米国における石炭の研究

——昭和34年2月24日例会講演——

資源技術試験所 井 上 勝 也

要旨：一筆者の1956より58年に至る米国滞在の記録を石炭の研究を中心のべる。まず石炭工業と石炭研究の一般的状況を説明し、これを西部地方と東部地方にわけて研究の問題点、研究の現状を記述する。

I. 緒 言

1956年8月より1958年10月に至る間、米国政府人物交換計画によつて滞米し、その始めの1年間を西部ワイオミング州の州立大学で、次の1年間を東部ペンシルベニア州の州立大学で研究に従事した。私の滞米の目的上、各々の場所で具体的な研究に従事するのが主要な仕事であり、従つて研究の方法や各種の内情を知ることのできる機会が多くてすこぶる興味があつた。しかしその反面、特に多くの場所をみて廻るとゆうわけには行かないうらみがないではなかつた。それでも2年間には、かなりの場所をみ、また相当数の人々に会うこともできたので、その見聞の中から、参考になりそうな事項を記録する。はじめに米国の石炭工業の概観を述べ、ついで西部と東部にわけて、研究の状況を説明する。昔から米国の主要な石炭産地は東部にあり、研究もまた東部を中心としている。ために、東部特に目下石炭の研究の中心点となつているペンシルベニア州立大学の状況を比較적으로わしく述べたいと思う。それによつて大勢を察することが出来ると考えられるからである。これに対して、西部の石炭研究は、目下の所それ程重要なものとは思われないが、石炭の埋蔵量から考えて、将来は次第に重点が西漸するかも知れない。

その意味では、各種工業の西方移動の傾向とを考え合せて、注意をおこたつてはならないように思う。

II. 米国石炭工業の概況と石炭研究

米国の石炭の埋蔵量は約9,500億tといわれるが、きわめて広い地方に分布していることは、第1図によつてわかる。ほぼ3系統にわけて考えられるが、このうち最重要なものは東部ペンシルベニア、ウエスト・バージニア、オハイオなどの諸州にまたがる系統である。この系統の中では、大体北方に炭化度が高く、無煙炭ないし低揮発分炭は北部に限られる。中部と西部（ロッキー地方）の系統のものは、炭化度が低く、特に西部には大部分亜瀝青炭（Sub-bituminous）か亜炭（lignite）しか埋蔵しない。しかし種類別埋蔵量は第

第1表 種類別石炭埋蔵量 (1947)

無煙炭	0.5%
低揮発分瀝青炭	2.5
高揮発分瀝青炭	55.0
亜瀝青炭	23.0
亜炭	19.0
計	100.0%

第1図 米国石炭埋蔵分布図

■ 無煙炭
 ▨ 瀝青炭
 ▤ 亜瀝青炭
 □ 亜炭

1表のごとくで、若年炭の量がきわめて多い。米国でも低揮発分炭の不足が次第に問題とされるようになるであろう。

第2図 マーケット別石炭用途(1946~1955)
(米国鉱山局統計)

第2図は1946年より55年にわたるマーケット別用途である。ここにみられる傾向は、第2次世界大戦終結以来、石炭の需要は全体として下降しつつあること、特に鉄道用(全国的にディーゼル化された)と家庭用(重油、天然ガス、電気などによる暖厨房の普及)における石炭の後退、および発電用炭の漸増である。この他の用途、たとえばコークス用原料炭の需要などは、ほとんど一定量を保っている。

1957年度における用途別需要は第3図のごとくで、

第3図 1957年の石炭用途

電力用炭、コークス用、諸工業用、輸出用の順となっている。

全国におけるエネルギー源を1954年における統計によつてみると、第4図の結果となり、石炭は全エネルギーの37%程度を供給していることになる。これに対し、石油と天然ガスがそれぞれ28%程度であるが、この

第4図 エネルギー源
(1954年)

両者は近縁のものと考えることができるから、エネルギー源として石油系物質の比重はきわめて重いといえることができる。

ここに米国原子力委員会が最近立てた1980年までのエネルギー供給源区分の予想がある(第5図)。原子力は1960年よりエネルギー源として具体化することになっているが、この同じ時期に無煙炭が姿を消す。

石油と天然ガスとは、

第5図 エネルギー源の変化の予想
(1940~1980)

きわめて大幅の増加を見込まれ、将来のエネルギーの大部分を供給するものと考えられているのに対し、石炭(瀝青炭から亜炭までの合計)の増大率はそれ程大ではない。良質炭の漸減、使用目的と方法の近代化の波に乗りおくれに行くこと(鉄道や家庭用炭の運命にその好例をみることができる)などから、石炭工業の将来はきわめて悲観的である。米国のような完全に自由競争の行われる場所では、この大勢はもはやほとんど救い難いものと思われる。

このような状況のもとに、石炭の研究は当然その退勢回復の希望をもつて行われるわけである。研究の特長として、(1)多くの研究が実際的な目的を持つていること、(2)米国鉱山局の比重がきわめて重いこと、などを挙げることができる。次に1955年における石炭関係研究費の分類(第6図)を示すが、コークス関係研究費を最高に、(採炭を別にすれば)ガス化と水添に

相当の研究費が使用されている。これらは、恐らく鉱山局の予算が大きい比重を示しているものと考えられる。しかし最近の情報によれば、鉱山局関係予算も今年以後縮小に向うとのことである。

第6図 石炭研究費用途

Ⅲ・西部の石炭研究

1. ワイオミング大学 (University of Wyoming)

第1年目(1956~7)に私が滞在したワイオミング州は、ロッキー山脈の東ふもと、コロラド州の北に位置している(第1図参照)。いわゆる西部諸州の中でも、ワイオミングはアリゾナに次いで人口密度が少なく、実に想像を絶する広大な無人の土地である。山間部を除く平原地帯は、牛と羊との放牧に用いられている。しかしその地下には非常に多様な鉱物資源が眠っており、石炭、石油、磷鉱石、鉄鉱石、その他有名なベントナイトまで、その僅か一部分が利用されているに過ぎない。東部からの工業西漸の明らかな傾向から、将来の可能性は大きい、この地方の地理的条件の不利ときびしい気候等のため、依然として「カウボーイとインディアンの土地」に止まっている。州立大学は州東南部のララミー(Laramie)にあり、その中の工学部は「天然資源研究所」という名の小さな附属研究所を持つている。

ワイオミングの埋蔵石炭は大部分亜瀝青炭で、同種炭の全米埋蔵量 8.2×10^{11} t のうち、実に 5.9×10^{11} t を埋蔵している。出炭量は戦争末期1945年の1,000万tが最高で、以来年々需要が減少を続け、1956, 57年にはいずれも約250万tであつた。州内の諸炭坑は今や救い難い苦境におち入っているようである。州立大学としては、州内石炭資源の利用法の発見の責任をも負っているわけである。現在行われている石炭関係の

研究には下のごときものがある。

(イ) 若年炭よりの活性炭製造の研究。米全国で年に約34,000 t (1955年)の活性炭が消費され、そのうち約20,000 t は飲料用水の精製に使われ、t 当たり150ドル程度である。今日では全量の半分たらずが東部の瀝青炭を原料としている。若年炭より活性炭を作る研究は、15ポンドのパッチ方式で行われ、性能は水精製用として充分であるという。

(ロ) 煉炭の研究。若年炭を燃料として用いようとする場合、これを煉炭化する必要があり、特に金属鉱物還元用にする目的には不可欠となる。数年来ブリケットティングに関する各種技術の研究と試験を行い、1年おきに国際煉炭会議を主催している。最近1957年夏に開催され、日本からも燃料協会を通じて2篇の報文が代読のために寄せられた。(次回は今年夏開催の予定)

(ハ) 若年炭の燃料化。揮発分40%以上を含むこの地方の石炭は、少くとも低温乾留しなければ、燃料または化学用に用い難いので、流動乾留の研究もかつて行われた。近年注目されているのは、低温コークスを用いる発電所を作りまず動力を用意して後、アルミニウムなどの金属還元の用途をさがすこと、およびこの地方に多量にある磷鉱石の還元を用いることである。となりのアイダホ州には、モンサント化学会社の米国第3の大きさの磷製造工場があり、磷鉱石とコークス粉と珪石とを電気還元して元素磷を製造しており、現在そのコークスは東部から買っているために、この問題には興味を示している。仕事の関係上、私自身もこの工場を訪ねたが、技術上の問題であるよりも経済上の問題と考えているようであつた。

(ニ) 低温タールの水素添加。低温乾留炭は、最も実現性のある発電用に使われると、同時に相当の低温タールができることが予想される。これを水素添加して主として液体燃料原料とフェノールなどの化学薬品を作る小規模の実験が行われている。最近近傍の精油所において20分の1位の割合で水添油を石油系原油に混合精油して良好な成績を得たという。

(ホ) 乾留炭の性状の研究。どんな物理的または化学的性質の乾留炭が得られるかという基礎的なデータがないので、私が滞在中、500°Cから950°Cの種々の温度のコークスの真比重、気孔率、電気伝導度、X線の構造、磨砕度、湿潤熱などの測定を行つた。これらの結果によると、州内産の瀝青炭の或ものは東部炭のコークス化性に近いが、埋蔵の大部分をしめる亜瀝青炭は、コークス化によつて全く違う行動を示すよう

である。

2. ケメラー (Kemmerer) 石炭会社とリンカーノ (Lincoln) 石炭会社。

代表的な若年炭の露天堀炭坑 (Strip mine) としてワイオミング州中部のケメラー炭坑を訪ねたが、炭層は約100フィートもあり、完全に機械化された簡明な方法で、採炭シャベルから破碎、ふるいわけをして、鉄道貨車まで全く連続的に運び込まれている。2〜3フィート程度のうすい炭層は採炭せずにうちすてられ、所々に自然発火している。石炭は揮発分43%、炭素にして73%程度の亜瀝青炭で、需要減のため日産120tとのことである。前述のように元素磷製造にコークスを使用する可能性が考えられるので、この炭坑では100万ドルをかけて約900℃でコークス化する設備を作ったが、遂に化学会社側が採用するに至らなかったということで、炭坑の空気は至つて沈滞してみえた。

一方地下炭坑の例として、デンバー (コロラド) 北方のリンカーン炭坑をみたが、やはり亜瀝青炭炭坑で、炭層は約9フィート、機械化された坑内は驚くべき程無人である。坑道の状況など、日本の常磐地方の炭坑に似ている。ここも需用がへつているため、昼間作業だけ週5日の採炭で、月産2万tにすぎない。

3. 鉱山局デンバー実験所。

デンバー (Denver) のステーションは、小規模ながら、パリー (Parry) 式流動乾留とそれと連結したパリー式連続乾燥器とで有名になつていて、その内容は日本にもよく知られている。半工業試験設備をテキサス州に建設したが、運転に費用を要するのでその後中止したということである。ほかに若年炭の貯蔵性や酸化に関する研究、コークス化に関する研究などを行っている。ここでも、流動乾留のコークスは発電用燃料とするのを主目的と考えているようである。パリー博士とは1956年秋に長時間種々のことを話す機会を得たが、もし流動乾留が工業化される場合には、生成ターンの利用法がその工業のキポイントになるだろうと語った。パリー博士の突然の死後、日本になじみの深いポーレー博士がここにいる。

4. Colorado Fuel and Iron Corp.

コロラド州プエブロ (Pueblo) にある。米国第9位ロッキー地帯最大の製鉄所である。ここにはブライス (J. D. Price) 氏という西部切つての石炭コークスの権威がおり、西部石炭の研究、その利用法について種々の機会に啓蒙を続けている。工場に特に珍しいことも見受けなかつたが、化成品のうちアンモニアは、元素磷(および水)との直接化合によつて Diammonium

phosphate としていること、押出しを容易にするとの理由でピッチを2〜3%石炭にまぜてコークス炉に挿入しているのは興味深かつた。

5. オイルシエールの研究。

デンバー大学 (University of Denver) ではプリー・ン (Prien) 教授がシエールの加熱採油炉の研究などを行うと共に、シエールの資源としての重要性を強調している。ワイオミング州にはララミーに鉱山局のシエール研究所があり、所員150人を持ち、シエールの熱処理から水素添加、生成物の利用、生成物の構造研究など多方面の研究を行つている。シエールの研究所としては、世界最大のものであるという。ワイオミング、コロラド、ユタの3州にまたがってきわめて大きなシエールの埋蔵があり、平均10〜12%の採取可能な油分を含んでいる。これを原油とすると10¹²bblの油に相当するが、現在全米の石油埋蔵量はそれよりも1桁少ない10¹¹bblである。シエールが石油に次ぐものとして重要な度を加えているのは明かで、すでに工業規模の設備もでき、ガソリン製造の経費もほぼ石油原油による場合に匹敵するとのことである。米海軍はすでに相当量のシエール地帯を買い占めているという。この状況は、石炭の地位を一層悲観的にする原因となつているのである。さらに最近、ユタ州南部にあるギルソナイト (Gilsonite) が直接利用の容易な資源として登場したので、ララミーの鉱山局研究所ではこの研究をも併せて行つている。

この他北ダコタ州のグランドフォークには亜炭研究所があり、南方アラバマ州のバーミングハム (Birmingham) では地下ガス化の研究を行つているが、私はみる機会がなかつた。

IV. 東部とくにペンシルベニアの石炭研究

東部では、石炭も高炭化度のものが多く、研究もやや多方面にわたつている。

1. ハンナ (Hanna) 石炭会社。

Pittsburgh Consolidation Co. の子会社で、オハイオ州クリーブランド南方のハンナ炭坑は年250万t米国第2の出炭量をもつ、代表的炭坑(露天堀)として見学の機を与えられたが、炭層上の岩土を切り崩す移動シャベルは世界最大のもので、ひとすくい90tの土砂を片よせ、炭層が露呈するや別の小型移動シャベルが石炭を採掘する。非常に簡明であり、そのスケールの大きさは少々われわれの感覚を超えたものである。

2. オハイオ州立大学。

コロンバス市にあるオハイオ州立大学の地質学部には、石炭組織学の研究室がある。組織学は米国でも地

質学関係者によつて行われ、化学的な研究と必ずしも充分交流しているとはいえないようである。この研究室を紹介してくれた或化学者が、「あそこは少々風変わりな所だが」という註を加えたのは面白かつた。後述のペンシルベニア州立大学でも同様の空気が明らかにみられた。多くの場合、石炭を粉末にして成型後スライドガラスに貼り研磨して透視用薄片試料とする。組織成分の定量などもこの方法で行つているようである。

なお、イリノイ州のアバナ (Urbana) にはイリノイ州立地質調査所 (Illinois State Geological Survey) があり、主としてコークス化に関する研究で知られているが、訪問しなかつた。

3. Bituminous Coal Research.

瀝青炭に関する共通の問題を解決するため、関係会社の出資によつてできている機関で、ピッツバーグ (ペンシルベニア州) とコロンバスに研究所がある。ともに小規模のもので、石炭の一般的試験設備と若干の中規模の研究施設 (特に燃焼に関する) がある。しかし非常に重要なものという印象は受けなかつた。ピッツバーグの研究所は鉱山局のピッツバーグにある本部から歩いてわずか距離にあるが、「また一度も行つたことがない」という鉱山局の石炭部員が2,3に止まらなかつた。

4. バッテル研究所 (Battelle Memorial Inst.)

コロンバスにある著名の研究受託機関であり、石炭の研究も行つていると聞いていたし、米軍占領中の石炭関係官でここからきていた人もいたことを知つていたので期待をもつてみたが、「依頼がないので石炭については今は何もやつていない」(1957年) とのことであつた。

5. 鉱山局研究機関 (ピッツバーグ、ブルーストン、およびモーガントウン)。

鉱山局の研究本部はピッツバーグにあり、古くから高名の石炭研究者を輩出している。Lowry 博士の編著 Chemistry of Coal Utilization はその集大成といつてよい。Lowry, Howard 両氏はつとに引退し、後任 Reynolds 氏も昨年引退した。コークス化に関する諸設備は昔日の活躍をしのばせるものがある。組織学やX線廻折の研究室などがある。

ペンシルベニア州にはさらにピッツバーグ近郊ブルーストン (Bruceton) に新しい実験所があり、所員約300人を持つ。主力は石炭の水素添加とフィッシャートロップシュ反応の研究にあり、選炭と爆薬試験の部がこれに附属している。水素添加は実験室規模よりパイロットプラントまで各段階の設備をそろえている。

1例をあげると、瀝青炭を原料に、ペースト毎時50ポンド処理をモリブデン触媒を用い、460~80°C, 2,000psi, 2時間の反応で行い、石炭の48~50%が沸点325°C以下の油状物に、20~25%がガスになる。水素添加の目的は明らかに液体燃料を得るためであり化学薬品を得ようとは全然考えていないということであつた。しかしそうして得られる油状分はこれをガソリン原料と考えると、石油からの約倍の値段になり、到底実現の見込みはないと当事者もすこぶる弱気である。私はこのステーションを前後2回訪問したが、パイロットプラントの見事さともかく、附属の基礎研究室の完備しかつよく調和のとれていることに印象附けられた。触媒に関する基礎研究と反応生成物の分離同定、構造決定を主要な問題としている。

ウエスト・ヴァージニア州のモーガントウン (Morgantown) には、ガス化特に加圧ガス化 (600psi, 1,000~1,200°F) を主問題とする新しい実験所がある。

6. ペンシルベニア州立大学。

Pennsylvania State University は目下のところ、米国の大学でいわゆるアカデミックな石炭の研究をしている、ほとんど唯一の場所と考えてよいであろう。Wright, Kinney などの人達が、主として化学的な研究を過去10年程の間に続けた後、現在燃料工学科の主任教授である Walker 氏が、若干のグラフアイトに関する仕事を発表しているので御記憶の方もあろう。1955年にペンシルベニア州が石炭の研究に大学に支出した研究費は、約35,000ドル程度であつたが、1957年になつて、州は50万ドルにのぼる研究費をこの大学に与えることになつた。もともと有名な石炭の州であるペンシルベニアの石炭工業に回生の注射をすることを期待したわけである。州は State Coal Research Board という組織を作り、石炭工業経営者代表、労組代表、州政府代表の3人を最高委員とした。大学側は新に、Coal Research Section と称する組織を作り、Spackman 教授 (地質学) を長に関係学科を横に連絡出来る体制をととのえた。上記 Section は学部長の監督をうける。関係学科とは、College of Mineral Industries と称する学部属する燃料工学科、地質学科、窯業工学科、地理学科、採鉱学科、金属学科、鉱物学科などである。機器を用いる研究室 (X線、電子顕微鏡、赤外、紫外、質量分析など) はそれぞれ独立し学部長に直属する。大学側が研究題目として着手した問題は相当に多方面にわたり、これを類別すると第2表のようになる。

第2表 研究題目分類表

研究問題種類	問題数	関係学科	スポンサー				
			大学	州	原委	会社	社
1. 採炭	8	採炭	4	1	0	0	3
2. 選炭	7	採炭, 燃料	1	4	0	0	2
3. コークス化	3	燃料, 地質	0	2	0	0	1
4. 燃焼	3	燃料	0	3	0	0	0
5. 化成品	2	燃料	0	2	0	0	0
6. 新利用法	4	燃料	1	2	0	0	1
7. 無機成分	9	燃料, 地質, 鉱物, 窯業	5	4	0	0	0
8. 化学的性質	9	燃料	2	5	1	1	1
9. 物理的性質	2	燃料, 地質	0	2	0	0	0
10. 組織学	6	地質, 鉱物	0	1	1	1	4
11. 地質学	6	地質, 鉱物	4	2	0	0	0
12. 地理学	3	地理	2	1	0	0	0
13. 市場調査	1	経済	1	0	0	0	0
総計	63		20	29	2	12	

第2表において、原委とあるのは、原子力委員会を意味する。スポンサーの類別によつて、大学自身の問題と外部（特に州）がスポンサーである問題との数上の比重を知ることができよう。

これらの諸研究問題について、その詳細を述べることは今のところ許されていない。それで、その中の若干について、題目と内容を略記するに止めたい。

(1) 無煙炭に関する研究。

ペンシルベニア州の東北部には無煙炭産地があり、その中心地スクラントン (Scranton) では、無煙炭業不振のため、遊休労働力を電子管機器工業、紡績工業に計画的に吸収をはかり、それはそれとして産業転換の好例とされているのではあるが、なお無煙炭の利用の発見に対する強い要望がある。

(イ) 無煙炭と瀝青炭の混炭の研究。この問題に私自身直接関係したわけであるが、燃料工学科と地質学科の協同問題として、前者はコークス化性のテストを、後者は試料の選定採集と組織学的裏付けを行うこととなつた。3種のよく流動する瀝青炭を選び、無煙炭の各種のフラクションとの配合によつてできるコークスの性状を求めている。

(ロ) 無煙炭の磨砕性。磨砕機構の理論的解析、成分の影響など。

(ハ) 無煙炭中の無機物質の研究。物理的性質、化学的性質、組織学的分布など。

(ニ) 無煙炭の加熱による変化。組織学的変化、加熱による生成物の研究および熱による粉化の機構の研究。

(ホ) 塩素処理による性質変化の研究。

(2) 瀝青炭に関する研究。

(イ) アンストラセン油との反応およびその生成物の研究。

(ロ) 濃硫酸との反応。生成物の物理化学的性質および構造など。

(ハ) コークス脱硫の研究。硫黄化合物と炭素質物質との高温における反応をしらべる。

(ニ) 石炭に対する放射線照射の研究。大学内にある 100kW 水プール型原子炉によつて照射を行い、石炭の性質の変化を求める。

(ホ) フミン酸の研究。石炭酸化物の研究は以前からこの大学で行われていたもののひとつである。目下は、硝酸酸化生成物の研究を行つている。

上記の内容によつて、研究の一般的傾向と、研究水準を想像できはしないかと思う。

V. 結 言 (2,3 の感想)

いままで述べたところによつて、米国における石炭の研究は、決して第1義的なものと考えられていないことが理解されるかと考える。米国の空気の中では、他のより有利な資源の前では、石炭はすこぶる影が薄いわけである。その研究は、土俵ざわで奇手をさがし求めている老力士的な感じがある。石炭工業の新しい人材吸収力も当然弱い。大学生に対する或る石炭会社幹部の就職のさそいの言葉は、「もし盛大な産業に入れば、諸君は下積みになるかも知れないが、石炭界に入れば容易に幹部になれるだろう」という調子である。大勢からいつて、石炭の将来はやはりエネルギー源として考えられているのであつて、その意味での加工および燃焼関係の研究は重要なものとされている。このような趨勢を、単に米国は物を持つているからだ、と片付けてよいだろうか。日本にとつて、特に日本における石炭の研究にとつて、どんな意味を含んでいるかを冷静に考えるべきかも知れない。

もうひとつの米国の石炭研究の特長は、前述のごとく、鉱山局各実験所の比重が相当に大きい点にあるのではないかと思う。将来における可能性のための研究を、国立研究所で利害を或程度無視して行つて置くという態度が、この場合かなりはつきり現われている。また、上記のペンシルベニア州立大学の例で解るように、州立大学と州の産業との結び付きも仲々に濃い。要望によつて研究を行つているという気持から、この場合には別種の安心感もしくは使命感が存在していると思う。

色々な機会における経験から考えると、研究の公共に対する奉仕の考えが濃厚で、研究機関と産業との連

絡と相互補助とはかりうまく行われていると判断される。「われわれはサービスする義務がある」ということをよく研究者から聞いた。悪くすると、スポンサーにしばられることにもなり易いが、多くの場合はスポンサー側もこの点は理解しているのではないかと思う。スポンサーの言葉でよく聞くことは、「われわれのほしいのは、ただ確実なデーターだ」といういい方であつた。

研究者相互間の協力体制もまた米国研究機関の特長といい得よう。多くのことは利点であると共に欠点にもなり得るが、各学科相互間、各研究室相互間の協力是一般にいつてもうまく行っている。これは多分に米国人が対人関係を表面的なものに止めようとする、組織の中での生活と個人生活を別のものと考えていることによるようであり、われわれの考えなければならぬことは実はこの辺にあるのかと思う。

Studies of Coal in America

by Katsuya Inouye

(Resources Research Institute)

SYNOPSIS:— Recent situations of American coal industry and coal studies are described based on the author's experience for two-years' period from 1956 through 58. Various research problems carried out in universities and other institutions of Rocky Mountain area and the Eastern states are explained.

石炭からフルオロカーボン

(*Iron & Coal Trades Rev.*, 178, 4734, 366, 1959)

英国石炭利用研究所では単一段階法による常圧下で、石炭から安定した透過油生成の研究を始めて公表した。それによると低品位炭を窒素含有三弗化塩素と反応させて高収量の高ハロゲン化物を得るものであり、この生成物の製造には特別の注意が必要とされ、特にその蒐集においてそうである。

主要な生成物は広範囲な沸点 (80%は常圧で 150°~350°C) を有する油 (C : 25%, F : 65%, Cl : 7%) である。その他ごく少量の熱プラスチック樹脂および

ワックス状の物質が得られる。

これらの高弗化物は前フルオロカーボンに似た性質を持つている。すなわち優秀な熱安定性と化学的不活性、不燃性、高比重、低表面張力および低屈折率をもつてより、また疎水性もきわめて高い。可能な用途のうちでは、高温潤滑剤、熱伝導媒体、誘電流体、水力流体、表面被覆などがあげられる。

現在未調査の反応ガス生成物は冷凍剤や煙霧質火薬として広く用いられているような分子量の小さい塩化フルオロカーボンを含んでいるらしい。詳細なる報告は BCURA (Surrey) に問合せれば得られる (平塚)