ビニル樹脂を用いた。イオン交換樹脂はこゝではプルトニウムの精製に用いるもので、Dowex 1（附加重合型の

スチレン系、強塩基性陰イオン交換樹脂) 50 - 100 メッシュを試料とした。

エポキシ樹脂 (Bisphenol-A polyamide) は、プルトニウムを含む粉末試料を固定するために用いるもので、こゝでは樹脂だけの固化体を粉碎し、その碎片を試料とした。

クロロプロレン製グローブは厚さ 0.4 mm のものであり、これを約 2 mm の小片にきざんだものを試料とした。

塩化ビニル樹脂は軟質シート状で、こゝではグローブボックスに物品を搬出入の際にバッグとして用いられているものであり、これを約 2 mm の大きさにきざんだものを試料として用いた。

## 2.2 実験装置

### (A) 示差熱天秤

示差熱天秤は理学電機製高温型 8002H/D を用いた。前述の試料 10 - 30 mg を天秤にのせ、酸素量調整ガスを 100 - 400 ml/min 流し、室温から 800 °Cまで加熱し、反応開始温度、発熱状況及び酸素量の燃焼に及ぼす影響を調べた。

### (B) 質量分析計

質量分析計は日電バリアン製 NAG 531 型を使用した。樹脂数 mg をルツボに入れ、装置の系内を  $10^{-7}$  torr に排気したあと加熱し、340 °C 及び 555 °Cにおける樹脂分解物のガス成分を質量分析によって調べた。

### (C) 酸化銅触媒反応炉

酸化銅触媒反応炉は、樹脂から発生する媒煙 (カーゲンブラック) などが、不完全燃焼のまゝ放出されるのを防ぐための装置であり、その構成を Fig.1 に示す。図に示すように反応装置は、2台の電気炉と石英反応管からなり、反応管の内部に酸化銅触媒と石英ウールをつめ込み、あらかじめ酸化銅を約 700 °Cに加熱したあと、反応管内の試料は、酸素調整ガスを流しながら加熱する。発生する媒煙の状況は石英ウールで捕集することによって調べた。

### (D) 酸素量調整ガス

酸素量調整ガスは、あらかじめ O<sub>2</sub> と Ar を混合し、ポンベに充填したものを使用した。混合比は 0 % O<sub>2</sub> (He 又は Ar), 5 % O<sub>2</sub> - 95 % Ar, 10 % O<sub>2</sub> - 90 % Ar, 20 % O<sub>2</sub> (空気) 及び 100 % O<sub>2</sub>。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 イオン交換樹脂

Fig.2 は示差熱天秤によって測定したイオン交換樹脂 (Dowex 1) の重量変化と示差熱を示す。図には(A), (B) 及び (C) の 3 種類の結果を示す。(A) は 5 % O<sub>2</sub> - 95 % Ar, (B) は 10 % O<sub>2</sub> - 90 % Ar, (C) は 100 % O<sub>2</sub> を示す。いづれも実験条件として、ガスの流速は 100 ml/min, 升温速度は 20 °C/min, 試料は約 10 mg を用いた。図の横軸は温度, 縦軸は重量変化 (TGA) に関しては  $\Delta W$ , 示差熱 (DTA) に関しては  $\Delta T$  で示した。

スチレン系、強塩基性陰イオン交換樹脂) 50 - 100 メッシュを試料とした。

エポキシ樹脂 (Bisphenol-A polyamide) は、プルトニウムを含む粉末試料を固定するためによく用いるもので、こゝでは樹脂だけの固化体を粉碎し、その碎片を試料とした。

クロロプロレン製グローブは厚さ 0.4 mm のものであり、これを約 2 mm の小片にきざんだものを試料とした。

塩化ビニル樹脂は軟質シート状で、こゝではグローブボックスに物品を搬出入の際にバッグとして用いられているものであり、これを約 2 mm の大きさにきざんだものを試料として用いた。

## 2.2 実験装置

### (A) 示差熱天秤

示差熱天秤は理学電機製高温型 8002H/D を用いた。前述の試料 10 - 30 mg を天秤にのせ、酸素量調整ガスを 100 - 400 ml/min 流し、室温から 800 °Cまで加熱し、反応開始温度、発熱状況及び酸素量の燃焼に及ぼす影響を調べた。

### (B) 質量分析計

質量分析計は日電バリアン製 NAG 531 型を使用した。樹脂数 mg をルツボに入れ、装置の系内を  $10^{-7}$  torr に排気したあと加熱し、340 °C 及び 555 °Cにおける樹脂分解物のガス成分を質量分析によって調べた。

### (C) 酸化銅触媒反応炉

酸化銅触媒反応炉は、樹脂から発生する媒煙 (カーグンブラック) などが、不完全燃焼のまゝ放出されるのを防ぐための装置であり、その構成を Fig.1 に示す。図に示すように反応装置は、2台の電気炉と石英反応管からなり、反応管の内部に酸化銅触媒と石英ウールをつめ込み、あらかじめ酸化銅を約 700 °Cに加熱したあと、反応管内の試料は、酸素調整ガスを流しながら加熱する。発生する媒煙の状況は石英ウールで捕集することによって調べた。

### (D) 酸素量調整ガス

酸素量調整ガスは、あらかじめ O<sub>2</sub> と Ar を混合し、ボンベに充填したものを使用した。混合比は 0 % O<sub>2</sub> (He 又は Ar), 5 % O<sub>2</sub> - 95 % Ar, 10 % O<sub>2</sub> - 90 % Ar, 20 % O<sub>2</sub> (空気) 及び 100 % O<sub>2</sub>。

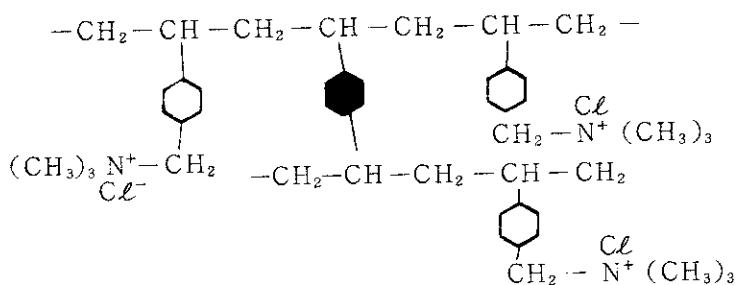
## 3. 結果及び考察

### 3.1 イオン交換樹脂

Fig.2 は示差熱天秤によって測定したイオン交換樹脂 (Dowex 1) の重量変化と示差熱を示す。図には(A), (B) 及び (C) の 3 種類の結果を示す。(A) は 5 % O<sub>2</sub> - 95 % Ar, (B) は 10 % O<sub>2</sub> - 90 % Ar, (C) は 100 % O<sub>2</sub> を示す。いづれも実験条件として、ガスの流速は 100 ml/min, 升温速度は 20 °C/min, 試料は約 10 mg を用いた。図の横軸は温度, 縦軸は重量変化 (TGA) に関しては  $\Delta W$ , 示差熱 (DTA) に関しては  $\Delta T$  で示した。

TGAでいづれも100°Cまで重量減少が生じ、120-200°Cの間では、酸素量に関係なく安定な相が存在することを示す。100°Cまでにみられた重量減少は付着水の蒸発によるものと考えられる。対応するDTAでは吸熱を示している。ついでTGAの結果をみると、約240°Cから著しい重量減少が始り、分解は2段階に起ることを示し、5%O<sub>2</sub>の(A)では、対応する吸熱曲線がみられ、次に分解蒸発物が燃焼することにより発熱することを示している。10%O<sub>2</sub>の(B)でもほど同じ挙動を示し、両者共反応後の試料は完全に消失している。100%O<sub>2</sub>の(C)の場合では重量減少が生じると大きな発熱がみられることから、分解蒸発物は急激に、ほど完全に燃焼するものと考えられる。その結果、試料周辺が昇温速度以上に加熱され、試料の分解が促進されるため、(A)及び(B)に示したような2段階分解は生じない。

Dowex 1 の化学式は次のように示される<sup>3)</sup>。



### 3.2 エポキシ樹脂

Fig.3は示差熱天秤によって測定したエポキシ樹脂の重量変化と示差熱を示す。図には(A)~(E)の5種類の結果を示したが、(A)は0%O<sub>2</sub>(He), (B)は5%O<sub>2</sub>-95%Ar, (C)は10%O<sub>2</sub>-90%Ar, (D)は20%O<sub>2</sub>(空気) (E)は100%O<sub>2</sub>を示す。いづれの実験の場合でも、ガスの流速は100ml/min, 昇温速度は20°C/min, 試料は約20mgを用いた。図の横軸は温度、縦軸は重量変化(TGA)に関してはΔW, 示差熱(DTA)に関してはΔTで示した。

(A)はHeガス中で加熱したもので、約320°Cから重量減少が始まり、約500°Cで一定重量に達する。示差熱変化は認められなかったが、これは分解蒸発物が燃焼しないで系から放出された事を示す。反応終了後のルツボに黒色の残査が見られたことから、樹脂は炭化物となり、完全燃焼しないことを示している。

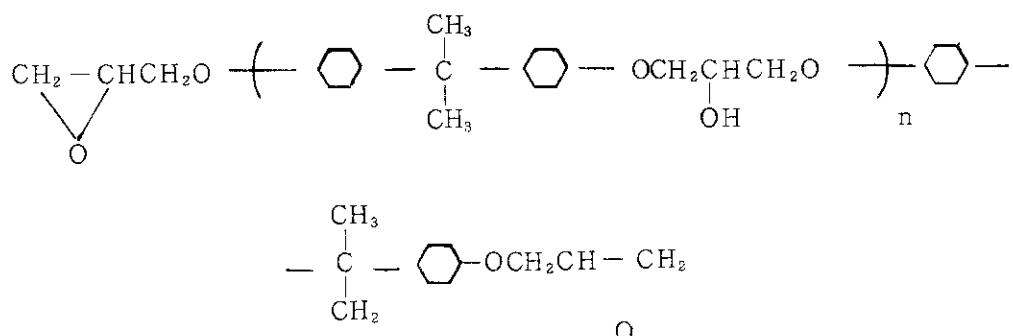
(B)は5%O<sub>2</sub>-95%Arガス中で行った結果を示す。約320°Cで重量減少が始まり、500-580°Cの間で安定な物質の存在を示し、580°Cを越えると更に重量減少が生じ、約680°付近で一定の重量に達する。示差熱は約450°C付近と、500-580°Cの間に吸熱がみられ、また約480°Cと約640°C付近に発熱がみられる。これらの結果から、樹脂は2段階にわたって分解し、分解蒸発物がそれぞれ燃焼し発熱していることが分る。反応後ルツボに残査がみられないことは、完全に燃焼したことを示している。

(C)は10%O<sub>2</sub>-90%Arガス中で行った結果を示す。(B)の場合と同様に約320°Cから重量減少が始り、480-560°Cに安定な物質の存在を示し、560°C以上で更に重量減少を示し、640°C付近で一定の重量に達する。示差熱曲線にもそれぞれ2つの吸熱と2つの発熱ピークを示し、5%O<sub>2</sub>で行った場合と似た挙動を示している。

(D)は空气中で行った結果であり、約320°Cから重量減少が始まるが、(B), (C)でみられたような480°C付近での2段階減量はみられない。示差熱曲線の結果でも、吸熱ピークはみられず、発熱ピークのみを示している。このことから分解が始まると分解蒸発物は直に燃焼し、高温に達するため、試料の分解が促進され、(B), (C)でみられた480—560°C付近での安定相は空气中で行った実験結果には見られなかった。

(E)は100%O<sub>2</sub>中で行った結果を示す。320°C付近で重量減少が始まり、520°C付近で一定重量に達する。重量減少曲線は(D)の空气中の場合と同様に2段階の変化を示さない。示差熱曲線は、2つの大きな発熱ピークを示すことから、試料の分解が始まると、急激に分解蒸発物は燃焼し、試料周辺が昇温速度以上に加熱されるため、試料の分解が促進されて、480—560°Cの安定相はみられることなく完全に燃焼したことを示している。

使用したエポキシ樹脂 (Bisphenol-A polyamide) は、アダルダイト、スーパー・セメダイン、エボンの名称で知られている。ビスフェノールAとエピクロルヒドリンとの反応で作られ、アミン系硬化剤を用いて固化される。エポキシ樹脂の一般式は次の様に示される。<sup>4)</sup>



### 3.3 塩化ビニル及びクロロブレン製グローブ

Fig. 4は塩化ビニルを燃焼させたときの示差熱曲線であり、図中(A)は0%O<sub>2</sub>(Ar), (B)は5%O<sub>2</sub>—95%Ar, (C)は10%O<sub>2</sub>—90%Ar, (D)は100%O<sub>2</sub>の場合の実験結果を示す。いづれも、ガスの流速は400mL/min, 昇温速度は20°C/min, 試料は約30mgを用いた。横軸は温度、縦軸は示差熱(DTA)ΔTで示す。Ar中の加熱では320°Cと460°C付近に吸熱を示している。760°Cまで加熱した実験では、冷却後ルツボに黒色残渣がみられるところから、塩化ビニルはAr中で炭化物に変化したものと考えられる。

5%O<sub>2</sub>の結果では、発熱ピークの位置は炉側温度で800°Cまで観測される。10%O<sub>2</sub>では700°Cまで、100%O<sub>2</sub>では650°Cと低温側に移行する。これらの結果から、塩化ビニルの燃焼速度は酸素量に依存し、酸素量が多いと燃焼速度が速くなることを示している。

Fig. 5はクロロブレンの示差熱曲線であり、(A)は0%O<sub>2</sub>, (B)は5%O<sub>2</sub>—95%Ar, (C)は10%O<sub>2</sub>—90%Ar, (D)は100%O<sub>2</sub>の場合の結果を示す。いづれもガス流速は400mL/min, 昇温速度は20°C/min, 試料は30mgを用いた。クロロブレンの場合、約320°C付近に大きな発熱ピークを示し、このピークは酸素量に関係なくみられる。酸素存在下では、2つの発熱ピークがみられ、酸素量が増加するに従って発熱ピークは低温側に移行する。即ち、ピークの位置は5%O<sub>2</sub>で600°C, 10%O<sub>2</sub>では560°C,

100% O<sub>2</sub> では 440 °C となる。酸素量が多いと、分解蒸発物は急激に燃焼、発熱し試料周辺が昇温速度以上に加熱するため反応が早く終了することを示している。

320 °C 付近にみられる発熱ピークの原因は解明出来ないが、ゴム製品には一般に老化防止剤としてアミン類を添加しているため、急激な発熱ピークは添加剤の影響も一因と考えられる。

### 3.4 質量分析計によるエポキシ樹脂の分析結果

Fig. 6 は 340 °C 及び 550 °C におけるエポキシ樹脂の分解蒸発成分の質量数とそのピークを示す。図で横軸は質量数、縦軸のピークは蒸発種を示す。両温度に対し、発生するピークの位置が同じであることから、熱分解曲線でみられた 2 段階分解の、それぞれの分解蒸発物は、同じ組成のものといえる。質量数から考えると、

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (M.N. = 78), C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> (M.N. = 58), CO<sub>2</sub> (M.N. = 44), O<sub>2</sub> (M.N. = 32), N<sub>2</sub> および CO (M.N. = 28), C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (M.N. = 26), C<sub>2</sub> (M.N. = 24), CH<sub>4</sub> (M.N. = 16), C (M.N. = 12), H<sub>2</sub> (M.N. = 12) などの存在が推定される。この結果から、樹脂が燃焼する際に発生する媒煙は、炭化水素及び遊離炭素の混合物と考えられる。

### 3.5 酸化銅触媒

Fig. 1 に示したように、イオン交換樹脂約 10 g を石英ポートにのせ、5—10% O<sub>2</sub> を流しながら酸化銅触媒を約 700 °C に加熱し、所定の温度に達したら次に樹脂を 600 °C に約 1 hr 保持した。樹脂は完全に燃焼し、酸化銅触媒の近傍に設置した石英ウールには、媒煙(カーボンブラック)は見出せなかった。一方、酸化銅触媒を用いない場合、石英ウールは媒煙を捕集して黒くなった。

媒煙の主成分は、質量分析の結果から炭化水素、炭素、水素などの混合物と考えられ、これらの物質は酸化銅触媒と接触すると完全に消滅することから、次の反応が生じているものと考えられる。

- a. C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> + x CuO → mCO<sub>2</sub> + nH<sub>2</sub>O + xCu<sub>2</sub>O (C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> : 炭化水素)
- b. m'C + xCuO → m'CO<sub>2</sub> + xCu<sub>2</sub>O
- c. n'H<sub>2</sub> + xCuO → n'H<sub>2</sub>O + xCu<sub>2</sub>O
- d. xCu<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub> → xCuO

d 式に示すように酸素を供給すれば、還元された酸化銅は直ちに酸化され、触媒作用は継続的に維持される。

Fig. 7 は種々の酸化物の室温から 1000 °Cまでの生成の標準自由エネルギーと温度の関係を示す<sup>5)</sup>。この図にみられるように酸化銅は他の酸化物に比べて、熱力学的に不安定であり、水素、炭素、一酸化炭素などと接触すると容易に酸素を供給する。図にみられるように、酸化銅以外には、鉄、ニッケル、コバルトなどの酸化物も熱力学的に不安定なため、触媒としての使用は可能なものと考えられる。

## 4. 結 論

イオン交換樹脂及び塩化ビニルなどの有機物の燃焼試験を酸素量調整下で行い、次の結果が得られた。これらの試料は不活性ガス中で加熱されると熱分解して減容するが、加熱生成物として炭化物が残り、完全に燃焼させることができない。示差熱分析の結果に、発熱ピークが見られなかったが、これは分解蒸発物が燃焼しないで系から放出されたことを示している。

一方酸素が存在すると、残査は生じないことから、樹脂は完全に燃焼したことを示す。しかしながら、発熱ピークは用いた試料の量が等しいにもかゝわらず、酸素量によって異なるため、分解蒸発物の燃焼は酸素量に依存することを示している。すなわち、分解蒸発物の燃焼は酸素が十分に存在すれば、急激に燃焼し高温を発生する。酸素を大量に供給することで樹脂などを完全に燃焼させることは可能であるが、その結果、高温を発生するため、焼却炉材料の耐用年数を縮めたり、放射性物質を飛散させることになる。

酸素量が少ないと、不完全燃焼により媒煙が発生し、排気系フィルターの目づまりをひき起すことになる恐れがある。

本実験では5-10% O<sub>2</sub> 中で約650°Cに樹脂を加熱することで完全分解させ、発生した分解蒸発物を、約700°Cに加熱した酸化銅触媒と接触させることで、高温を伴なわずに媒煙の発生を防止することが出来た。質量分析計によって、分解蒸発物は H<sub>2</sub>, C, CO, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> などの混合物であると確認したので、酸化銅触媒は、この種の目的のために有効であることを示している。

## 謝 辞

本実験を行うにあたり有益な助言と討論をして下さったプルトニウム技術開発室室長栗原正義氏に心から感謝の意を表わします。また質量分析測定に援助して下さったプルトニウム燃料研究室副主任研究員大道敏彦氏にお礼を申し上げます。

## 参 考 文 献

1. E. W. ティーベル, 他 公開特許公報, 昭52-1016100。
2. K. クノティーク, 他 公開特許公報, 昭52-5000
3. 山辺武郎著, イオン交換樹脂, 金原出版KK, 昭37年9月。
4. 村橋俊介, 山田良平, 井本稔 編集, プラスチックハンドブック 朝倉書店, 昭48年8月
5. R. A. Swalin, 上原邦雄等共訳, 固体の熱力学, コロナ社, 昭45年10月。

## 4. 結 論

イオン交換樹脂及び塩化ビニルなどの有機物の燃焼試験を酸素量調整下で行い、次の結果が得られた。これらの試料は不活性ガス中で加熱されると熱分解して減容するが、加熱生成物として炭化物が残り、完全に燃焼させることができない。示差熱分析の結果に、発熱ピークが見られなかったが、これは分解蒸発物が燃焼しないで系から放出されたことを示している。

一方酸素が存在すると、残査は生じないことから、樹脂は完全に燃焼したことを示す。しかしながら、発熱ピークは用いた試料の量が等しいにもかゝわらず、酸素量によって異なるため、分解蒸発物の燃焼は酸素量に依存することを示している。すなわち、分解蒸発物の燃焼は酸素が十分に存在すれば、急激に燃焼し高温を発生する。酸素を大量に供給することで樹脂などを完全に燃焼させることは可能であるが、その結果、高温を発生するため、焼却炉材料の耐用年数を縮めたり、放射性物質を飛散させることになる。

酸素量が少ないと、不完全燃焼により媒煙が発生し、排気系フィルターの目づまりをひき起すことになる恐れがある。

本実験では5—10% O<sub>2</sub> 中で約650°Cに樹脂を加熱することで完全分解させ、発生した分解蒸発物を、約700°Cに加熱した酸化銅触媒と接触させることで、高温を伴なわずに媒煙の発生を防止することが出来た。質量分析計によって、分解蒸発物は H<sub>2</sub>, C, CO, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> などの混合物であると確認したので、酸化銅触媒は、この種の目的のために有効であることを示している。

## 謝 辞

本実験を行うにあたり有益な助言と討論をして下さったプルトニウム技術開発室室長栗原正義氏に心から感謝の意を表わします。また質量分析測定に援助して下さったプルトニウム燃料研究室副主任研究員大道敏彦氏にお礼を申し上げます。

## 参 考 文 献

1. E. W. ティーベル, 他 公開特許公報, 昭52-1016100。
2. K. クノティーク, 他 公開特許公報, 昭52-5000
3. 山辺武郎著, イオン交換樹脂, 金原出版K K, 昭37年9月。
4. 村橋俊介, 山田良平, 井本稔 編集, プラスチックハンドブック 朝倉書店, 昭48年8月
5. R. A. Swalin, 上原邦雄等共訳, 固体の熱力学, コロナ社, 昭45年10月。

## 4. 結 論

イオン交換樹脂及び塩化ビニルなどの有機物の燃焼試験を酸素量調整下で行い、次の結果が得られた。これらの試料は不活性ガス中で加熱されると熱分解して減容するが、加熱生成物として炭化物が残り、完全に燃焼させることができない。示差熱分析の結果に、発熱ピークが見られなかったが、これは分解蒸発物が燃焼しないで系から放出されたことを示している。

一方酸素が存在すると、残査は生じないことから、樹脂は完全に燃焼したことを示す。しかしながら、発熱ピークは用いた試料の量が等しいにもかゝわらず、酸素量によって異なるため、分解蒸発物の燃焼は酸素量に依存することを示している。すなわち、分解蒸発物の燃焼は酸素が十分に存在すれば、急激に燃焼し高温を発生する。酸素を大量に供給することで樹脂などを完全に燃焼させることは可能であるが、その結果、高温を発生するため、焼却炉材料の耐用年数を縮めたり、放射性物質を飛散させることになる。

酸素量が少ないと、不完全燃焼により媒煙が発生し、排気系フィルターの目づまりをひき起すことになる恐れがある。

本実験では5—10% O<sub>2</sub> 中で約650°Cに樹脂を加熱することで完全分解させ、発生した分解蒸発物を、約700°Cに加熱した酸化銅触媒と接触させることで、高温を伴なわずに媒煙の発生を防止することが出来た。質量分析計によって、分解蒸発物は H<sub>2</sub>, C, CO, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> などの混合物であると確認したので、酸化銅触媒は、この種の目的のために有効であることを示している。

## 謝 辞

本実験を行うにあたり有益な助言と討論をして下さったプルトニウム技術開発室室長栗原正義氏に心から感謝の意を表わします。また質量分析測定に援助して下さったプルトニウム燃料研究室副主任研究員大道敏彦氏にお礼を申し上げます。

## 参 考 文 献

1. E.W. ティーベル, 他 公開特許公報, 昭52-1016100。
2. K.クノティーク, 他 公開特許公報, 昭52-5000
3. 山辺武郎著, イオン交換樹脂, 金原出版K.K., 昭37年9月。
4. 村橋俊介, 山田良平, 井本稔 編集, プラスチックハンドブック 朝倉書店, 昭48年8月
5. R.A. Swalin, 上原邦雄等共訳, 固体の熱力学, コロナ社, 昭45年10月。

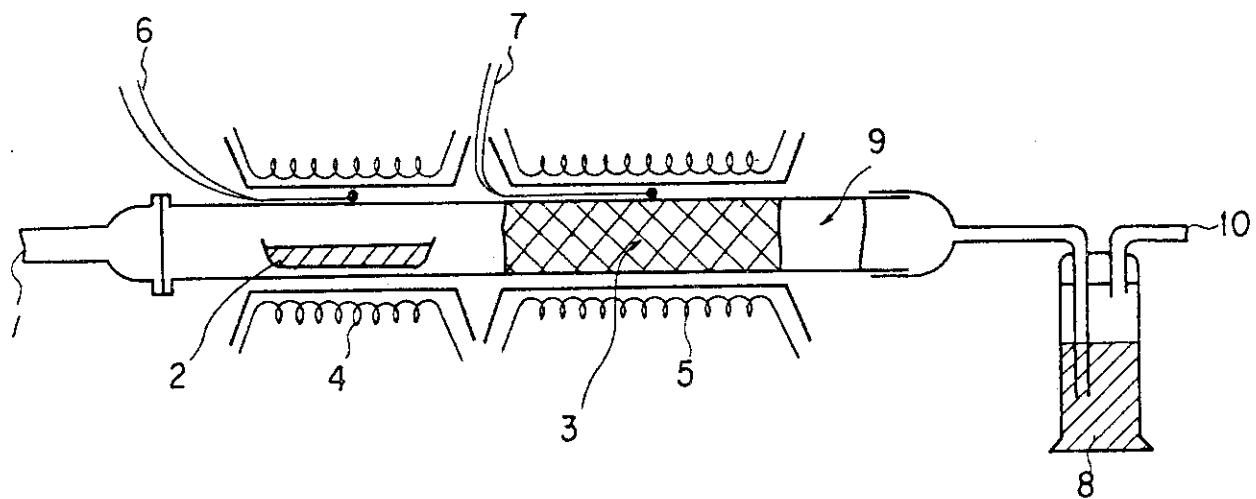


Fig. 1 Apparatus for incineration of organic compounds.

- 1) gas inlet 2) quartz boat 3) copper oxide catalysis
- 4) and 5) electric furnace 6) and 7) CA thermocouple
- 8) bubbler 9) quartz wool 10) gas outlet

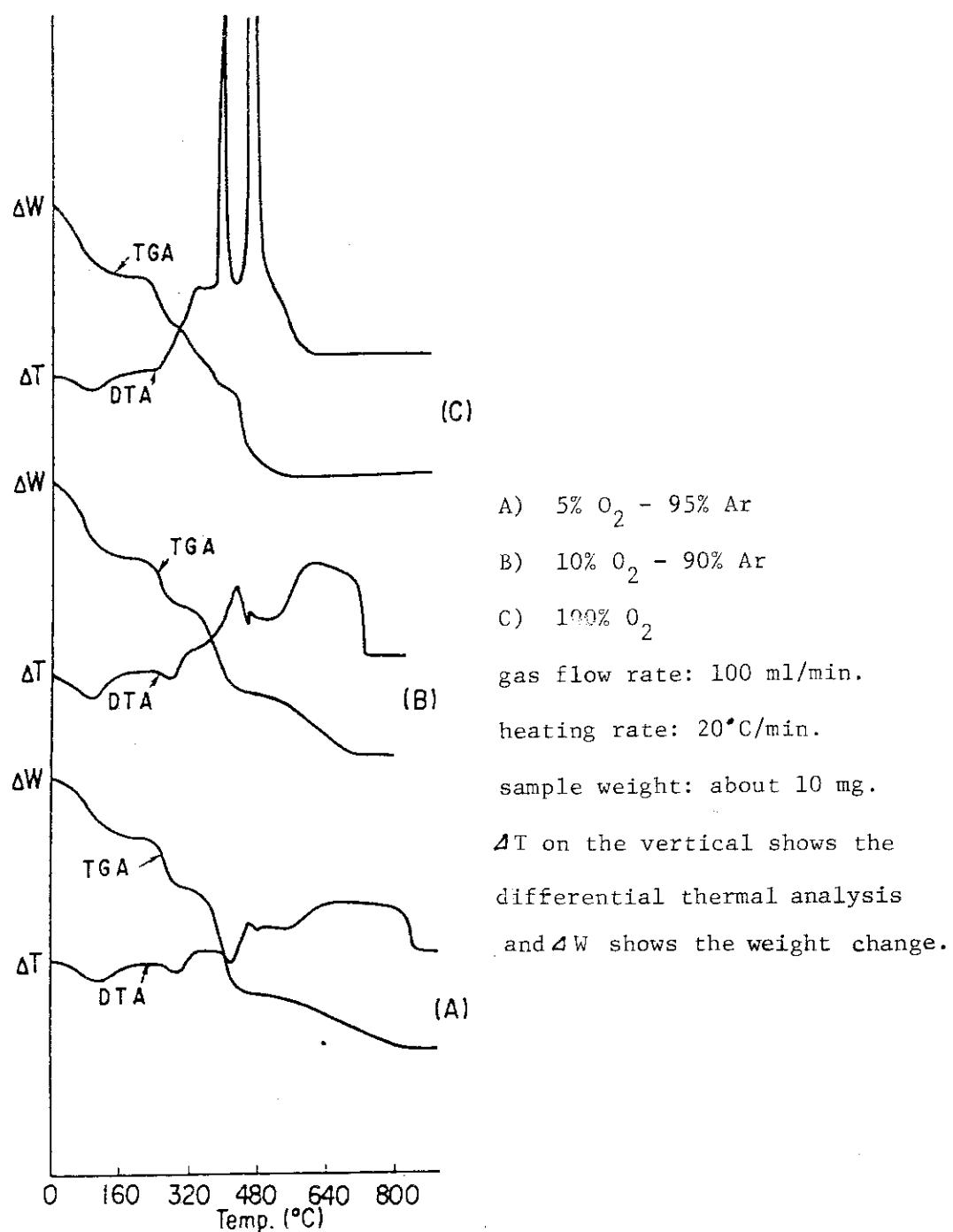


Fig. 2 Differential thermogravimetric analysis curve for ion exchange resin ( Dowex 1 )

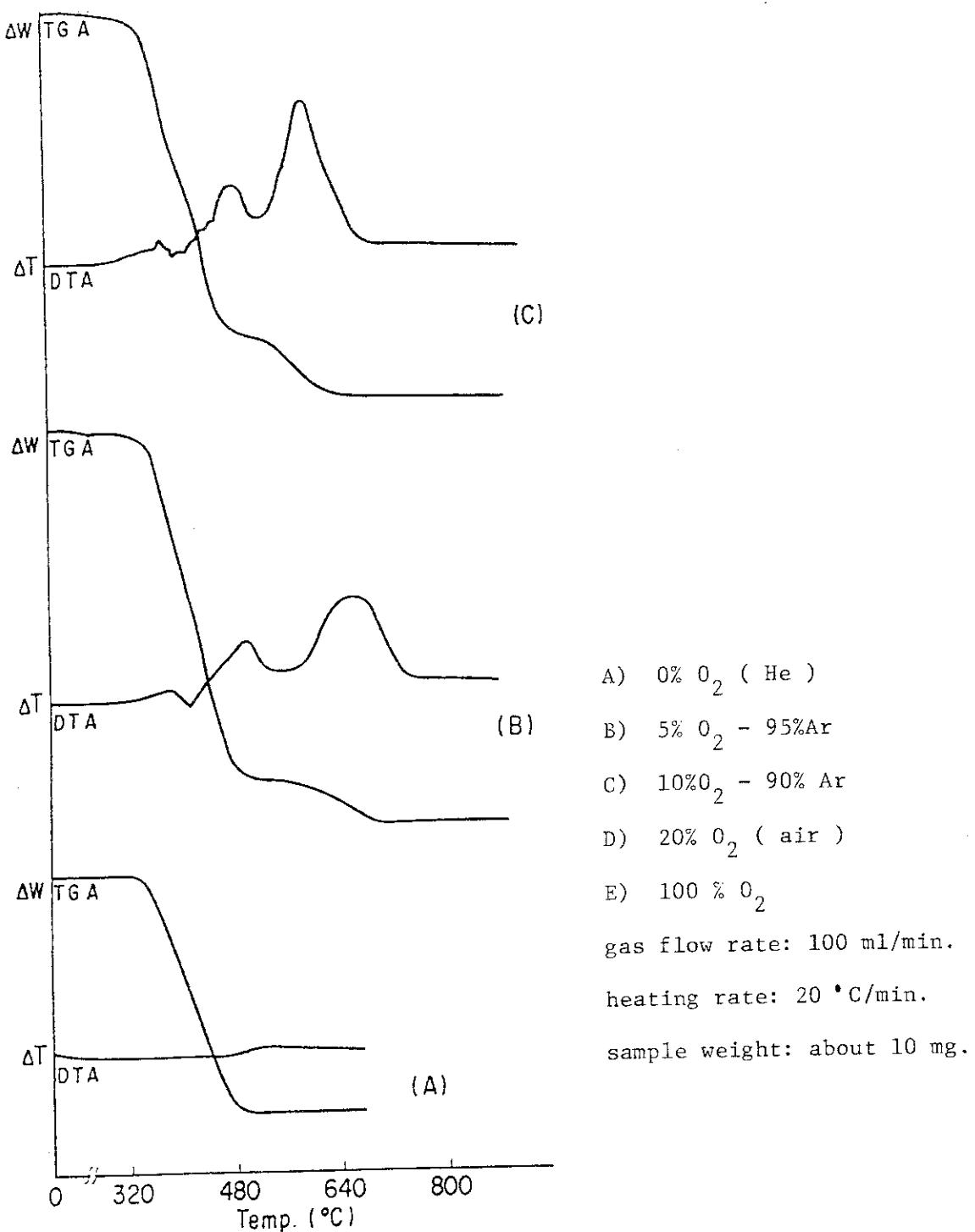


Fig. 3 Differential thermogravimetric analysis curve for epoxy resin  
 ( Bisphenol-A polyamide )

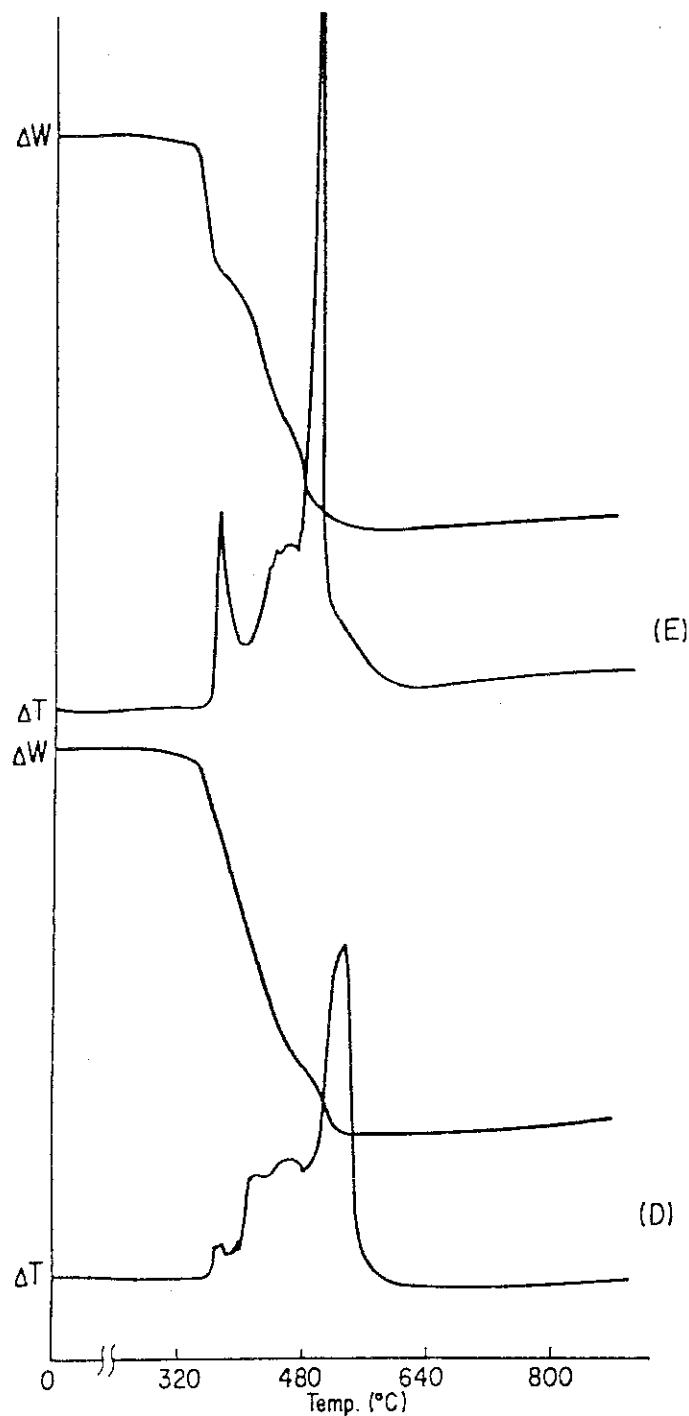


Fig. 3 (Continued) Differential thermogravimetric analysis  
curve for epoxy resin ( Bisphenol-A polyamide )

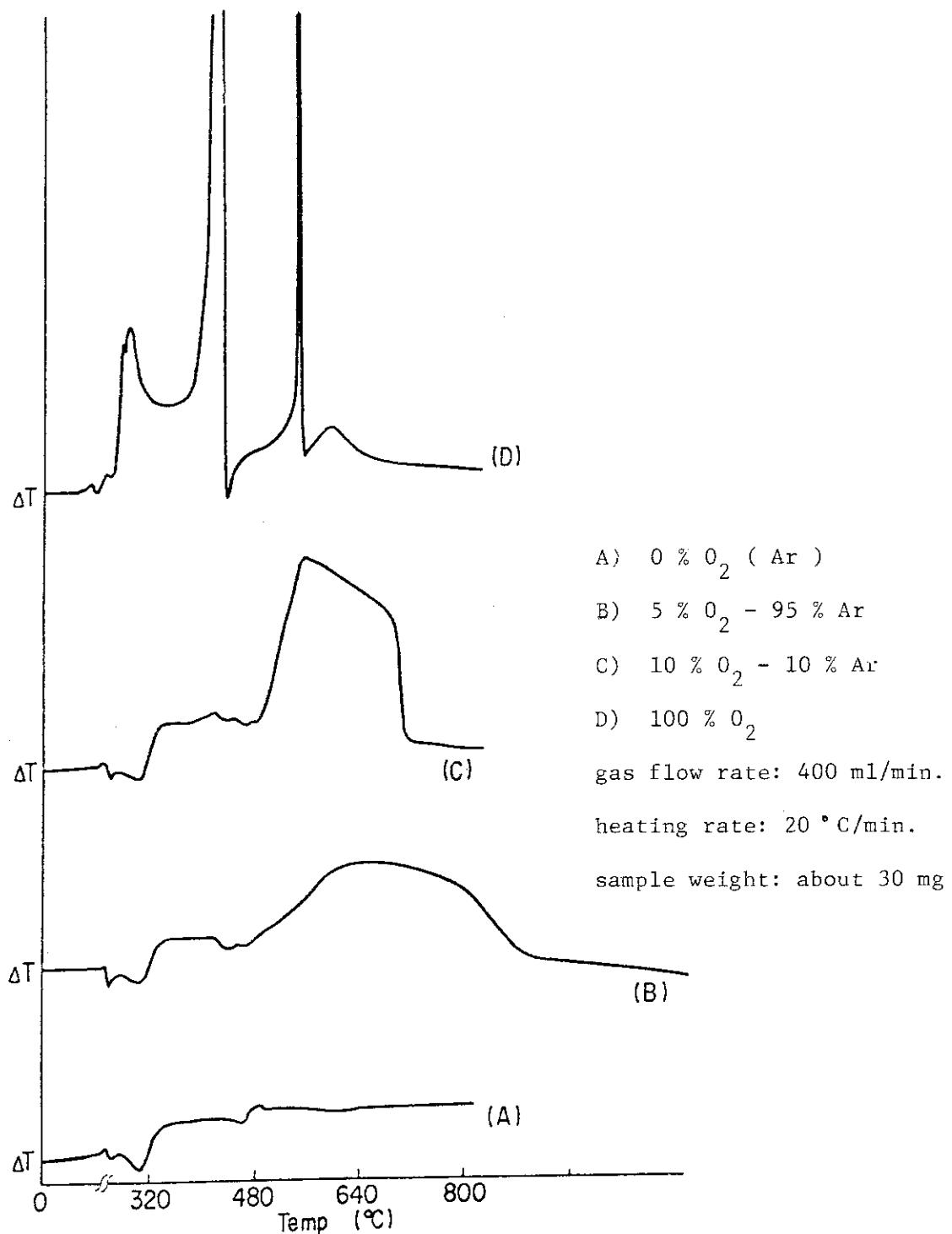


Fig. 4 Differential thermal analysis curve for vinyl chloride resin

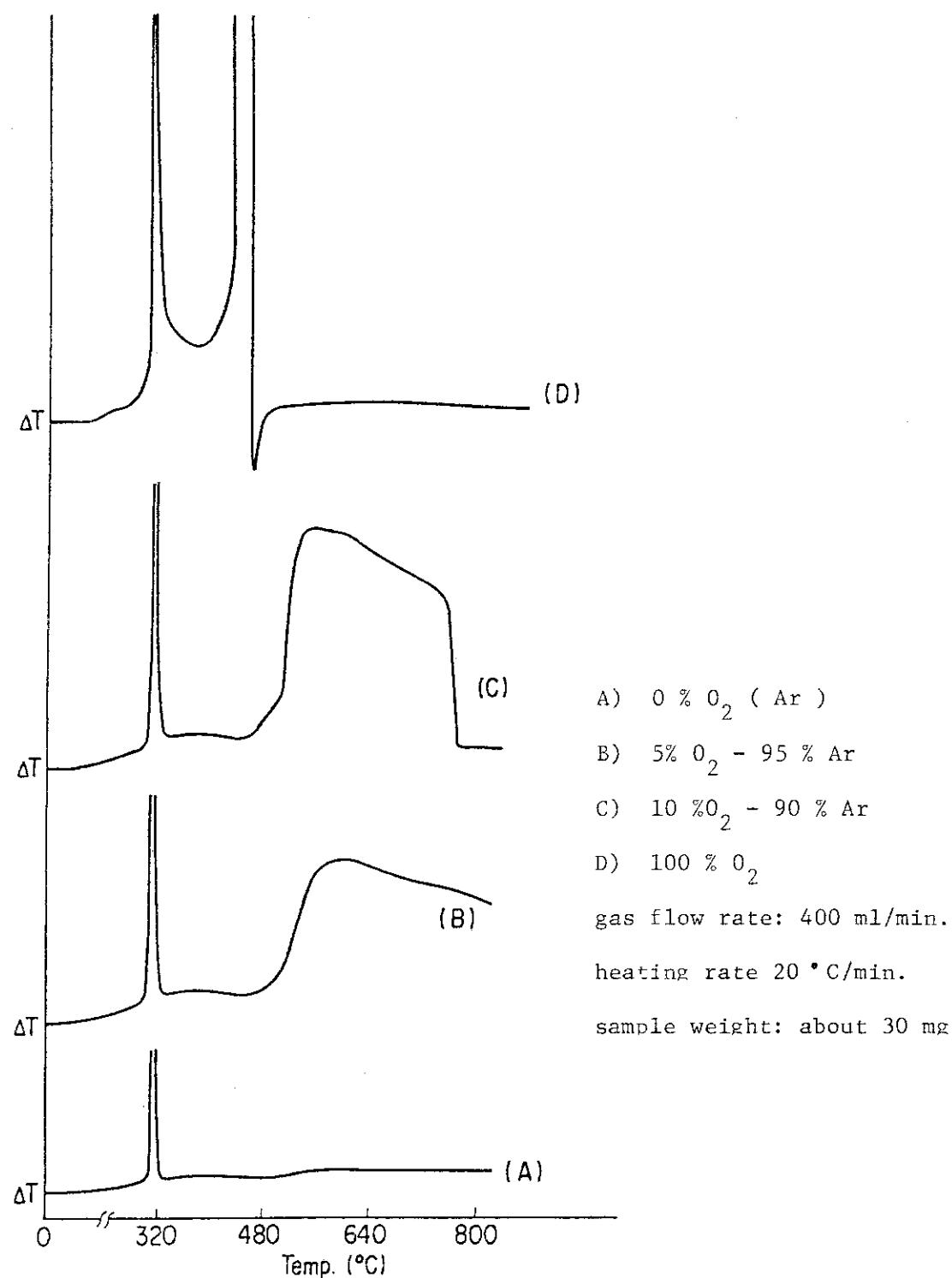


Fig. 5 Differential thermal analysis curve for chloroprene

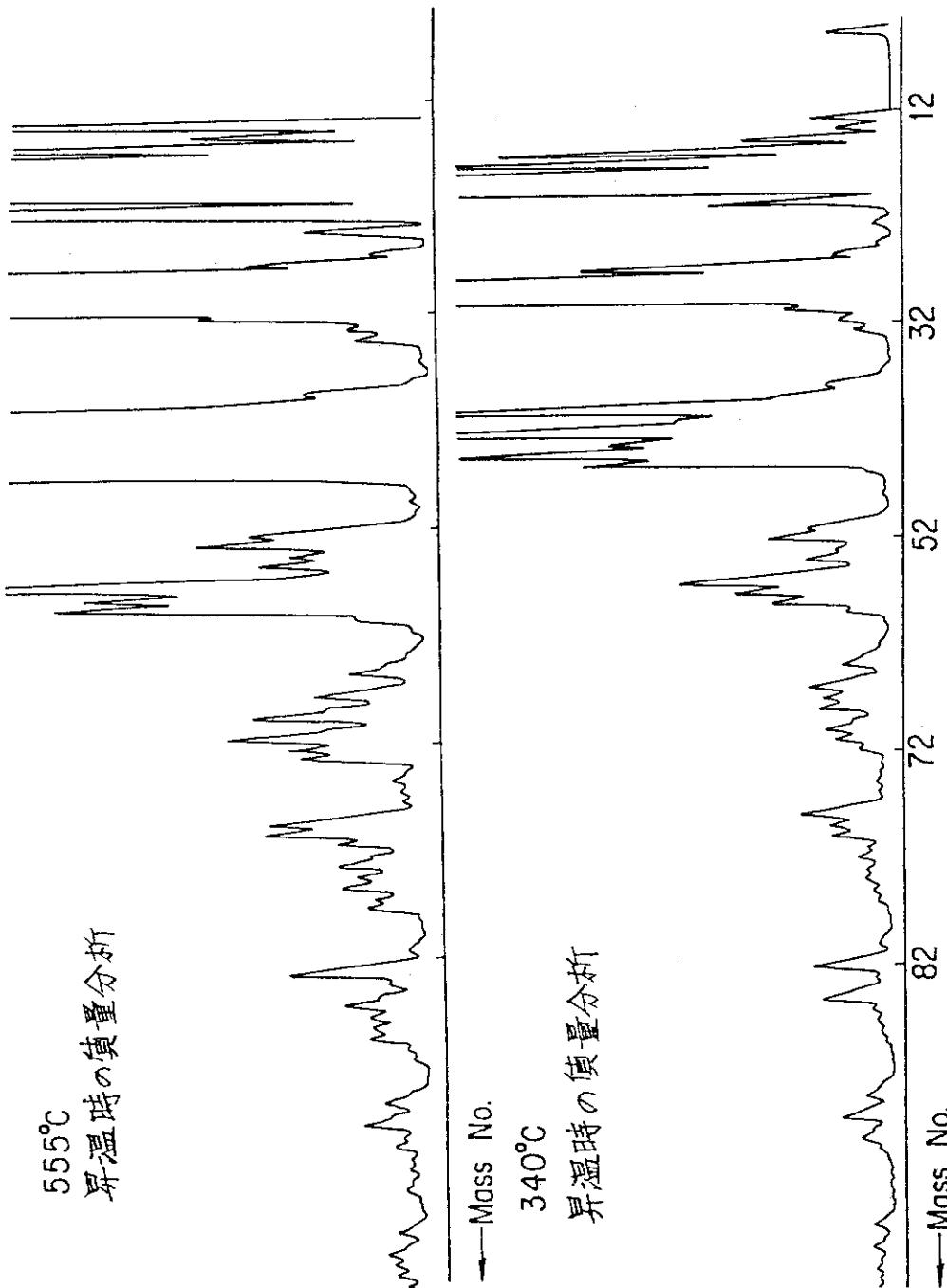
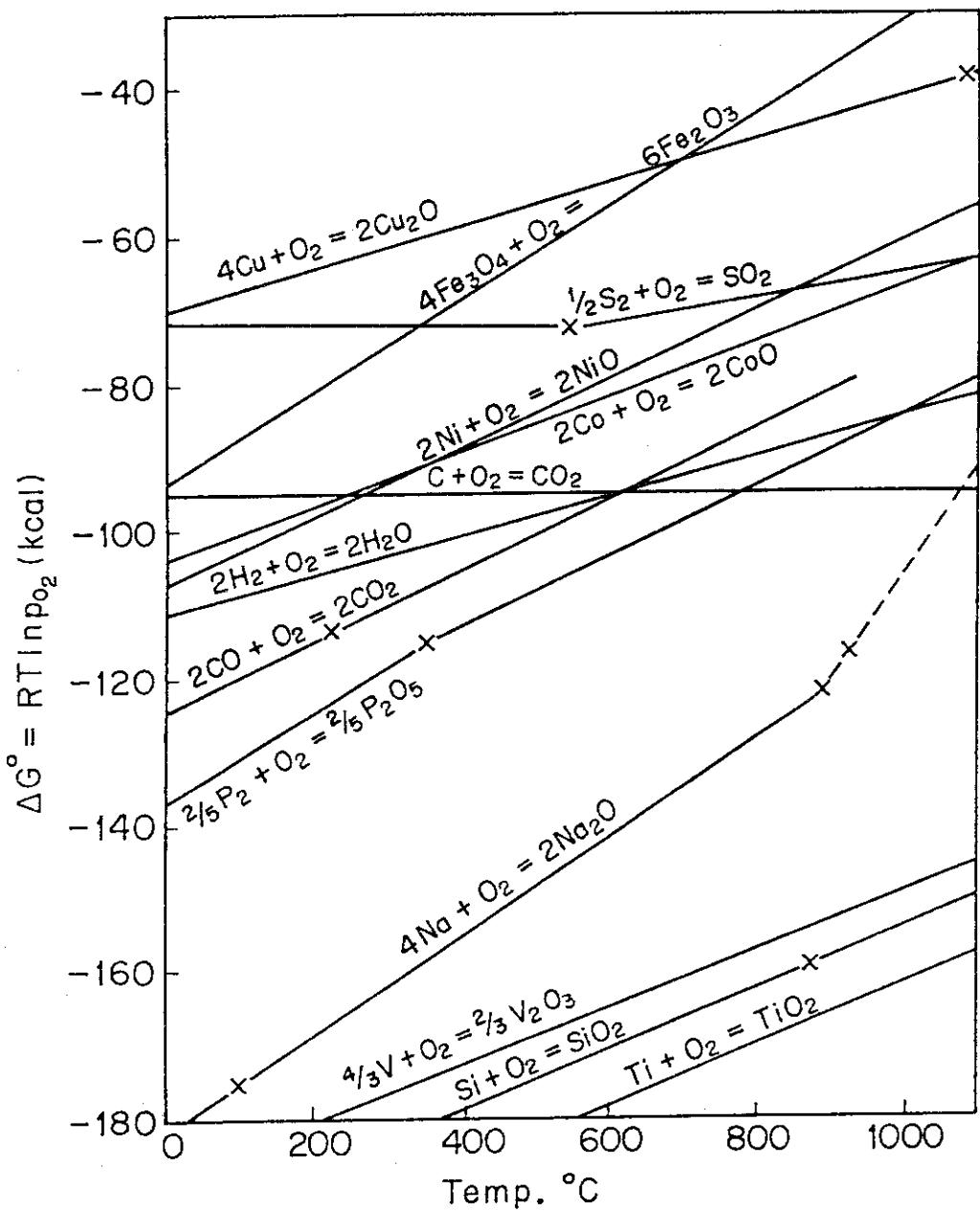


Fig. 6 Mass spectrograph for epoxy resin at 340°C and 555°C.

Fig. 7 Standard free energies of formation of oxides.<sup>5)</sup>