

本資料は、昭和63年9月21日付けで登録区分
変更する。

人形峠環境技術センター
環境保全技術開発部 管理課

含ウランリン鉱石からの
塩化揮発法によるウラン回収試験

中間報告 その3
(含選鉱予備試験)

昭和63年10月25日

人形峠事業所
環境資源開発部・環境資源開発課

含ウランリン鉱石からの塩化揮発法によるウラン回収試験

(中間報告その一)

滝 富弘・佐藤浩吉・* 滝本定男

要 旨

中間報告その一 (昭和63年3月) では、塩素ガスを用いた基礎試験をバクーマ鉱石、イタタイヤ鉱石について報告し、さらに予備的に行ったバクーマ鉱石の浮選試験の結果を報告した。

本報では、継続して行ったバクーマ鉱石による基礎試験の結果と、同じバクーマ鉱石の浮選試験を報告する。

内容は、供試料50gによる塩化反応の基礎的なデータが得られたのでこの結果を基に、供試料10gによる試験を開始したのでその結果を中間的にまとめて報告する。この試験では、反応雰囲気系の酸素供給量、塩素ガス供給開始温度等調節することによってウランを揮発させ他の不純物の揮発を抑制できる反応条件が得られる見通しがついたのでその内容について述べる。また浮選試験については、ある鉱種については脱スライムが効果があることがわかった。

* 原産(株)

目 次

	ページ
1. はじめに	1 ~ 2
2. 供試料	2
3. 鉍石組成	2
4. 試験方法	2
5. 分析方法	2
6. 試験結果	3
6-1 塩化揮発残渣の水抽出試験	3
6-2 活性炭添加量の影響	3
6-3 キャリヤーガス流量の影響	4
6-4 塩素ガス流量の影響	5
6-5 反応時間の影響	5
6-6 酸素ガス流量の影響	6
6-7 供試料10g, 20gの塩化揮発試験	6 ~ 9
6-8 600℃から塩素ガスを供給した試験	9 ~ 10
6-9 600℃から塩素ガスを供給した場合のキャリヤーガス流量の影響	10
6-10 600℃から塩素ガスを供給した場合の15%活性炭添加量試験	11
6-11 600℃から塩素ガスを供給した場合の反応時間の影響	11 ~ 12
6-12 600℃から塩素ガスを供給した場合の活性炭添加量の影響	12
7. 今後の試験計画	12 ~ 13
8. 選鉍(浮選)試験	13
8-1 スライム浮選原鉍の粒度分析	13 ~ 14
8-2 浮選試験結果	14 ~ 19
8-3 今後の試験計画	20
9. 東北大選研でのE P M A観察結果	22
9-1 Bakuma鉍石の元鉍	22
9-2 Bakuma鉍石の塩化残渣	22

1. はじめに

前報（中間報告その-2）では、基礎試験の第1段階として試料の主成分であるP, Ca, Si等がすべて塩化反応されるものと仮定し、必要な理論量に対して塩素ガス供給量を1~2当量、活性炭添加量を1.2~1.5当量とした試験条件下で、各成分の収支（元鉱→残渣→回収物）をとることを主目的に、バクーマ鉱石及びイタタイヤ鉱石について反応温度を変化させて塩化揮発試験を行った。その結果について、

(イ) 鉱石組成の違いが塩化揮発反応に影響を及ぼす —— バクーマ鉱石のウラン揮発率は90%台を示すが、イタタイヤ鉱石は70%台にとどまっている。

(ロ) (イ)の場合、ウランと同等かそれ以上にFe, Ti, P, Alが同時に揮発する。

(ハ) 揮発した塩化物の捕集が不十分であったので、今後、回収トラップ等の装置・方法について改善が必要である等を報告した。

また、バクーマ鉱石に浮選法が適用できるかどうかの可能性を探る目的で行った粒度分析や浮選成績等についても報告している。

本報では、バクーマ鉱石について、継続して行った第1段階での試験結果を報告する。

- ① 揮発残渣の水抽出試験
 - ② 炭素添加量の影響
 - ③ キャリヤーガス流量の影響
 - ④ 塩素ガス流量の影響
 - ⑤ 反応時間の影響
 - ⑥ 酸素ガス流量の影響
- 等についてである。

次に、これまでの試験で得られたデータを基にして、第2段階の試験に入ったので、その結果の一部を報告する。第2段階の試験内容は、酸素ガス流量、活性炭添加量等の微調節によってP, Al, Si等の揮発をできるだけ抑制し、目的であるウラン回収の最適揮発条件を求めるためのもので、供試料10gで行った試験である。この試験方法は、揮発残渣を分析して揮発率を求め、この結果から条件設定を行うので分析件数がすくないこと、反応性がよくなるので反応時間が短縮できること、試験の操作性が簡便となる等のメリットがあるので試験スケジュールの消化が早いと思われる。当面の目標は、前述の通りウラン回収の最適条件の設定にあるので、これからの試験は現行法で推進していく予定である。本報には、今までに試験結果が得られている下記の、

- ⑦ 供試料10g, 20gの塩化揮発試験
- ⑧ 600℃から塩素ガスを供給した試験
- ⑨ 600℃から塩素ガスを供給した場合のキャリヤーガスの影響
- ⑩ 600℃から塩素ガスを供給した場合の15%活性炭添加試験

- ① 600℃から塩素ガスを供給した場合の反応時間の影響
 - ② 600℃から塩素ガスを供給した場合の活性炭添加量の影響
- 等について報告する。

なお、本報の末尾には、東北大選研で行ったバクーマ鉱石、及び塩化揮発残渣のEPM
A観察結果を付記した。

2. 供試料

前報参照

3. 鉱石組成

前報参照

4. 試験方法

前報参照

反応装置：第2段階の試験では、前報の図-1に示した装置で、第1トラップ、第2
トラップが付属してない反応管を使用した。他は前報と同じ。

5. 分析方法

前報参照

6. 試験結果

6-1 塩化揮発残渣の水抽出試験

6-1-1 試験方法及び物量表

表-1に示す。

6-1-2 試験結果

塩化反応後の鉱石中の塩化物を調査する目的で行った水抽出試験の各成分の抽出量を図-1, 分布率を図-2に示す。

① 反応温度

図-1から, U, Fe, P, Al等は反応温度が低い程残渣中に塩化物の形態で多く残存しているものと推察される(なお, Caはほとんど水に溶解されることから, $CaCl_2$ の形態と思われる)。また, これらを蒸発除去するためには, 850℃以上の温度が必要であることを示している。この要因は, 各塩化物のそれぞれの融点, 沸点及びキャリアーガス流量等に関係しているためと考えられる。

② 反応時間

850℃～950℃の高温域でも反応時間が短いと僅かであるが残渣中に塩化物が残留している。

①, ②の関係を図-2では分布率で示してある。

③ 酸素濃度

反応雰囲気中の酸素濃度が高くなるにしたがって, 水に溶解する $CaCl_2$ 量が少なくなっている。なお, 酸素流量 150ml/分での揮発残渣をX線解析により同定した結果, 塩素アパタイト($Ca_5(PO_4)_3Cl$)が確認された。

④ 炭素添加量

添加量が増加するにしたがって, 水に溶解する $CaCl_2$ 量が多くなっている。
④, ③から, 炭素量が多くなると塩化反応が活発となる方向に, 酸素量が多くなると塩化反応は前者とは逆に抑制される方向にあることが推察できる。

6-2 活性炭添加量の影響について

6-2-1 試験条件

- 供試料 50g
- 反応温度 950℃
- 反応時間 80分, 120分

- 活性炭添加量 5, 10, 15, 20, 36% (対鉍石重量)
- 塩素ガス流量 200ml/分
- チッ素ガス流量 200ml/分
- 全ガス流量 400ml/分

6-2-2 試験結果

結果を表-2, 図-3, 4, 5に示す。

- ① ウラン揮発率90%以上を得るためには, 図-4から活性炭添加量は20%以上, 反応時間は120分必要である。しかし同時に, Feはほぼ100%, Al, Pの60~70%が揮発される。またSiは約30%附近で横ばいの傾向を示している。図-5では, 縦軸に揮発した物量(mg)をプロットとして成分別の比較ができるように図示してある。
- ② 揮発残渣の性状から, 活性炭添加量5%, 10%, 15%の残渣は白色で, 20%以上の残渣は黒色を呈し, 明らかに活性炭が残存していることが観察された。このことから, 供試された鉍石中の酸素と反応し消費された炭素量は15%添加の場合, $50\text{g} \times 0.15 = 7.5\text{g}$ 前後と推察できる。

6-3 キャリヤーガス流量の影響

6-3-1 試験条件

- 供試料 50g
- 反応温度 950℃
- 反応時間 120分
- 活性炭添加量 18g (対鉍石重量 36%)
- 塩素ガス流量 200ml/分 (200×120=24ℓ)
- チッ素ガス流量 100, 200, 400, 600ml/分
- 全ガス流量 300, 400, 600, 800ml/分

6-3-2 試験結果

結果を表-3, 図-6に示す。

- ① U, Fe, P, Al等について, ほとんど変化は見られないが, Siについては, チッ素流量が多くなると揮発率が低下する傾向を示している。
- ② 塩素ガスの全使用量は24ℓと一定であり, 濃度は67%~25%と変化した条件設定であるが, この試験条件の範囲では塩素ガス濃度の影響は出てこないものと考えら

れる。

6-4 塩素ガス流量の影響

6-4-1 試験条件

◦ 供試料	50 g
◦ 反応温度	950℃
◦ 反応時間	80, 120, 240分
◦ 活性炭添加量	18 g (対鉱石重量 36%)
◦ 塩素ガス流量	100, 200, 300ml/分 (24ℓ)
◦ チッ素ガス流量	100, 200, 300ml/分
◦ 全ガス流量	200, 400, 600ml/分

6-4-2 試験結果

結果を表-4, 図-7に示す。

① U, Fe, P, Al等について、ほとんど変化は見られない。

6-3, 6-4の試験から、塩素ガスの全使用量を24ℓと一定とした場合に、キャリアーガスの影響はこの試験条件の範囲ではほとんど出てこないものと考えられる。

6-5 反応時間の影響 (塩素ガス使用量の影響)

6-5-1 試験条件

◦ 供試料	50 g
◦ 反応温度	850, 950℃
◦ 反応時間	40, 80, 120分
◦ 活性炭添加量	18 g (対鉱石重量 36%)
◦ 塩素ガス流量	200ml/分 (8, 16, 24ℓ)
◦ チッ素ガス流量	200ml/分
◦ 全ガス流量	400ml/分

6-5-2 試験結果

結果を表-5, 図-8, 9に示す。

① 図-9からこの試験条件では、ウランの揮発率90%以上を得るためには、反応温度 950℃, 反応時間 120分が必要である。

② 図-8, 9からウラン以外の成分はSiを除きウランと同じような傾向を示している。また、反応温度 100℃の差がはっきりあらわれている。

6-6 酸素ガス流量の影響

6-6-1 試験条件

・ 供試料	50 g
・ 反応温度	950℃
・ 反応時間	120分
・ 活性炭添加量	18 g (対鉍石重量 36%)
・ 塩素ガス流量	200ml/分
・ チッ素ガス流量	200, 190, 170, 140, 110, 80, 50ml/分
・ 酸素ガス流量	0, 10, 30, 60, 90, 120, 150ml/分
・ 全ガス流量	400ml/分

6-6-2 試験結果

結果を表-6, 図-10に示す。

- ① 図-10からウランの揮発率は、 $O_2 = 30ml/分$ (濃度 7.5%) 以上になると揮発率は90%以下となり、酸素ガス量が増加するにしたがって揮発率が低下する。また、P, Al等も同じ傾向を示している。
- ② Feは酸素ガス量が多くなってもほとんど100%揮発する。また、Siは酸素濃度に余り関係がなく、ほぼ横ばいの傾向を示している。
- ③ 揮発残渣の性状から、酸素ガス量60ml/分 (酸素濃度15%) までの残渣は黒色で、90ml/分では灰色を呈し、添加した活性炭がほとんど消費されていることが観察された。この場合の供給した酸素ガス量は、 $90 \times 120 = 10.8 \ell$ ($O_2 = 15g$) となる。

6-7 供試料10g, 20gの塩化揮発試験

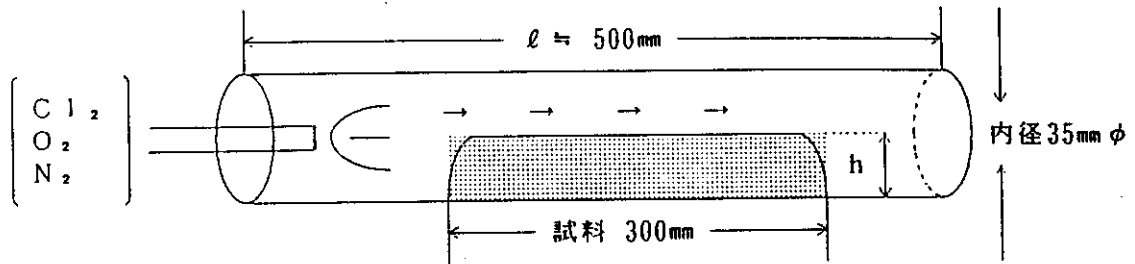
6-7-1 試験条件

① 供試料の量について

これまでの供試料50gを用いた基礎試験の結果からは、ウラン90%以上の揮発率を得ることができても、添加炭素量、酸素ガス量等の相互作用の関係、温度、時間等の調整が未だ明らかでないので、P, Al, Si等の揮発を抑制することができなかつた。また、キャリアーガス流量の影響を調べた試験では、ほとんど変化があらわれなかつたことから、この現象とは逆に反応雰囲気の影響を受け易く、反応性を良くする目的で、供試料を10gとし試験を行った。

② 供試料の反応管内の層厚について

石英反応管は、下図の通りである。



$$\left. \begin{array}{l} \text{鉍石} = 50 \text{ g} \\ \text{活性炭} = 18 \text{ g} \end{array} \right\} \rightarrow \begin{array}{l} \text{混合試料} 68 \text{ g の層厚は、かさ比重} \approx 0.45 \text{ として} \\ \phi \approx 40 \text{ mm} \times \text{長さ} \approx 300 \text{ mm} \text{ と仮定すると、} \\ 68000 \div 0.45 \div (40 \times 300) \approx 12.6 \text{ mm (h)} \end{array}$$

たとえば、

$$\left. \begin{array}{l} \text{鉍石} = 10 \text{ g} \\ \text{活性炭} = 3.6 \text{ g} \end{array} \right\} \rightarrow \begin{array}{l} \text{混合試料} 13.6 \text{ g の層厚は、} \\ \phi \approx 30 \text{ mm} \times \text{長さ} \approx 300 \text{ mm} \text{ と仮定すると、} \\ 13600 \div 0.45 \div (30 \times 300) \approx 3.4 \text{ mm (h)} \end{array}$$

両者と比較するとおよそ $3.4 / 12.6 \approx 1 / 4$ となり、薄い層厚となる。

塩化反応は、試料の表層から順次深層へ、ガス流の上流から下流へ進行しているものと考えられるが、活性炭添加試験や酸素ガスを使用した揮発残渣の観察で、表層は白色であるが、反応管壁の低面ほど、下流ほど活性炭が残留して黒色を呈している例が見られたこと、また揮発残渣を上流・下流側と2分したものについて分析した結果明らかに上流側の揮発率が下流側に較べて高くなっていることから、塩化反応の進行方向が実証されているものと考えられる。

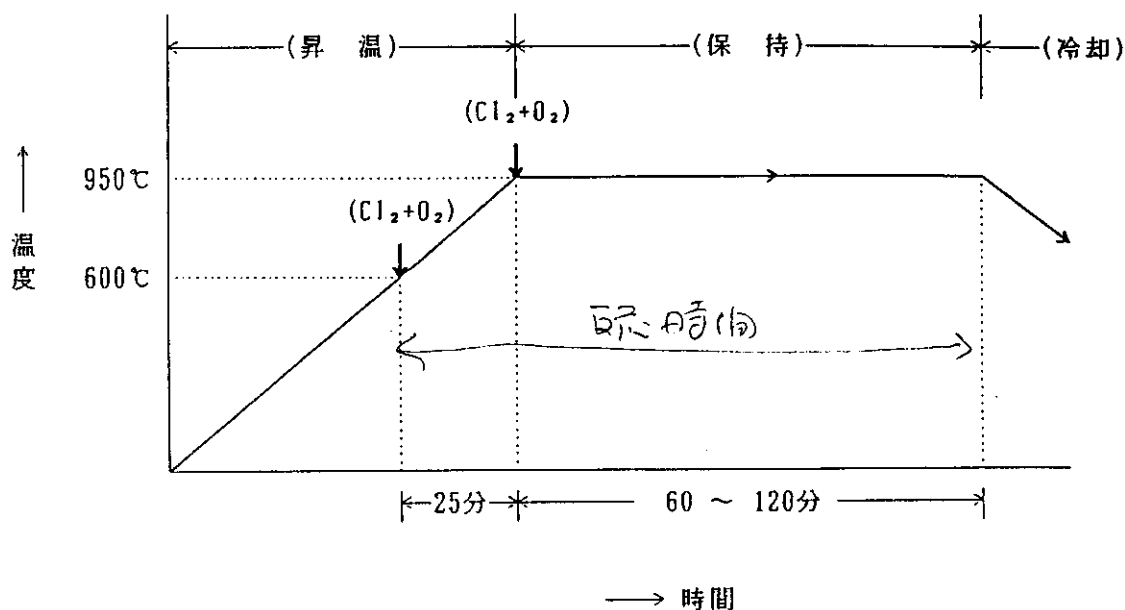
以上のことから、層厚を薄くすれば反応雰囲気の影響が受け易くなり、かつ反応性も良くなり反応時間が短縮できる試験を行うことが可能な方向にあると推察される。

③ 反応時間について

前報で報告したように、活性炭を添加した試料を 650℃ の反応温度で塩化反応を行わせた場合のウランの揮発率は 20% ほどであったが、6-1 の塩化揮発残渣の水抽出試験結果で水に溶解されるウラン量と前記の揮発したウラン量の合計が、塩化反応によって生成されたウラン塩化物であると仮定すれば、含有ウラン量のほぼ 50%

に相当し、全量揮発すれば50%の揮発率となる。このことから、塩素ガス供給開始時を、従来の 950℃到達時からの方式を変更し昇温途中の 600℃に早め、反応によぼす影響を調査した。

温度パターンを下記に示す。



④ 塩素ガス使用量について

供試料50gの試験では、P, Ca, Siがすべて塩化反応されるものと仮定し、必要塩素量(当量)を供給したので、供試料10gの場合も単に10g/50gの比を目安として供給した。

$$50g \cdots \cdots Cl_2 : 200ml/分 \times 120分 = 24 \ell$$

$$10g \cdots \cdots 24 \ell \times 10g/50g = 4.8 \ell \quad (Cl_2 : 100ml/分 \times 50分に相当)$$

⑤ 活性炭添加量について

供試料50gの試験では、P, Ca, Siがすべて塩化反応されるものと仮定し、必要炭素量(当量)の約1.2当量添加したので供試料10gの場合も単に10g/50gの比を目安とすれば、 $18g \times 10g/50g = 3.6g$ となる。

しかし、6-2の試験から、ウラン揮発率90%以上を得るには、活性炭の添加量は対鉱石重量の20%以上が必要であること、揮発残渣の観察からは、活性炭添加量が20%以上となると黒色を呈し未反応活性炭が残留していることから、添加量15%程度迄の炭素は鉱石中の酸素と反応したものと考えられることから、供試料10gの場合は、目安として活性炭のMax添加量を20%と想定し、10%を中心として前後の影響を調査した。

以上の①～⑤のような考えをもとに、下記のような条件で供試料20g、10gの比較試験を行った。

◦ 供試料	10g, 20g
◦ 反応温度	950℃
◦ 反応時間	60分
◦ 活性炭添加量	1g, 2g (対鉱石重量 10%)
◦ 塩素ガス流量	100ml/分
◦ 酸素ガス流量	10, 25, 50, 75ml/分
◦ チッ素ガス流量	390, 375, 350, 325ml/分
◦ 全ガス量	500ml/分

6-7-2 試験結果

結果を表-7, 図-11に示す。

- ① 図-11に示すように、試験条件が異なっているが供試料50gの揮発率と10gの揮発率を比較すると、ウラン揮発率で若干劣っているが、P, Al, Si等の揮発率に著しい違いが生じ、目的とする方向の成績が得られている。
- ② 供試料10gと20gの比較では、ウラン揮発率で約20～25%の違いがでているが、P, Al, Si等ではそれ程大きな違いは見られない。
- ③ 10g試験の揮発率から見ると、酸素ガス濃度5～10%が適当で、10%を超えるとウラン揮発率が低下する傾向を示している。

6-8 600℃から塩素ガスを供給した試験

6-8-1 試験条件

◦ 供試料	10g
◦ 反応温度	950℃
◦ 反応時間	30分, 60分
◦ 600℃→950℃昇温時間	約25分
◦ 活性炭添加量	1g (対鉱石重量 10%)
◦ 塩素ガス流量	100ml/分
◦ 酸素ガス流量	10, 25, 50, 75ml/分
◦ チッ素ガス流量	390, 375, 350, 325ml/分
◦ 全ガス量	500ml/分

6-8-2 試験結果

結果を表-8, 図-12に示す。

- ① 図-12から, ウランの揮発率90%以上を得るには, 600℃から塩素ガス+酸素ガスを供給し昇温して 950℃×60分の保持時間が必要である。この場合の酸素濃度は5%以下となっている。
- ② 950℃×30分の保持時間(塩素ガス供給時間25分+30分)でもウランの揮発率85%を示している。

また, P, Al, Si等の揮発率を30分, 60分について比較すると, 数値上バラバラしているが特異な傾向はなく, 実験誤差範囲と考えられる。この結果から, 600℃から塩素ガスを供給した場合には 950℃×30分程度の保持時間でも, 最適条件が設定された試験を想定すると, ウラン90%台の揮発率が期待できる数値を示している。今後の試験で確かめる予定である。

6-9 600℃から塩素ガスを供給した場合のキャリアーガスの影響

6-9-1 試験条件

◦ 供試料	10g
◦ 反応温度	950℃
◦ 反応時間	60分
◦ 600℃→950℃昇温時間	約25分
◦ 活性炭添加量	1g (対鉍石重量 10%)
◦ 塩素ガス流量	100ml/分 (塩素ガス濃度 13.3%)
◦ 酸素ガス流量	15, 37.5, 75, 112.5ml/分
◦ チッ素ガス流量	635, 612.5, 575, 537.5ml/分
◦ 全ガス量	750ml/分

6-9-2 試験結果

結果を表-9, 図-13に示す。

- ① 図-9から, ウランの揮発率は酸素ガス流量15ml/分(酸素ガス濃度2%)時の90%台をMaxとして酸素ガス流量の増加とともにほぼ直線的に下降し, 酸素濃度15%では74%となっている。この要因は, キャリヤーガス 500ml/分と比較して塩素ガス供給量は一定であるが, 塩素ガス濃度が低下(20%→13.3%)したためか, あるいは酸素ガス濃度は一定であるか, 酸素供給量(50%増量)が多くなったため

か、あるいは別の要因によるものか今後の試験で確かめる予定である。

② P, Al, Si等の揮発率について変わった傾向は見られない。

6-10 600℃から塩素ガスを供給した場合の15%活性炭添加量試験

6-10-1 試験条件

◦ 供試料	10 g
◦ 反応温度	950℃
◦ 反応時間	60分
◦ 600℃→950℃昇温時間	約25分
◦ 活性炭添加量	1.5 g (対鉍石重量 15%)
◦ 塩素ガス流量	100ml/分
◦ 酸素ガス流量	10, 25, 50, 75ml/分
◦ チッ素ガス流量	390, 375, 350, 325ml/分
◦ 全ガス量	500ml/分

6-10-2 試験結果

結果を表-10, 図-14に示す。

① 図-14からウランの揮発率は、活性炭添加量10%とほぼ同じレベルであるが、P, Al, Siの揮発率が全体的に高めに位置している(図-12と比較)。

この結果から、プラス5%多く添加した活性炭がウランには効果が少なく、P, Al, Si等の揮発に効いたことになるので、今後の試験で確かめる予定である。

6-11 600℃から塩素ガスを供給した場合の反応時間の影響

6-11-1 試験条件

◦ 供試料	10 g
◦ 反応温度	950℃
◦ 反応時間	15, 30, 45, 60分
◦ 600℃→950℃昇温時間	約25分
◦ 活性炭添加量	1 g (対鉍石重量 10%)
◦ 塩素ガス流量	100ml/分
◦ 酸素ガス流量	50ml/分 (酸素ガス濃度 10%)
◦ チッ素ガス流量	350ml/分
◦ 全ガス量	500ml/分

6-11-2 試験結果

結果を表-11, 図-15に示す。

- ① 図-15から, ウランの揮発率は塩素ガス供給後(25分+45分)70分程で一定となっている。この試験では, 950℃×15分の保持時間でもウランの揮発率が79%であったことから, 950℃までの昇温時間における昇温速度, 塩素ガス, 酸素ガス等の濃度, あるいは活性炭添加量等が色々と絡み合っただけでウランの揮発率に影響を与えているものと推察されるので, 今後の試験で確かめる予定である。
- ② P, Al, Si等については時間の影響が見られない。バラツキは実験誤差範囲と考えられるが, 今後の繰り返し実験で明らかにする予定である。

6-12 600℃から塩素ガスを供給した場合の活性炭添加量の影響

6-12-1 試験条件

・ 供試料	10 g
・ 反応温度	950℃
・ 反応時間	60分
・ 600℃→950℃昇温時間	約25分
・ 活性炭添加量	7.5, 10, 12.5, 15% (対鉱石重量)
・ 塩素ガス流量	100ml/分
・ 酸素ガス流量	50ml/分
・ チッ素ガス流量	350ml/分
・ 全ガス量	500ml/分

6-12-2 試験結果

結果を表-12, 図-16に示す。

- ① 図-16からウランの揮発率は, 活性炭添加量だけを変化させた場合, 添加量を増すとともに若干であるがアップ傾向を示す。他のP, Al, Siも同様である。
- ② 活性炭添加量 7.5%でもウランの揮発率は81%と高水準にあることから, 7.5%以下の領域でも酸素ガス量, 塩素ガス量あるいは反応温度等の調節によって高揮発率を得ることが期待されるので今後の試験で確かめる予定である。

7. 今後の試験計画

今回の基礎試験第2段階で、バクーマ鉱石からウランを優先的に塩化揮発させる反応条件の糸口が得られたので、今後は標的を絞った実験によって最適な塩化揮発条件の確立を主目的とした試験計画をたて、その後に、揮発塩化物の回収方法に移行していく予定である。

現在、基礎試験第2段階として、昭和63年度末までに以下の試験項目について実施していく計画である。

① 最適な塩化揮発条件の確立

イ. 経時変化

ロ. 塩素分圧、酸素分圧等

ハ. 活性炭添加量

ニ. 反応温度

ホ. その他

} 等について昇温時を含めて条件を変化させ、最適な反応条件を求める。

② 揮発塩化物の捕収方法の確立

イ. 揮発塩化物の組成及び挙動調査

ロ. 回収装置の改良

ハ. その他

} 等によって揮発塩化物量と揮発残渣の物量バランスをとる。

③ ベレットによる予備試験

イ. 横型管状炉による予備試験

①項で確立された反応条件で予備実験を行い、粉体試料のデータと比較しながらベレット化した場合の設定条件の検討を開始する。

ロ. たて型炉による予備試験

仕様書→発注→据付→試運転を完了。

8. 選鉱（浮選）試験

本報では、未分析であった-400メッシュ以下の微粒子について行った沈降法による粒度分析及び成分分析結果と、浮選原鉱中のほぼ-20ミクロンを除去した鉱石について行った浮選試験の結果を報告する。

8-1 スライム浮選原鉱の粒度分析

粒度及び成分の分析結果を表-13、図-17に示す。

① ウラン品位は、PNC-148 の場合、微粒になるに従って低下し、-5ミクロンでは、 U_3O_8

= 0.029%である。しかし PNC-153は、粒度による品位の傾向は見られず、ほぼ同じ値を示している。また、鉍量分布率は小さいが-5ミクロンの、 $U_2O_8 = 0.425\%$ でMax値を示す。

② 図-17から、PNC-148、PNC-153の両者とも鉍量、含有量の大部分は-37ミクロン~+20ミクロン間にあって浮選法を適用する場合、難しい粒度構成域を示している。

-2 浮選試験

8-2-1 浮選元鉍の調整

浮選原鉍を沈降法による粒度分析法の要領でリバルブし、機械攪拌の後一定時間静置して浮遊している未沈降分の微粒鉍石（ほぼ-20ミクロン）を除外して浮選元鉍とした。

8-2-2 浮選試験の結果

浮選試験の結果を以下に示す。

・浮選機及び浮選剤、浮選条件等については前報参照。

鉍量	U ₃ O ₈	T-Fe	P ₂ O ₅	SiO ₂
38.60 (g)	0.070%	0.52%	6.95%	56.93%
	27.01	202.7	2682	21976
分布率	100%	100%	100%	100%

原 鉍

7.56	0.026	0.60	6.99	46.67
	1.96	45.4	528	3528
20	7	22	20	16

浮選元鉍

31.04	0.081	0.51	6.94	59.43
	25.05	157.3	2154	18488
80	93	78	80	84
(100)	(100)	(100)	(100)	(100)

PH ~ 9~10

水ガラス ~ 160g/T
No-10 ~ 150g/T
F-2 ~ 145g/T
ケロシン ~ 190g/T

浮 鉍 1

7.72	0.138	0.56	11.92	50.16
	10.65	43.2	920	3872
20	40	21	34	18

No-10 ~ 150g/T
F-2 ~ 145g/T
ケロシン ~ 190g/T

浮 鉍 2

4.05	0.102	0.58	9.99	56.68
	4.13	23.5	405	2296
10	15	12	15	10

浮選剤合計
水ガラス ~ 160g/T
No-10 ~ 600g/T
F-2 ~ 725g/T
ケロシン ~ 760g/T

No-10 ~ 300g/T
F-2 ~ 435g/T
ケロシン ~ 380g/T

浮 鉍 3

5.62	0.122	0.64	9.99	58.06
	6.86	36.0	561	3263
15	25	18	21	15

浮鉍合計

17.39	0.124	0.59	10.85	54.23
	21.64	102.7	1886	9431
45	80	51	70	43
(56)	(86)	(65)	(88)	(51)

尾 鉍

13.65	0.025	0.40	1.96	66.06
	3.41	54.6	268	9017
35	13	27	10	41

鉍量	U ₃ O ₈	T・Fe	P ₂ O ₅	SiO ₂
37.72 (g)	0.068%	0.62%	7.61%	57.31%
	25.71	2346	2871	21619
分布率	100%	100%	100%	100%

原 鉍

6.35	0.039	0.65	7.09	39.72
	2.48	41.3	450	2522
17	9	18	16	12

(スライム)

浮 選 元 鉍

31.37	0.074	0.62	7.72	60.88
	23.23	193.3	2421	19097
83	91	82	84	88
(100)	(100)	(100)	(100)	(100)

PH ~ 9~10

{
デンプン ~ 320g/T
No-10 ~ 150g/T
F-2 ~ 145g/T
ケロシン ~ 190g/T

浮 鉍 1

5.09	0.147	0.64	15.96	39.03
	7.48	32.6	812	1987
14	29	14	28	9

{
No-10 ~ 150g/T
F-2 ~ 145g/T
ケロシン ~ 190g/T

浮 鉍 2

5.75	0.106	0.76	11.87	47.97
	6.10	43.7	682	2758
15	24	18	24	13

浮選剤合計 {
デンプン ~ 320g/T
No-10 ~ 300g/T
F-2 ~ 290g/T
ケロシン ~ 380g/T

浮鉍合計

10.84	0.125	0.70	13.79	43.77
	13.58	76.3	1495	4745
29	53	32	52	22
(35)	(58)	(39)	(62)	(25)

{
デンプン ~ 320g/T F-2 ~ 290g/T
No-10 ~ 300g/T ケロシン ~ 380g/T

浮 鉍 3

1~20				

浮鉍が少量のため
尾鉍に入れる

尾 鉍

20.53	0.047	0.57	4.51	69.91
	9.65	117.0	926	14352
54	38	50	32	66

鉍量	U ₃ O ₈	T・Fe	P ₂ O ₅	SiO ₂
33.47 (g)	0.062%	0.57%	6.74%	53.55%
	20.69	191.6	2255	17923
分布率	100%	100%	100%	100%

原鉍

8.51	0.018	0.60	7.06	37.22
	1.53	51.1	601	3167
25	7	27	27	18

浮選元鉍

24.96	0.077	0.56	6.63	59.12
	19.16	140.5	1654	14756
75	93	73	73	82
(100)	(100)	(100)	(100)	(100)

PH ~ 7 ~ 8
 { 水ガラス ~ 200g/T
 No-10 ~ 370g/T
 F-2 ~ 720g/T
 ケロシン ~ 1000g/T }

粗選浮鉍

11.03	0.138	0.64	10.79	54.23
	15.26	70.9	1190	5982
33	74	37	53	33

粗選尾鉍

PH ~ 9 ~ 10
 { No-10 ~ 185g/T
 F-2 ~ 540g/T
 ケロシン ~ 750g/T }

精選浮鉍

8.49	0.163	0.68	12.23	53.71
	13.84	57.7	1038	4560
26	67	30	46	25
(34)	(72)	(41)	(63)	(31)

13.93	0.028	0.50	3.33	62.99
	3.90	69.6	464	8774
42	19	36	20	49

精選尾鉍

2.54	0.056	0.52	5.98	56.00
	1.42	13.2	152	1422
7	7	7	7	8

16.47	0.032	0.50	3.74	61.91
	5.32	82.8	616	10196
49	26	43	27	57

尾鉍

鉍量	U ₃ O ₈	T・Fe	P ₂ O ₅	SiO ₂
39.06 (g)	0.311%	0.48%	13.12%	46.72%
	121.55	188.7	5124	18251
分布率	100%	100%	100%	100%

原 鉍

5.95	0.300	0.57	12.02	38.36
	17.85	33.9	715	2282
15	15	18	14	12

(スライム)

浮選元鉍

33.11	0.313	0.47	13.32	48.23
	103.70	154.8	4409	15969
85	85	82	86	88

PH ~ 3~4

{
A F 65 ~ 190g/T
A P 825 ~ 260g/T

鉄浮選

浮鉍合計

17.18	0.337	0.45	15.72	43.81
	57.88	76.9	2701	7527
44	47	41	53	41

PH ~ 9~10

{
デンプン ~ 300g/T
No-10 ~ 290g/T
F-2 ~ 820g/T
ケロシン ~ 1150g/T

粗選浮鉍

PH ~ 9~10
{
No-10 ~ 290g/T
F-2 ~ 270g/T
ケロシン ~ 380g/T

粗選尾鉍

9.83	0.306	0.47	11.22	54.22
	30.08	46.2	1103	5330
25	25	24	21	29

12.82	0.346	0.42	16.90	43.38
	44.36	53.8	2167	5561
33	36	29	42	30

精選浮鉍1

PH ~ 7~8
{
F-2 ~ 140g/T
ケロシン ~ 190g/T

精選尾鉍

(浮選尾鉍)

15.93	0.288	0.49	10.72	52.99
	45.82	77.9	1708	8442
41	38	41	33	47

4.36	0.310	0.53	12.25	45.09
	13.52	23.1	534	1966
11	11	12	11	11

精選浮鉍2

精選尾鉍

6.10	0.258	0.52	9.92	51.02
	15.74	31.7	605	3112
16	13	17	12	18

鉍量	U ₃ O ₈	T・Fe	P ₂ O ₅	SiO ₂
38.23 (g)	0.191%	0.79%	9.56%	50.64%
	73.00	301.3	3654	19360
分布率	100%	100%	100%	100%

原鉍

2.47	0.118	0.78	5.98	42.47
	2.91	19.3	148	1049
7	4	6	4	6

浮選元鉍

35.76	0.196	0.79	9.80	51.20
	70.09	282.0	3506	18311
93	96	94	96	94
(100)	(100)	(100)	(100)	(100)

PH ~ 7~8
 {
 デンプン ~ 280g/T
 No-10 ~ 260g/T
 F-2 ~ 250g/T
 ケロシン ~ 350g/T
 }

浮鉍 1

6.89	0.289	0.76	16.60	43.00
	19.91	52.4	1144	2963
18	27	17	31	15

{
 デンプン ~ 280g/T
 No-10 ~ 260g/T
 F-2 ~ 380g/T
 ケロシン ~ 530g/T
 }

浮鉍 2

16.60	0.187	0.77	9.60	51.39
	31.04	127.8	1594	8531
43	43	43	44	44

浮選剤合計 {
 デンプン ~ 560g/T
 No-10 ~ 520g/T
 F-2 ~ 630g/T
 ケロシン ~ 880g/T
 }

浮鉍合計

23.49	0.217	0.77	11.66	48.93
	50.95	180.2	2738	11494
61	70	60	75	59
(66)	(73)	(64)	(78)	(63)

浮鉍 3

0				

尾鉍

12.27	0.156	0.83	6.26	55.56
	19.14	101.8	768	6817
32	26	34	21	35

- ① 〔試験-10〕は、浮鉱の鉱量分布率=45%、 $U_3O_8 = 0.124\%$ 及び分布率=80%、 $P_2O_5 = 10.85\%$ 及び分布率=70%の成績が得られた。この数値は、PNC-148のサンプルについてこれまでの最高の実収率でデスライムの効果によるものと考えられる。
- ② 〔試験-11〕は、デンプン（試薬、可溶性デンプン）の添加が SiO_2 の抑制に有効であるような結果が得られたが、一方では浮鉱性が低下する傾向が見られる。なお、はっきりした効用を確かめるには、デンプンの添加量、あるいはpH調整等の追試験が必要であると思われる。
- ③ 〔試験-12〕は、適当な精選浮選によって精鉱の U_3O_8 品位アップの可能性のあることを示している。
- 品位だけの比較であるが、
- | | | |
|-------------------------|---|-------------------------|
| 浮選元鉱 $U_3O_8 = 0.077\%$ | → | 精選浮鉱 $U_3O_8 = 0.163\%$ |
| 浮選元鉱 $P_2O_5 = 6.63\%$ | → | 精選浮鉱 $P_2O_5 = 12.23\%$ |
- と、ほぼ2倍に濃縮されている。
- ④ 〔試験-13〕は、PNC-153の場合はPNC-148と同じ浮選条件では、浮選成績の向上は望めないことを示している。今後は、PNC-148とは異なった浮選試薬の使用、浮選条件の設定あるいは適応した浮選機種を選定等の対策が必要と思われる。
- ⑤ 〔試験-14〕は、PNC-148+153の混合鉱サンプルでの参考として行った浮選であるが、PNC-153の影響のため成績は良くない。

8-4 今後の試験計画

今までの選鉱（浮選）予備試験の結果から、PNC-148単独の鉱石の場合は水洗工程でデスライムした浮選元鉱を用いて〔試験-10〕〔試験-12〕のような方式によって処理すれば、鉱量歩留≒50%前後でウラン実収率≒80%程度の成績は期待できると考えられる。しかし、実操業では、PNC-148に属する鉱石は浮選工程へ、PNC-153は別系統処理と、はっきりと採掘された鉱石を区別することは不可能と考えた方が正常と思われるので、今後の浮選試験は、バクーマ鉱石に選鉱（浮選）法を適用させるためには、PNC-153も可能であることが前提となることから、今後はPNC-153を対象として、浮選剤に重点をおいた試験を行う予定である。

- ① PNC-153の浮選試験
- (イ) 文献調査等情報収集
- (ロ) 各種浮選剤による浮選試験

含ウランリン鉱石の塩化揮発試験計画

63.10.25.

試 験 項 目		1987	1988	1989	1990	1991
1.	ウラン揮発試験					
	(A) 予備試験	■				
2.	ウラン回収試験					
	(B) 基礎試験		■			
3.	ウラン回収試験					
	(C) 分別凝縮試験			■		
4.	ウラン回収試験					
	(D) ウラン精製試験			■		
5.	ウラン回収試験					
	(E) 造粒・乾燥試験			■		
6.	ウラン回収試験					
	(F) ガス・液処理試験			■		
7.	ウラン回収試験					
	(G) 副産物回収試験				□	
8.	ウラン回収試験					
	(H) 小規模連続試験			■	■	■
9.	ウラン回収試験					
	F/S					■

9. 東北大選研でのEPMA観察結果（U鉱石および塩化残渣のEPMA観察）

9-1 BaKuma鉱石の元鉱

中央アフリカ産BaKuma鉱石について、鉱物相の同定、Uの含有部分、鉱物の単体分離を調べた。

結 果

- イ) BaKuma鉱石はSilica相およびapatitie相からなっている。（写真1，表2，3）
- ロ) apatitie相には，Ca，Pのほか，K，Mg，Fe，U，Ti，Nbが含有されている。
- ハ) Silica相およびapatitieは単体分離しているものの，両者混合相も認められ，選鉱による難分離性に関係するものと考えられる。
- ニ) U含有量の高い鉱物相が見られた。（写真2，表3）

9-2 BaKuma鉱石の塩化残渣

BaKuma鉱石を Cl_2 で，950℃，2hr塩化した後の水洗い残渣について観察した。

結 果

- イ) Silica相は未反応のまま残留しており，塩化されにくい。（写真3）
- ロ) Silica相に接して，Caを主成分とする塩化物相が存在する。Pは CaCl_2 相全体に分布しており，またUは部分的に濃集している。この相では，融体化した CaCl_2 中に UCl_4 が溶解し，Uの回収率を低下させていると考えられる。（写真3，表4）

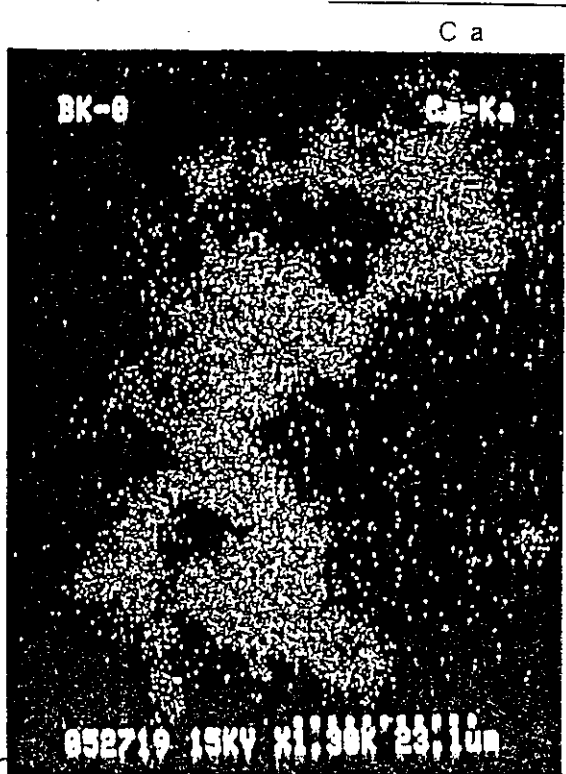
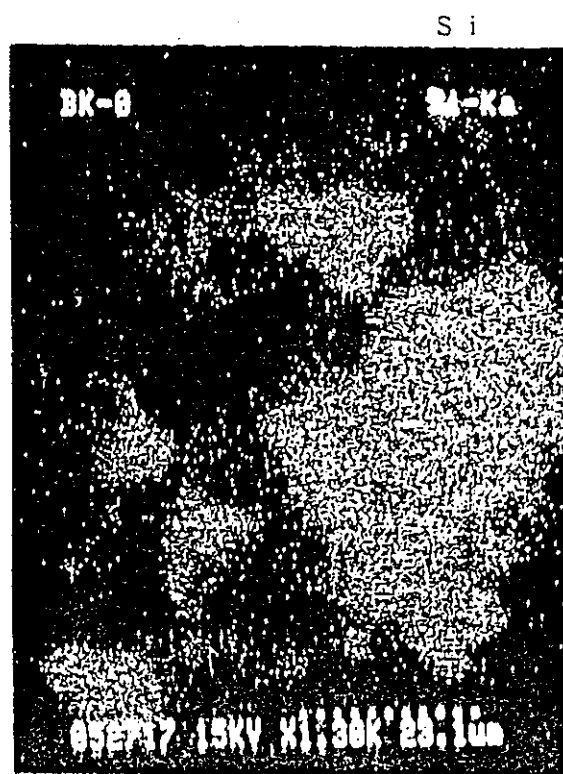
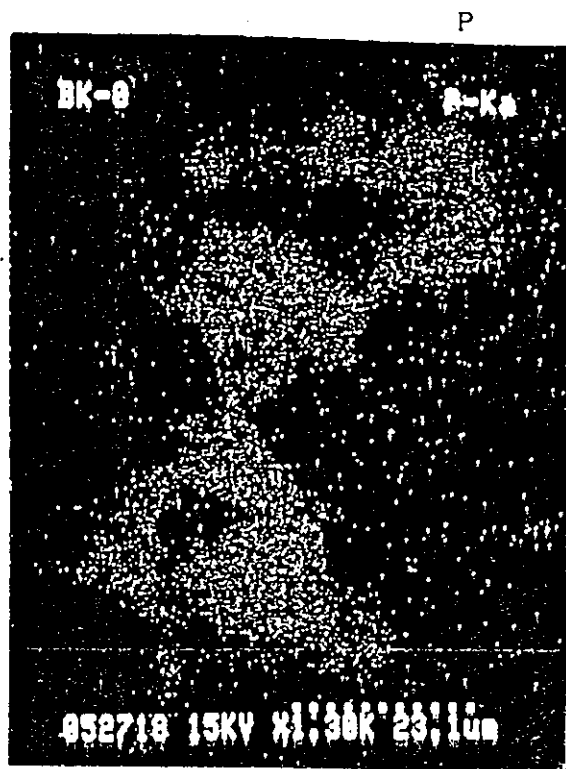


写真1 Bakuma 鉱石のEPMA観察



写真2 Bakuma磁石中のウラン濃集部分のEPMA観察

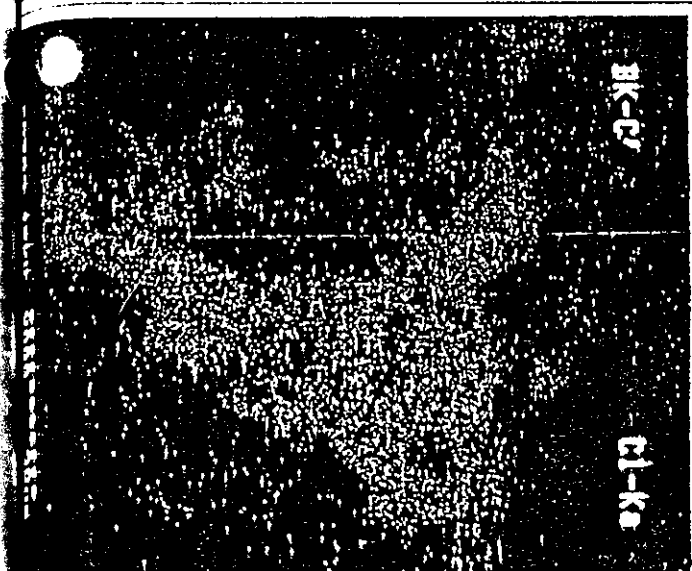
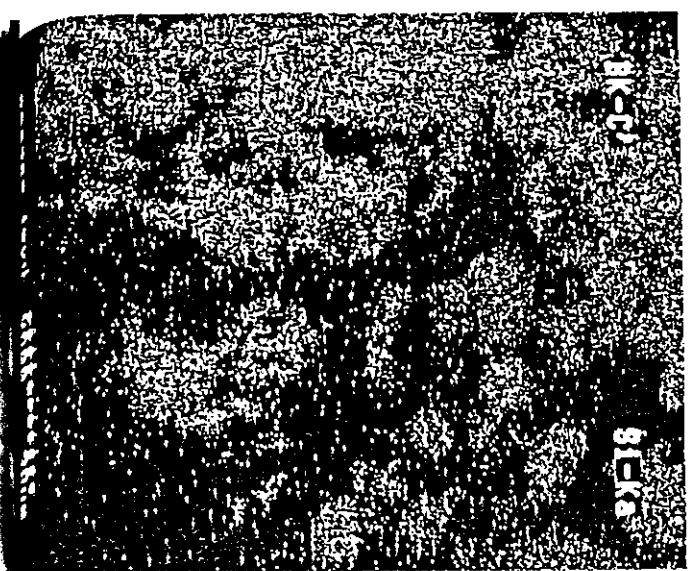


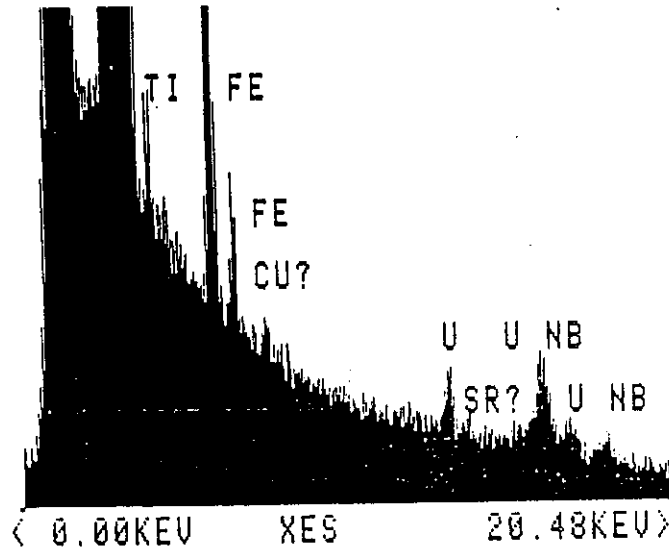
写真3 Bakuma鉍石の塩化残渣のEPMA観察

表 1 Bakuma 鉱石のapatite部分の組成

BK-0(AP)

PR= 500S 500SEC 0 INT

V=1024 H=20KEV 1:30 AQ=26KEV 1Q



SPECTRUM BK-0-AP

MAY 27, 1988

QUANTITATIVE EDS RESULTS
(ZAF CORRECTIONS VIA MAGIC V)

ELEMENT & LINE	K-RATIO	WEIGHT PERCENT	PRECISION 2 SIGMA	OXIDE FORMULA	OXIDE PERCENT	NO. OF CATIONS IN FORMULA
NA KA	0.0942	1.14	0.21	NA2O	1.53	0.2188
F KA	0.8328	26.56	0.38	F2O5	60.86	3.7928
K KB	0.0251	0.14	2.38	K2O	0.17	0.0164
CA KA	0.8948	17.89	0.18	CAO	25.03	1.9739
FE KA	0.0037	0.28	0.14	FE2O3	0.40	0.0219
U *		10.59		UO2	12.01	0.1968
O @		43.41				
TOTAL						6.2206

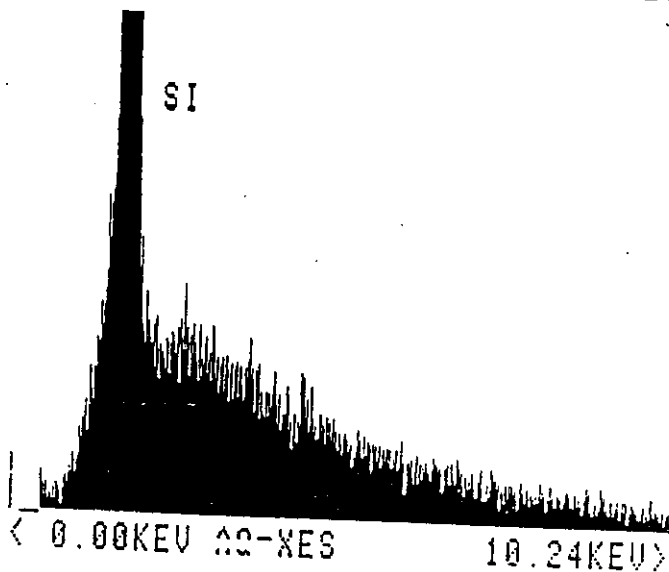
NUMBER OF CATIONS CALCULATED ON BASIS OF 12 OXYGEN ATOMS.

* DETERMINED BY DIFFERENCE

@ DETERMINED BY STOICHIOMETRY

表 2 Bakuma 鉱石のSilica部分の組成

BK-C'-BL
 PR= 200S 200SEC 0 C/S
 U=256 H=10KEV 1:30 AQ=10KEV 20



SPECTRUM BK-C'-BL

MAY 27, 1988

QUANTITATIVE EDS RESULTS
 (ZAF CORRECTIONS VIA MAGIC V)

ELEMENT & LINE	K-RATIO	WEIGHT PERCENT	PRECISION 2 SIGMA	OXIDE FORMULA	OXIDE PERCENT	NO. OF CATIONS IN FORMULA
SI KA	0.3814	43.80	0.28	SI02	93.71	6.0000
O *		49.91				
TOTAL					93.71	6.0000

NUMBER OF CATIONS CALCULATED ON BASIS OF 12 OXYGEN ATOMS.

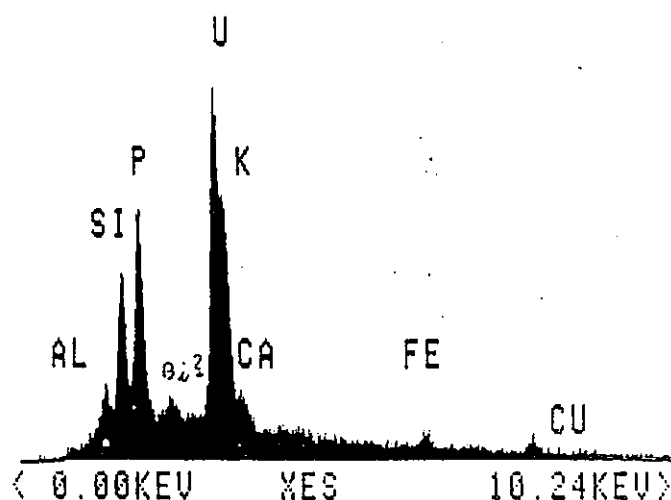
* DETERMINED BY STOICHIOMETRY

表 3 Bakuma 鉱石のウラン濃集部分の組成

EK-0-U

PR= 2005 200SEC 0 INT

U=2048 H=10KEV 1:30 AQ=10KEV 10



SPECTRUM EK-0-U

MAY 27, 1988

QUANTITATIVE EDS RESULTS
(ZAF CORRECTIONS VIA MAGIC V)

ELEMENT & LINE	K-RATIO	WEIGHT PERCENT	PRECISION 2 SIGMA	OXIDE FORMULA	OXIDE PERCENT	NO. OF CATIONS IN FORMULA
AL KA	0.1688	1.21	0.15	AL ₂ O ₃	2.29	0.3355
SI KA	0.2130	3.75	0.14	SiO ₂	8.02	0.9972
P KA	0.2589	8.69	0.26	P ₂ O ₅	19.91	2.0944
K KA	0.1820	0.94	0.24	K ₂ O	1.14	0.1804
CA KA	0.0218	0.40	0.05	CaO	0.56	0.0752
FE KA	0.0229	1.54	0.21	Fe ₂ O ₃	2.21	0.2063
CU KA	0.0306	3.08	0.35	CUO	3.86	0.3622
U *		54.66		UO ₂	62.01	1.7146
O @		25.71				
TOTAL						5.9659

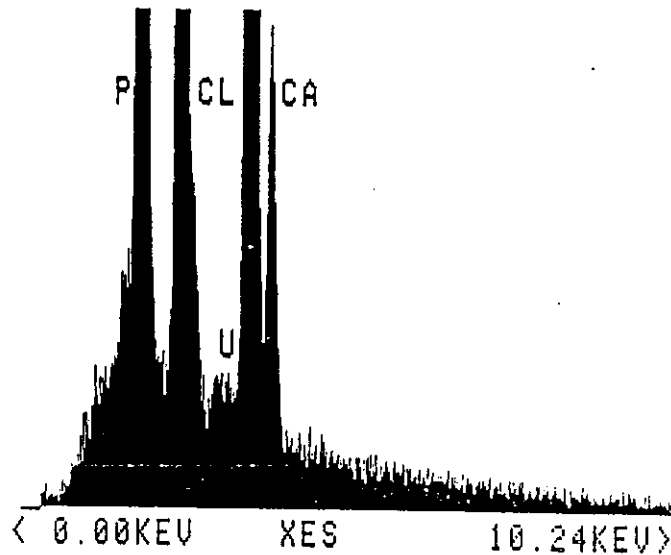
NUMBER OF CATIONS CALCULATED ON BASIS OF 12 OXYGEN ATOMS.

* DETERMINED BY DIFFERENCE

@ DETERMINED BY STOICHIOMETRY

表 4 Bakuma 鉱石の塩化残渣の組成

BK-C'-GR
 PR= 200S 200SEC 0 INT
 V=512 H=10KEV 1:30 AQ=10KEV 20



SPECTRUM BK-C'-GR

MAY 27, 1988

QUANTITATIVE EDS RESULTS
 (ZAF CORRECTIONS VIA MAGIC V)

ELEMENT & LINE	K-RATIO	WEIGHT PERCENT	PRECISION 2 SIGMA	OXIDE FORMULA	OXIDE PERCENT	NO. OF CATIONS IN FORMULA
P KA	0.7906	24.14	0.38	P2O5	55.32	3.8819
CA KA	0.8937	18.47	0.18	CaO	25.85	2.2952
CL *		18.83		CL	18.83	0.0000
O @		38.55				
TOTAL						6.1771

NUMBER OF CATIONS CALCULATED ON BASIS OF 12 OXYGEN ATOMS.

* DETERMINED BY DIFFERENCE

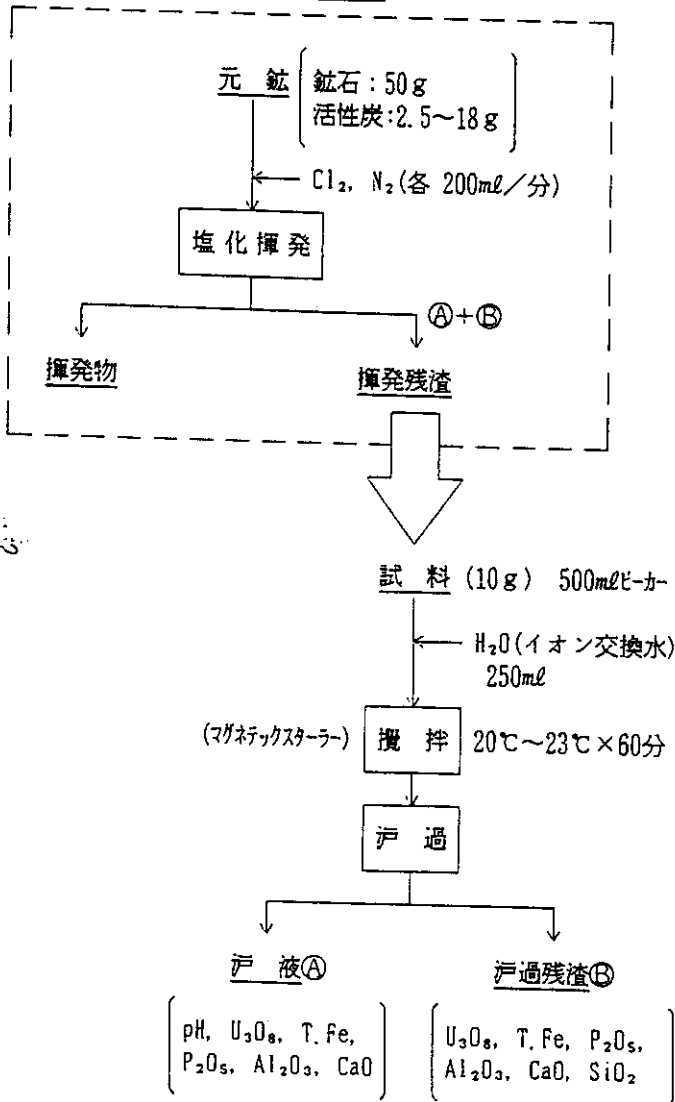
@ DETERMINED BY STOICHIOMETRY

添 付 資 料

ページ

表-1 塩化揮発残渣の水抽出試験物量表	1
図-1 "	2
図-2 "	3
表-2 活性炭添加量の影響	4
図-3 " (反応時間 80分)	5
図-4 " (反応時間 120分)	5
図-5 " (揮発量)	6
表-3 キャリヤーガス流量の影響	7
図-6 "	8
表-4 塩素ガス流量の影響	9
図-7 "	8
表-5 反応時間の影響	10
図-8 " (反応温度 850℃)	11
図-9 " (反応温度 950℃)	11
表-6 酸素ガス流量の影響	12
図-10 "	13
表-7 供試料10g, 20gの塩化揮発試験	14
表-8 600℃から塩素ガスを供給した試験	15
図-11 供試料10g, 20gの塩化揮発試験	16
図-12 600℃から塩素ガスを供給した試験	16
表-9 600℃から塩素ガスを供給した場合のキャリヤーガスの影響	17
表-10 600℃から塩素ガスを供給した場合の15%活性炭添加量試験	18
図-13 600℃から塩素ガスを供給した場合のキャリヤーガスの影響	19
図-14 600℃から塩素ガスを供給した場合の15%活性炭添加量試験	19
表-11 600℃から塩素ガスを供給した場合の反応時間の影響	20
表-12 600℃から塩素ガスを供給した場合の活性炭添加量の影響	21
図-15 600℃から塩素ガスを供給した場合の反応時間の影響	22
図-16 600℃から塩素ガスを供給した場合の活性炭添加量の影響	22
表-13 バクーマ鉍浮選原鉍の粒度別品位表	23
図-17 バクーマ鉍浮選原鉍の粒度別分布率	24

水抽出試験フロー



反応条件		
温度 (℃)	時間 (分)	抽出率 (%)
650	12	1
750	12	1
850	4	2
850	8	19
850	12	17
950	4	21
950	8	18
950	12	15
950	16	213
950	18	191
950	21	174
950	24	165
950	27	1720
950	30	1578
30	950	1667
90	950	1492
150	950	120

揮発残渣中の含有量の算出法

$$(A+B) \times \frac{\text{揮発残渣 (g)}}{10 (g)} = (A+B) \text{ (揮発残渣)}$$

抽出残渣生成率

$$\frac{\text{濾過残渣 (g)}}{\text{揮発残渣 (g)}} \times \frac{\text{揮発残渣 (g)}}{10 (g)} \times 100 = \text{抽出残渣生成率 (\%)}$$

図-1 塩化揮発残渣の水抽出試験

表-2 活性炭添加量の影響

鉍石 (バクマ鉍石PNC94+153) 鉍石量=50g

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100. と揮発量 (元鉍量-残渣量)												揮 発 率	
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₂ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂		CaO		K ₂ O (%)	MgO (%)
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)		
200	200	0	5	950	80	24	39	99	796	25	1857	5	125	7	1640	3	342	38	10
200	200	0	10	950	80	41	65	99	796	31	2242	10	224	17	3848	2.5	264	31	13
200	200	0	15	950	80	51	82	97	775	40	2846	29	684	24	5500	1	133	32	15
200	200	0	20	950	80	61	98	91	732	68	4912	45	1057	25	5812	5.5	575	33	20
200	200	0	15	950	120	69	111	99	796	50	3558	25	577	30	6948	5	541	40	20
200	200	0	20	950	120	86	137	99	796	72	5182	55	1285	31	7235	0	0	59	28
200	200	0	36	950	120	96	153	98	786	98	7059	86	1995	31	7112	0	0	46	12

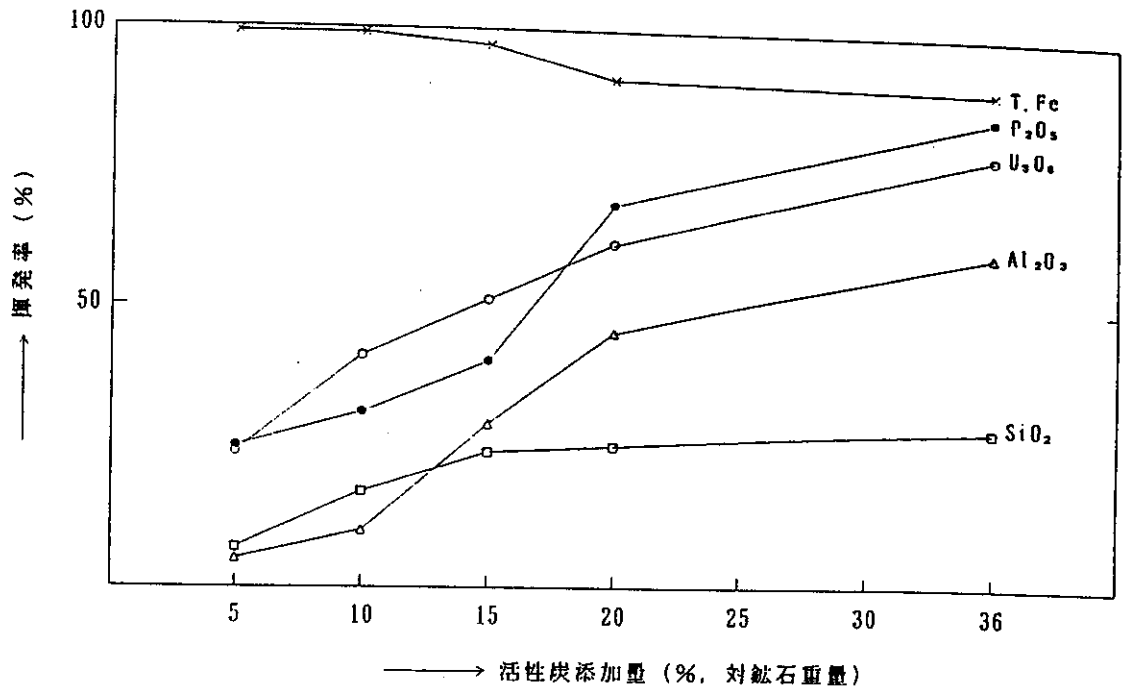


図-3 活性炭添加量の影響 (反応時間 80分)

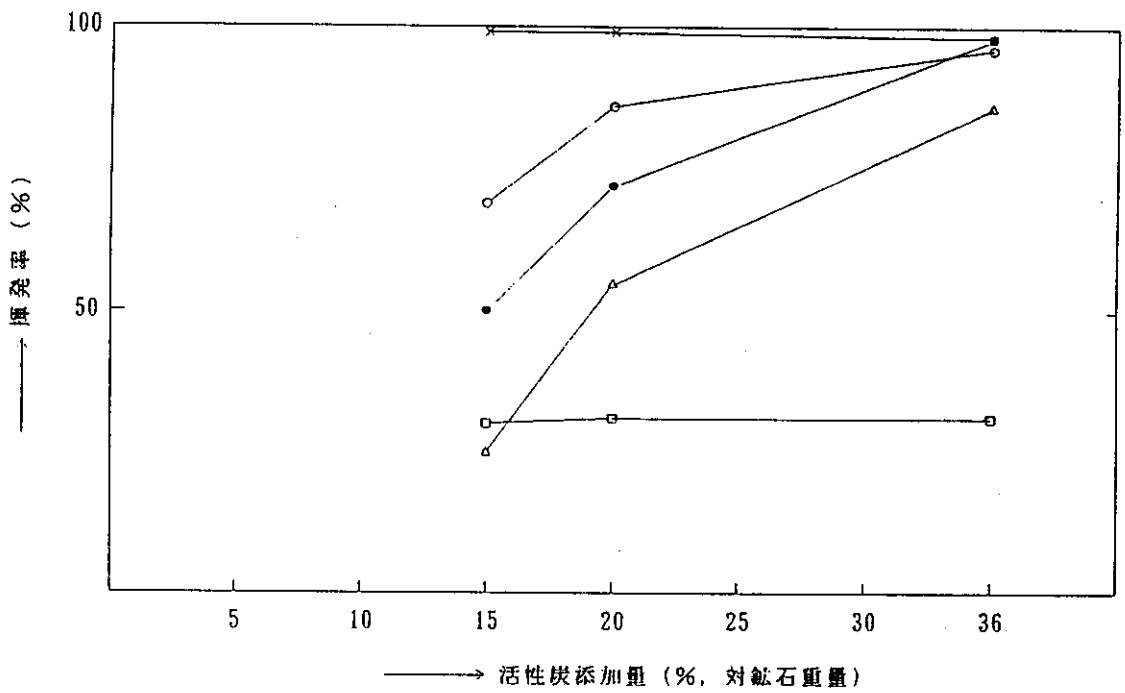


図-4 活性炭添加量の影響 (反応時間 120分)

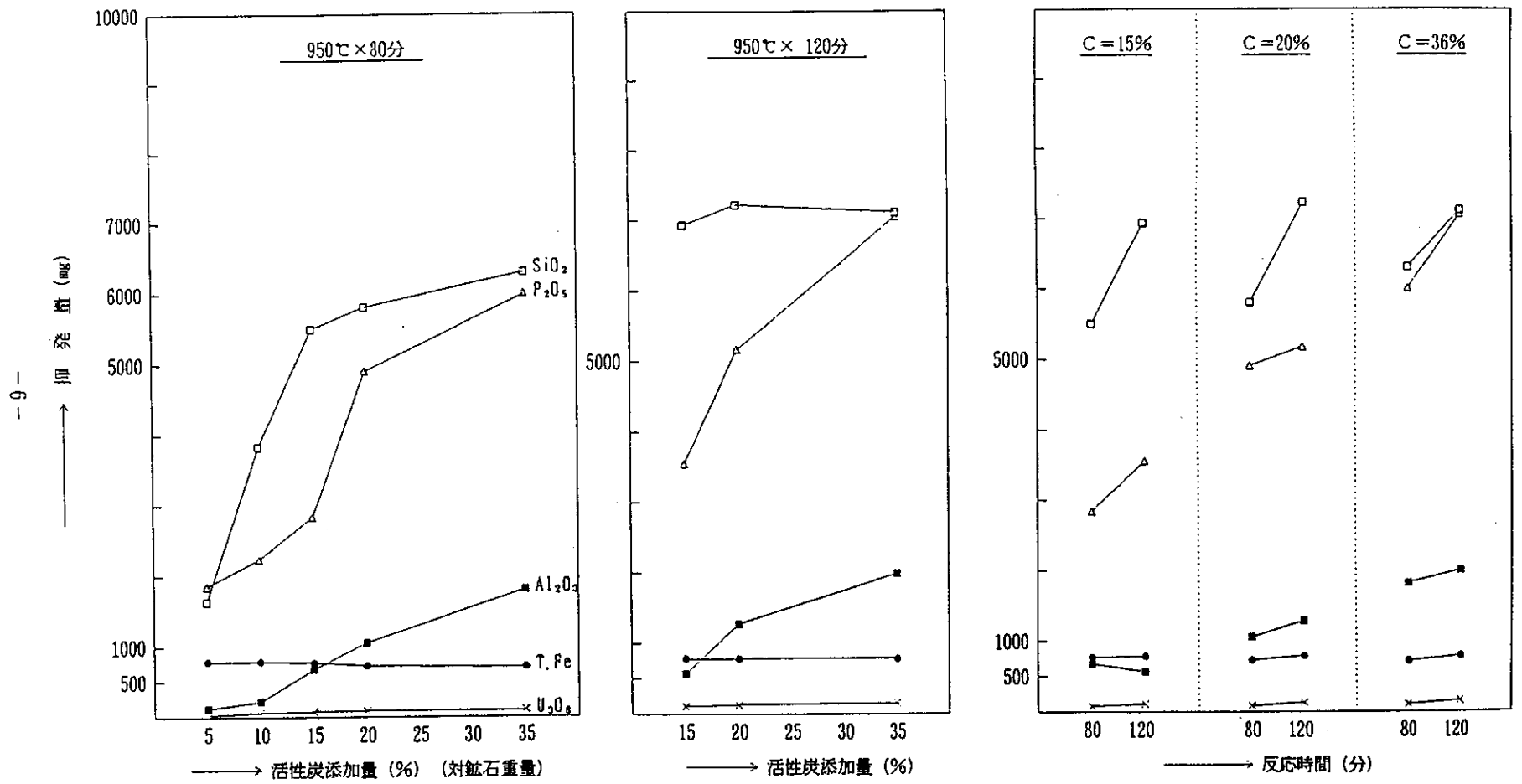


図-5 活性炭添加量の影響 (揮発量)

表-3 キャリヤーガス流量の影響

鉍石 (バクーマ鉍石PNC94+153) 鉍石量=50g

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100, と揮発量 (元鉍量-残渣量)												揮 発 率	
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₃ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂		CaO		K ₂ O (%)	MgO (%)
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)		
200	100	0	36	950	120	93	149	97	777	97	6998	99	2307	27	6098	1.5	152	58	18
200	200	0	36	950	120	96	153	98	786	98	7059	86	1995	31	7112	0	0	46	12
200	400	0	36	950	120	92	147	96	773	95	6845	99	2307	22	5023	1	107	62	23
200	600	0	36	950	120	93	149	95	765	93	6689	99	2307	18	4093	5	498	63	25

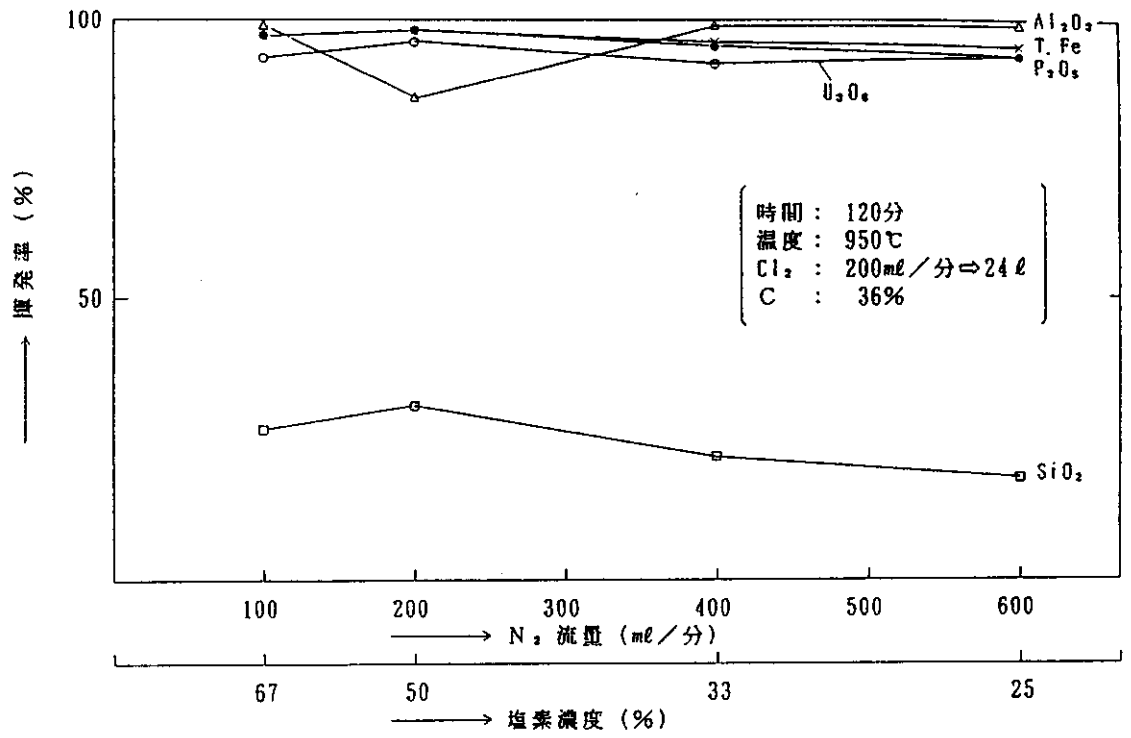


図-6 キャリヤーガス流量の影響

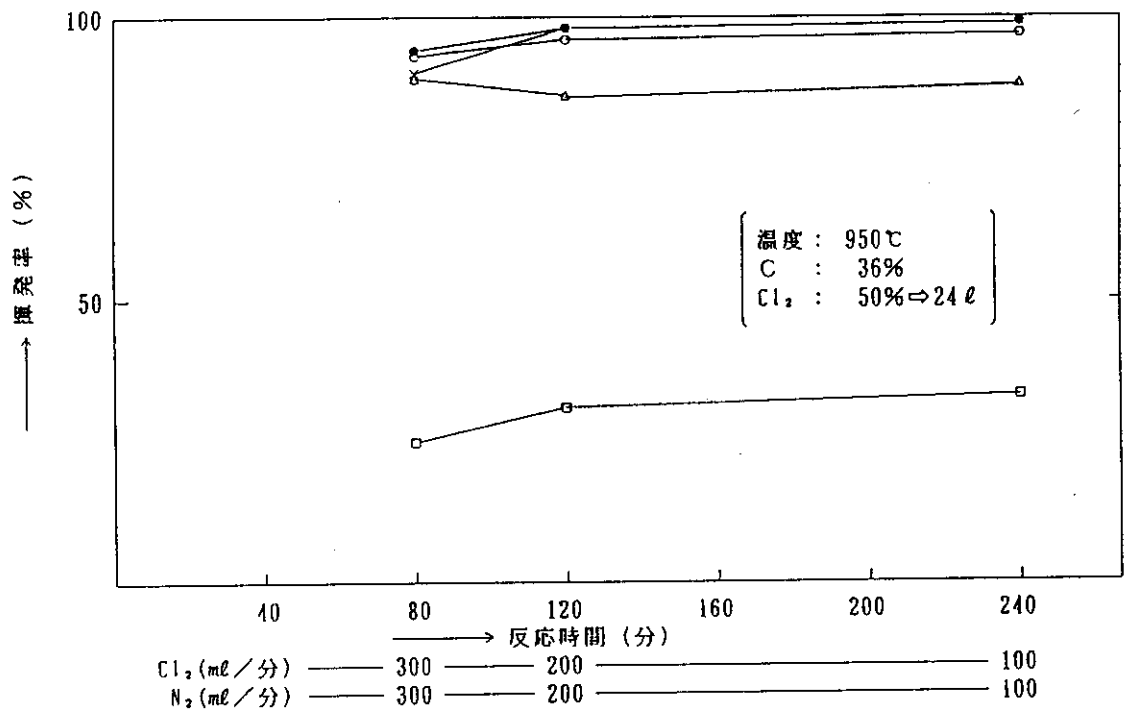


図-7 塩素ガス流量の影響

表-4 塩素ガス流量の影響

鉍石 (バク-マ鉍石PNC94+153) : 鉍石量=50g

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100, と揮発量 (元鉍量-残渣量)												揮 発 率	
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₂ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂		CaO		K ₂ O (%)	MgO (%)
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)		
100	100	0	36	950	240	96	153	99	796	99	7154	88	2059	32	7457	0	0	59	28
200	200	0	36	950	120	96	153	98	786	98	7059	86	1995	31	7112	0	0	46	12
300	300	0	36	950	90	90	143	95	765	96	6934	88	2040	25	5757	3	282	53	22

表-5 反応時間の影響

鉍石 (バク-マ鉍石PNC94+153) 鉍石量=50g

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100, と揮発量 (元鉍量-残渣量)												揮 発 率	
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₂ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂		CaO		K ₂ O (%)	MgO (%)
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)		
200	200	0	36	850	40	19	30	69	553	25	1762	17	404	4	1014	7	784	22	13
200	200	0	36	850	80	46	74	84	672	65	4660	40	940	16	3715	15	1551	90	26
200	200	0	36	850	120	85	136	95	765	89	6404	70	1641	29	6623	0	0	39	0
200	200	0	36	950	40	39	62	53	423	56	4059	22	519	4	855	13	1292	29	7
200	200	0	36	950	80	78	124	89	710	87	6244	60	1415	28	6462	11	1183	48	11
200	200	0	36	950	120	96	153	98	786	98	7059	86	1995	31	7112	0	0	46	12

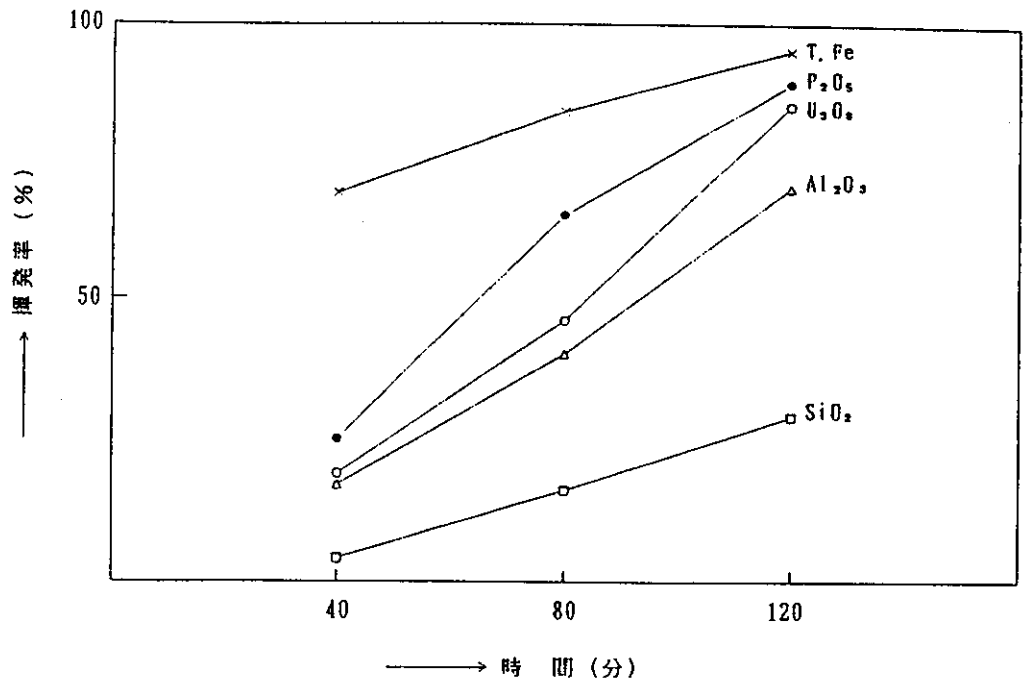


図-8 反応時間の影響 (反応温度 850℃)

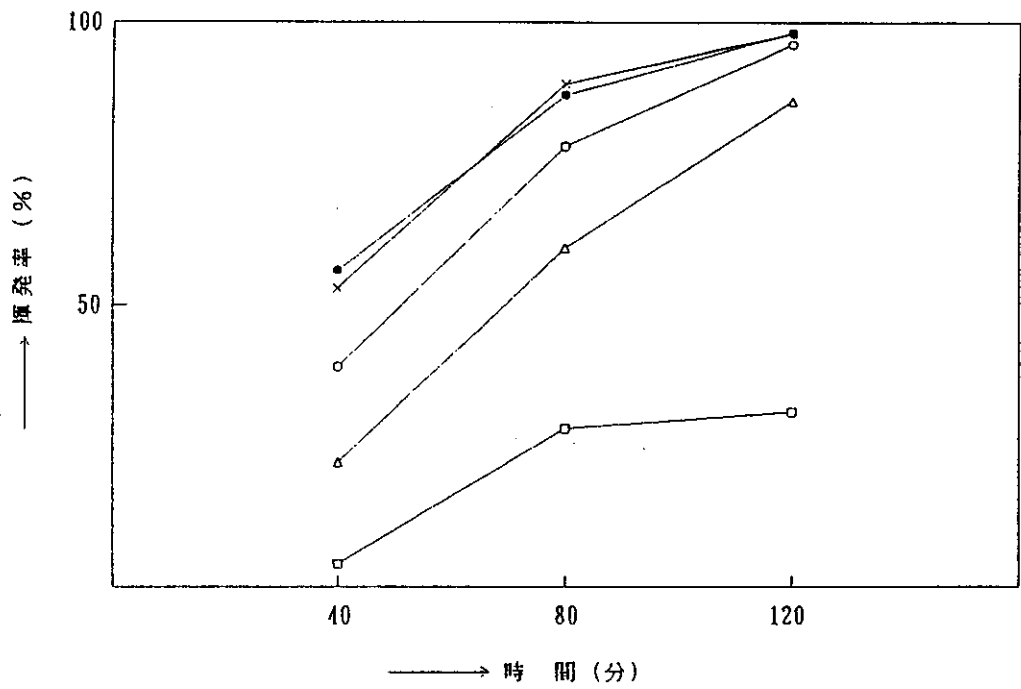


図-9 反応時間の影響 (反応温度 950℃)

表-6 ガス流量の影響

鉍石 (バクマ鉍石PNC94+153) 鉍石量=50g

12-2
2.15
2.1
2.1

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100. と揮発量 (元鉍量-残渣量)											
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₃ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂		CaO	
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)
200	200	0	36	950	120	96	153	98	786	98	7059	86	1995	31	7112	0	0
200	190	10	36	950	120	89	142	94	755	93	6719	88	2039	23	5356	3	318
200	170	30	36	950	120	91	145	97	779	94	6782	82	1920	28	6345	0.8	86
200	140	60	36	950	120	84	135	99	796	73	5250	64	1481	36	8306	0	0
200	110	90	36	950	120	69	130	99	796	50	5390	25	1344	30	8202	0	0
200	80	120	36	950	120	73	116	99	799	52	3730	41	946	30	6848	0	0
200	50	150	36	950	120	65	104	96	773	36	2553	27	620	30	6841	0	0

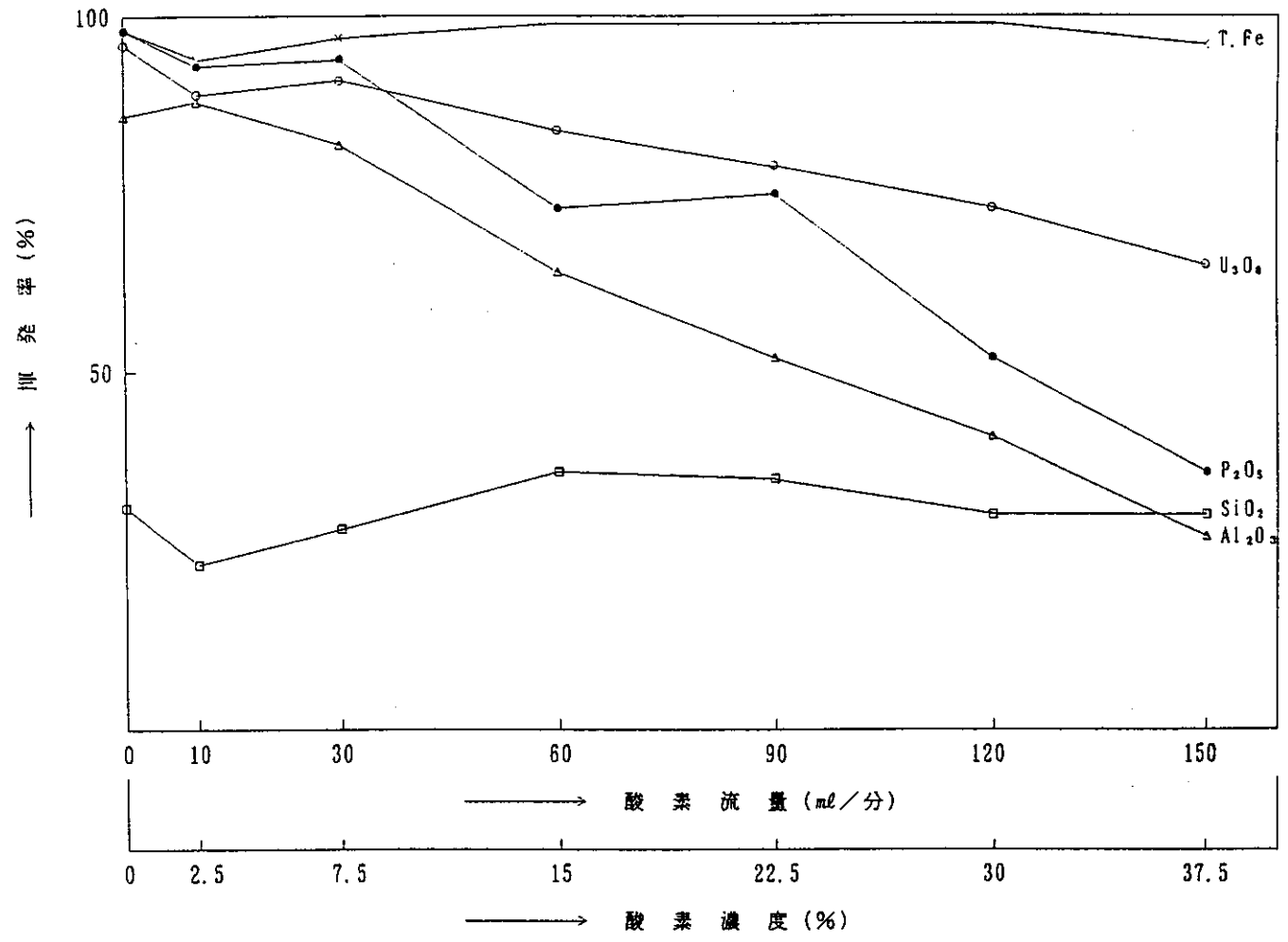


図-10 酸素ガス流量の影響

表-7 供試料10g, 20gの塩化揮発試験

鉍石 (バクーマ鉍石PNC94+153) 鉍石量=20g, 10g

供試料 (g)	反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100. と揮発量 (元鉍量-残渣量)									
	Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₃ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂	
							揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)
20	100	390	10	10	950	60	45	28.8	99	319	14	417	21	200	11	996
20	100	375	25	10	950	60	51	32.9	99	320	6	179	11	103	6	524
20	100	350	50	10	950	60	61	39.1	99	320	2	68	7	64	4	365
20	100	325	75	10	950	60	61	39.0	99	319	3	87	8	72	6	524
10	100	390	10	10	950	60	68	21.7	99	159	22	322	22	102	14	649
10	100	375	25	10	950	60	83	26.5	99	159	9	128	9	40	11	520
10	100	350	50	10	950	60	83	26.5	99	159	7	106	6	26	10	465
10	100	325	75	10	950	60	78	24.8	98	157	2	30	8	36	6	253

表-8 600℃から塩素ガスを供給した試験

鉍石 (バクーマ鉍石PNC94+153) 鉍石量=10g

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100, と揮発量 (元鉍量-残渣量)									
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₃ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂	
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)
100	390	10	10	950	30	72	22.9	99	159	21	306	23	106	14	640
100	375	25	10	950	30	86	27.6	99	159	4	58	14	66	11	525
100	350	50	10	950	30	85	27.1	99	159	6	92	12	58	13	580
100	325	75	10	950	30	85	27.0	99	159	8	121	11	49	10	442
100	390	10	10	950	60	92	29.4	99	159	14	206	15	71	17	787
100	375	25	10	950	60	94	30.1	99	159	6	86	9	41	12	552
100	350	50	10	950	60	86	27.6	99	159	2	23	8	39	5	216
100	325	75	10	950	60	84	26.9	99	159	1	6	3	12	3	120

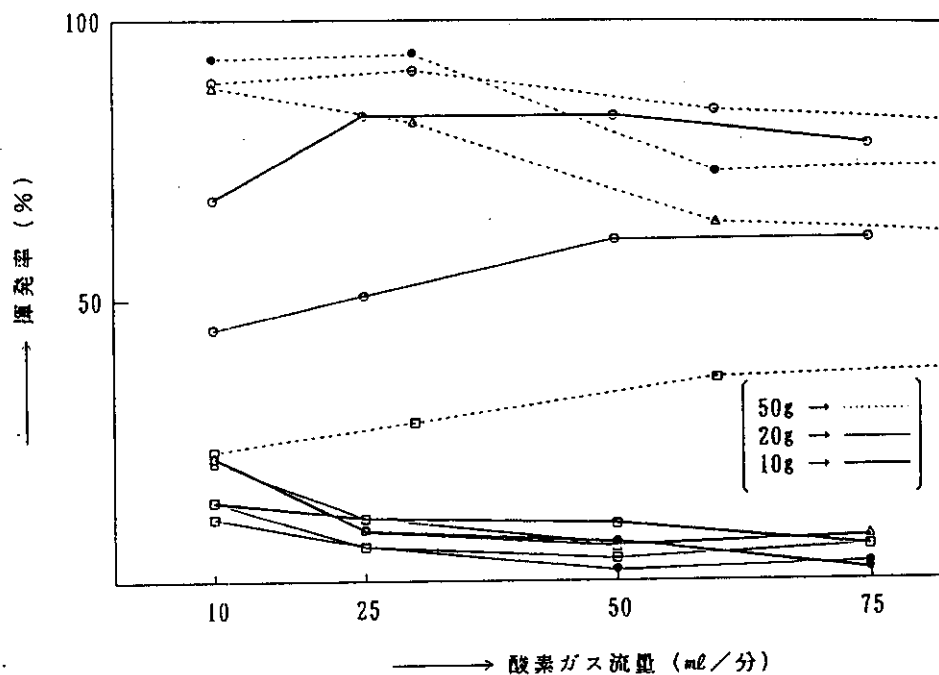


図-11 供試料10g, 20gの塩化揮発試験

○ : U₃O₈ ● : P₂O₅ △ : Al₂O₃ □ : SiO₂

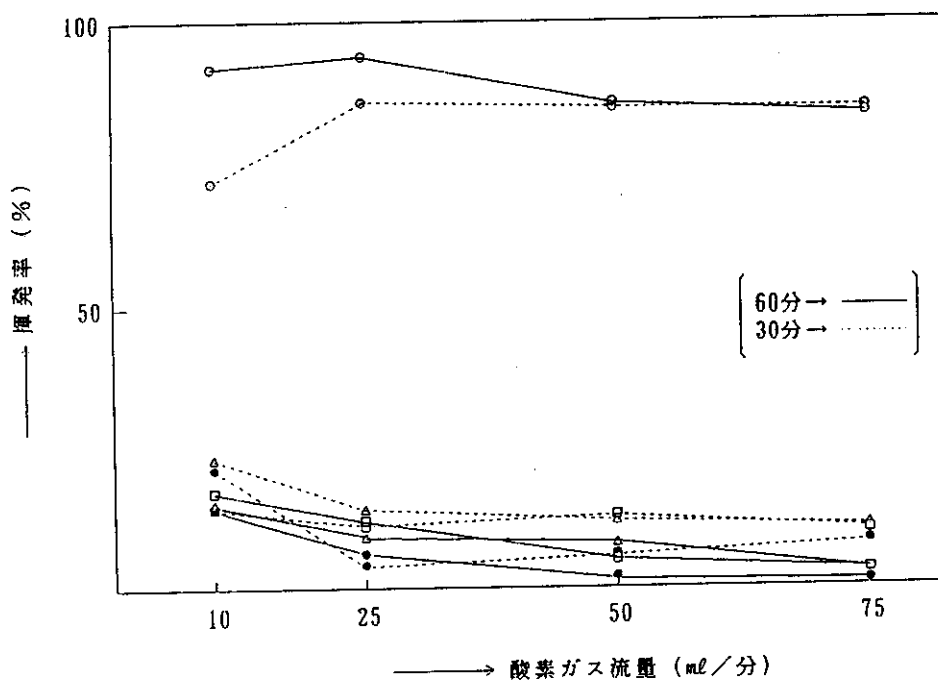


図-12 600℃から塩素ガスを供給した試験

表-9 600℃から塩素ガスを供給した場合のキャリアーガスの影響

鉍石 (バクーマ鉍石PNC94+153) 鉍石量=10g

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100. と揮発量 (元鉍量-残渣量)									
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₃ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂	
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)
100 13%	635	15 2%	10	950	60	93	29.8	99	159	13	183	14	68	16	723
100 13%	612.5	37.5 5%	10	950	60	88	28.0	99	159	3	40	9	40	6	272
100 13%	575	75 10%	10	950	60	81	25.9	99	159	3	46	7	31	2	106
100 13%	537.5	112.5 15%	10	950	60	74	23.6	98	157	2	34	9	41	2	78

表-10 600℃から塩素ガスを供給した場合の15%活性炭添加量試験

鉍石 (バクーマ鉍石PNC94+153) 鉍石量=10g

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100. と揮発量 (元鉍量-残渣量)									
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₃ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂	
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)
100	390	10	15	950	60	88	28.2	99	159	21	306	28	130	17	764
100	375	25	15	950	60	91	29.2	99	159	23	328	20	92	21	958
100	350	50	15	950	60	89	28.6	99	159	11	164	22	103	17	773
100	325	75	15	950	60	86	27.6	99	159	1	4	18	83	7	341

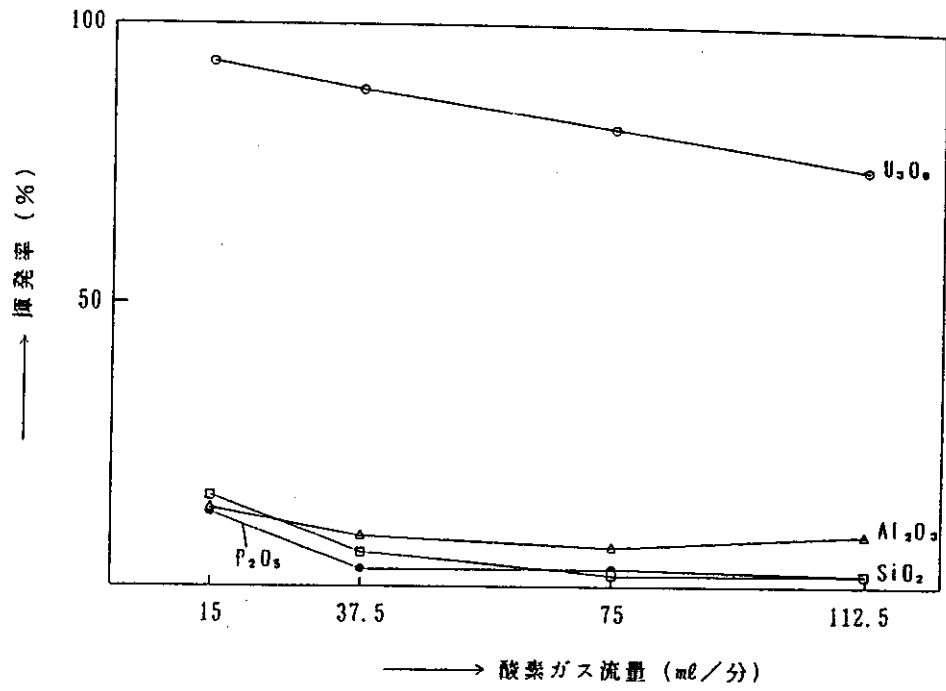


図-13 600℃から塩素ガスを供給した場合のキャリアーガスの影響

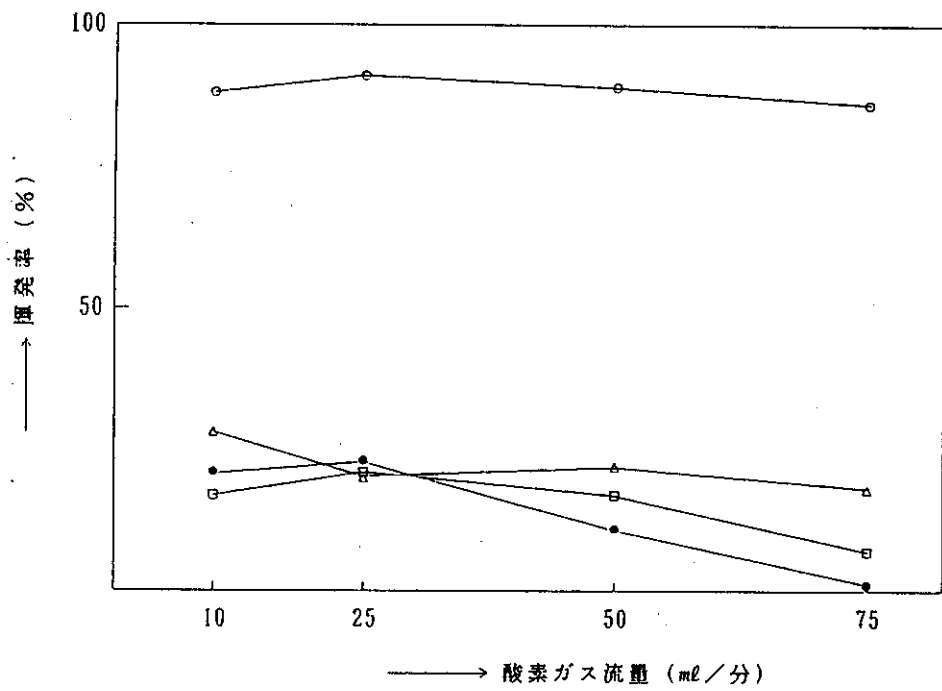


図-14 600℃から塩素ガスを供給した場合の15%活性炭添加量試験

表-11 600℃から塩素ガスを供給した場合の反応時間の影響

鉍石 (ハクーマ鉍石 PNC94+153) 鉍石量=10g

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100, と揮発量 (元鉍量-残渣量)									
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₂ O ₅		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂	
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)
100	350	50	10	950	15	79	25.2	99	159	1	2	20	95	7	322
100	350	50	10	950	30	85	27.1	99	159	6	92	12	58	13	580
100	350	50	10	950	45	87	27.9	99	159	1	3	22	103	7	304
100	350	50	10	950	60	86	27.6	99	159	2	23	8	39	5	216

表-12 600℃から塩素ガスを供給した場合の活性炭添加量の影響

鉍石 (バクーマ鉍石 PNC94+153) 鉍石量 = 10g

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100. と揮発量 (元鉍量-残渣量)									
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₂ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂	
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)
100	350	50	7.5	950	60	81	26.0	99	159	0	0	19	90	3	120
100	350	50	10	950	60	86	27.6	99	159	2	23	8	39	5	216
100	350	50	12.5	950	60	87	27.9	99	159	1	3	19	89	8	354
100	350	50	15	950	60	89	28.6	99	159	11	164	22	103	17	773

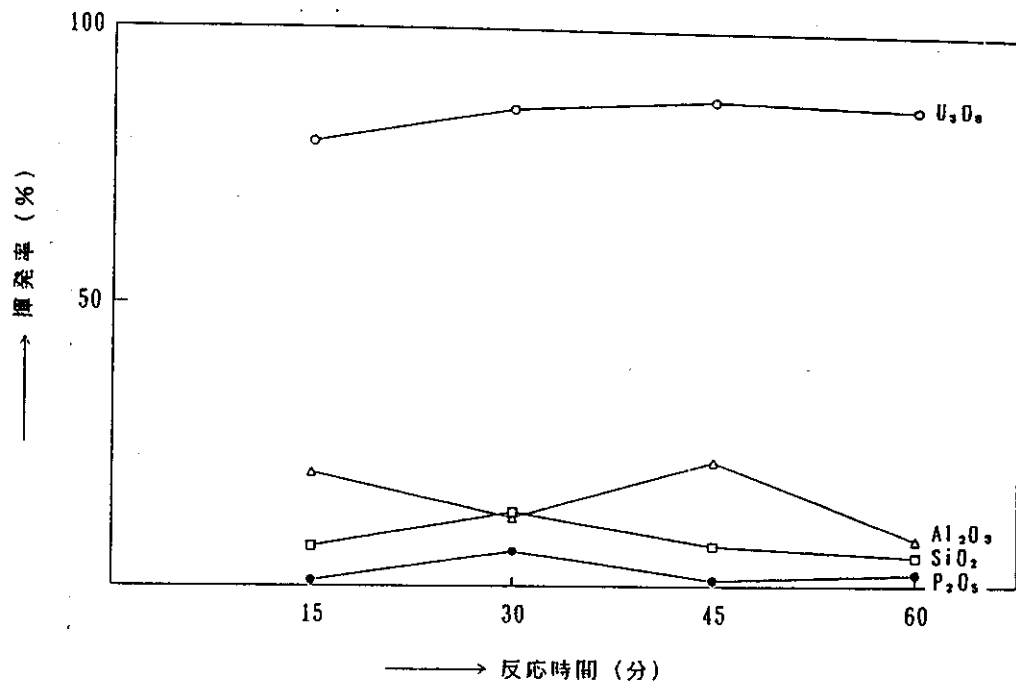


図-15 600℃から塩素ガスを供給した場合の反応時間の影響

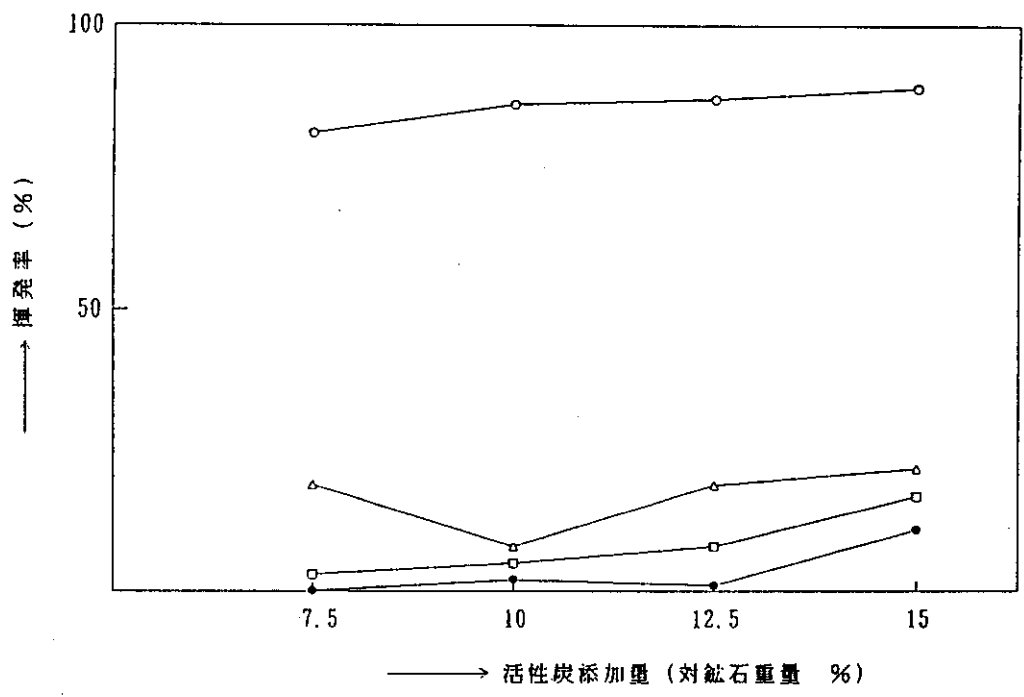


図-16 600℃から塩素ガスを供給した場合の活性炭添加量の影響

表-13 バクーマ鉱スライム浮選原鉱の粒度別品位表

試料	粒径 (μm)	重量 (%)	U_3O_8			$\text{T}\cdot\text{Fe}$			P_2O_5			SiO_2			Al_2O_3		
			品位 (%)	含有量 (mg)	含有量 分布率 (%)	品位 (%)	含有量 (mg)	含有量 分布率 (%)	品位 (%)	含有量 (mg)	含有量 分布率 (%)	品位 (%)	含有量 (mg)	含有量 分布率 (%)	品位 (%)	含有量 (mg)	含有量 分布率 (%)
PNC 148	-250~+44	7.0	0.176	12.3	17.0	1.13	79.1	12.6	11.0	770	7.8	78.5	5495	9.3	2.21	154.7	3.5
	-44~+37	3.7	0.124	4.6	6.4	0.51	18.9	3.0	8.0	296	3.0	74.2	2745	4.7	0.71	26.3	0.6
	-37~+20	72.5	0.069	50.0	69.1	0.57	413.2	66.1	9.9	7178	72.6	58.2	42195	71.6	4.31	3124.8	71.6
	-20~+5	11.6	0.034	3.9	5.4	0.62	71.9	11.5	9.2	1067	10.8	54.1	6276	10.6	5.66	656.6	15.1
	-5	5.2	0.029	1.5	2.1	0.82	42.6	6.8	11.0	572	5.8	42.8	2226	3.8	7.68	399.4	9.2
	合計	100	0.072	72.3	100	0.63	625.7	100	9.88	9883	100	58.9	58937	100	4.36	4362	100
PNC 153	-250~+44	15.6	0.356	55.5	16.8	1.23	192	15.1	17.6	2746	17.2	50.3	7847	15.5	2.17	338	8.5
	-44~+37	10.1	0.325	32.8	9.9	0.89	90	7.1	16.2	1636	10.2	52.8	5333	10.5	2.21	223	5.6
	-37~+20	62.6	0.323	202.2	61.2	1.28	801	62.9	15.9	9953	62.4	50.4	31550	62.5	4.21	2635	66.5
	-20~+5	10.1	0.326	32.9	10.0	1.49	150	11.8	14.4	1454	9.1	50.7	5121	10.1	6.49	655	16.5
	-5	1.6	0.425	6.8	2.1	2.41	39	3.1	11.1	178	1.1	45.3	725	1.4	6.85	110	2.8
	合計	100	0.330	330.2	100	1.27	1272	100	15.97	15967	100	50.6	50576	100	3.96	3961	100

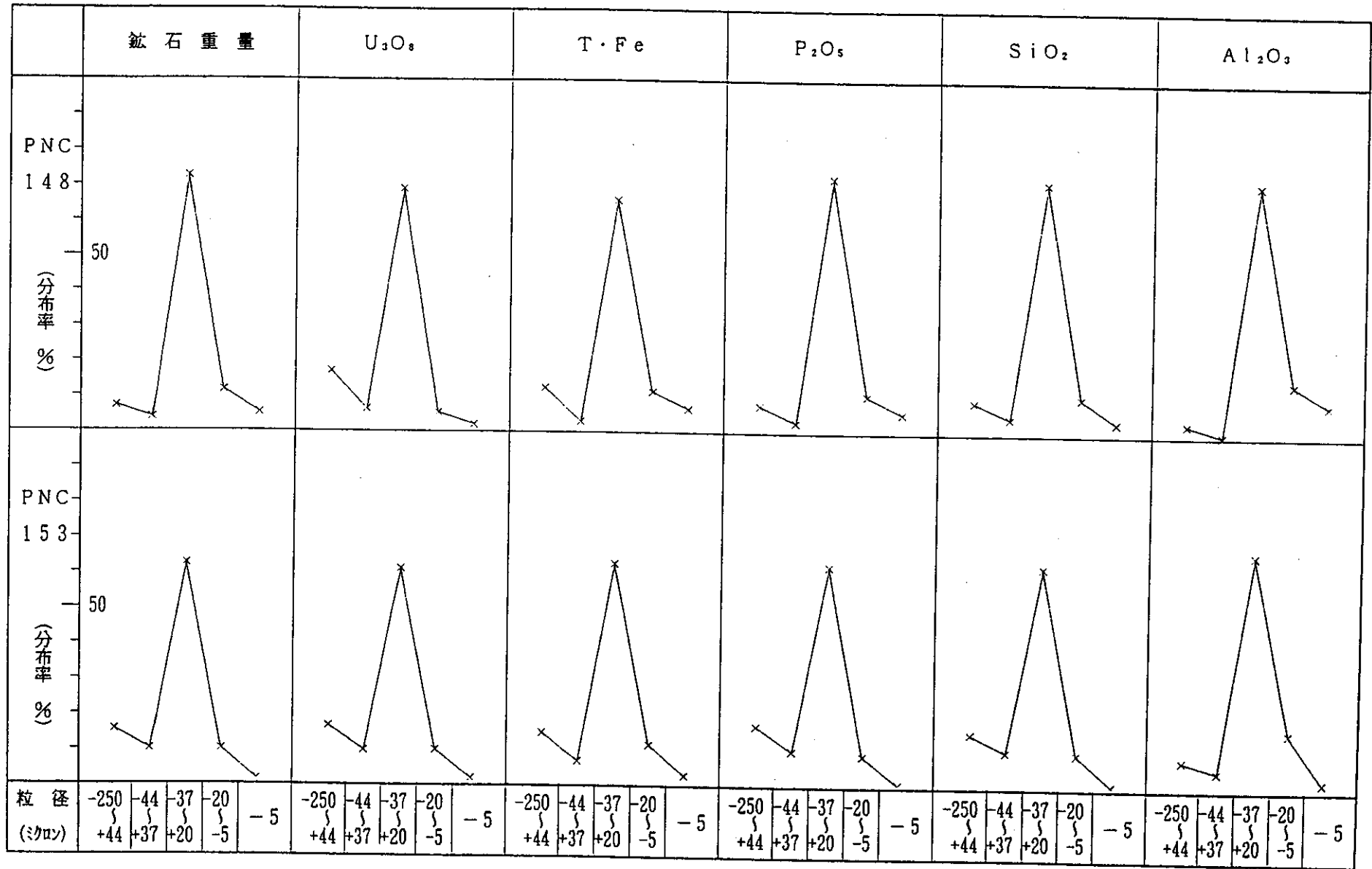


図-17 バクーマ鉍浮選原鉍の粒度別分布率

表-6 ガス流量の影響

鉍石 (バクマ鉍石PNC94+153) 鉍石量=50g

12-2
2.15
2.1
2.1

反 応 条 件						揮 発 率 (元鉍量-残渣量/元鉍量) × 100. と揮発量 (元鉍量-残渣量)											
Cl ₂ (ml/分)	N ₂ (ml/分)	O ₂ (ml/分)	活性炭量 (%)	温 度 (℃)	反応時間 (分)	U ₃ O ₈		T-Fe		P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃		SiO ₂		CaO	
						揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)	揮発率 (%)	揮発量 (mg)
200	200	0	36	950	120	96	153	98	786	98	7059	86	1995	31	7112	0	0
200	190	10	36	950	120	89	142	94	755	93	6719	88	2039	23	5356	3	318
200	170	30	36	950	120	91	145	97	779	94	6782	82	1920	28	6345	0.8	86
200	140	60	36	950	120	84	135	99	796	73	5250	64	1481	36	8306	0	0
200	110	90	36	950	120	69	130	99	796	50	5390	25	1344	30	8202	0	0
200	80	120	36	950	120	73	116	99	799	52	3730	41	946	30	6848	0	0
200	50	150	36	950	120	65	104	96	773	36	2553	27	620	30	6841	0	0