- 22) F. W. E. Strelow : *Anal. Chem.*, **32**, 1185 (1960).
- 23) F. Nelson, T. Murase, K. A. Kraus : *J. Chromatog.*, **13**, 503 (1964).
- 24) F. W. E. Strelow, R. Rethemeyer, C. J. C. Bothma : *Anal. Chem.*, **37**, 106 (1965).
- 25) E. H. Huffman, G. M. Iddings, R. C. Lilly : *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 4474 (1951).
- 26) K. A. Kraus, F. Nelson : *Proc. Intern. Conf. Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva*, **7**, 113 (1956).
- 27) J. Korkisch : "Modern Methods for the Separation of Rare Metal Ions", p. 419 (1969), (Pergamon Press).
- 28) E. M. Larsen, A. M. Gammill : *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 3615 (1950).
- 29) A. K. De, S. K. Majumdar : *Talanta*, **7**, 1 (1960); *Anal. Chem.*, **33**, 297 (1961).
- 30) A. K. De, M. S. Rahaman : *Talanta*, **11**, 601 (1964).
- 31) A. A. Yadav, S. M. Khopkar : *Anal. Chim. Acta*, **45**, 355 (1969).

☆

Extraction of hafnium with tri-*n*-butyl phosphate. Norio ICHINOSE (Department of Chemistry,

Faculty of Liberal Arts, Yamaguchi University, Yoshida, Yamaguchi-shi)

Extraction of hafnium from hydrochloric acid solution by means of tri-*n*-butyl phosphate (TBP) was studied as a function of the concentration of TBP, acid, hafnium, hydrogen ion or chloride ion.

Solutions containing various amounts of acid and from trace to $5.60 \times 10^{-4} M$ of Hf with a tracer of $^{175+181}\text{Hf}$ was shaken for about 30 min. with an equal volume of TBP-benzene solution of the desired concentration. After equilibration, the intensities of γ -ray radioactivity of the aqueous and organic phases were measured for obtaining the distribution ratio of hafnium.

The extraction of Hf with 1 *M* TBP from 7.5~11 *M* hydrochloric acid solution was quantitative ($\log D > 2$) irrespective of the hafnium concentration over the range experimented. By shaking this extract again with 1~3 *M* hydrochloric acid solution, the hafnium was stripped quantitatively out of the organic phase into the aqueous phase.

HfO^{2+} seemed to be the predominant species in the aqueous phase in the presence of $>4 M$ hydrochloric acid, and the extractable species was supposed to be $\text{HfOCl}_2(\text{TBP})_2$.

(Received Aug. 27, 1970)

鉍石中の金の原子吸光分析*

一 瀬 典 夫**

(1970 年 10 月 2 日受理)

溶媒抽出原子吸光分析法による金の定量条件を検討し、鉍石中の金の定量に応用した。

試料 ($\geq 1 \text{ g}$) を王水で分解したのち、1.5 *N* 塩酸溶液からメチルイソブチルケトン (MIBK) を用いて金(III)を抽出し、あらかじめ MIBK で平衡にした 1.5 *N* 塩酸溶液を用いて抽出相を逆洗浄して原子吸光分析した。本法によれば鉍石中に通常含まれる程度の共存元素はほとんど妨害にならず、実際試料についての分析値は従来の乾式試金法による値とよく一致した。分析感度は $0.01 \mu\text{g/ml/1\%}$ (吸光) で、鉍石中の 0.2 ppm 以上の金の定量に応用できる。

1 緒 言

従来、鉍石中の金の分析法は燃焼法が用いられ、JIS M8111 でもこの方法を採用しているが、近時、しだいに

原子吸光法がそれにとって代わりつつある。Simmons¹⁾ は、鉍石を熱シアン化ナトリウムで抽出して金を原子吸光分析した。豊口ら²⁾ は、鉍石を王水で分解し溶液中の金をテルルで共沈させて他の共存元素を分離したのち、ふたたび沈殿を王水に溶解して原子吸光分析している。

これらの結果によれば、原子吸光分析はより高い感度でしかも燃焼法と同程度の正確さで定量可能であるとの結論を得ている。しかし、これらの水溶液からの分析感度

* メチルイソブチルケトンによる金属塩の抽出および定量の研究 (第 16 報)。前報は N. Ichinose : *Z. Anal. Chem.*, in press

** 山口大学教養部化学教室：山口市吉田

はせいぜい $0.15 \mu\text{g/ml}/1\%$ (吸光) 程度が限界である。溶媒抽出法は濃縮効果と有機溶媒効果が加成されるから原子吸光法にとって最も有利な前処理の手段と考えられている。Tindall³⁹⁾ は銅精練工業の過程における各種試料中の金を定量するため、試料を塩酸と硝酸で分解して $3N$ 塩酸溶液から金(III) を MIBK に抽出して有機相を原子吸光装置に噴霧して分析感度を向上させた。Huffman および Thompson ら⁴⁰⁾ は、岩石を熱シアン化ナトリウム、硝酸と塩酸または臭化水素酸で分解したのち、臭化金として MIBK に抽出して原子吸光分析した。しかしながらこれらの報告は、銅精練工業過程における試料または一般岩石を対象とした金の分析指針が記載されているのみで定量条件の検討結果についてはほとんどふれていない。したがって鉍種についての適用範囲が明らかでない。

本研究では、塩酸溶液から金(III) を MIBK で抽出して原子吸光分析する方法について、測定ならびに抽出条件、共存元素の影響とその除去などの基礎的条件を求め、さらに金鉍石試料に応用して既報の結果と比較してみた。本法によれば、少量の分析試料により従来の乾式試金法と同程度の精度で金鉍石中の金の迅速定量が可能である。

2 試薬および装置

2.1 試 薬

金標準溶液 ($1\sim 10 \mu\text{g/ml}$) : 純金板 (和光純薬工業 KK 製 99.99% 以上) を王水で加熱分解し、 1 mg/ml の原溶液を調製する。使用の際、この一部をとり水浴上で蒸発乾固寸前まで静かに加熱したのち、塩酸に溶解する。この加熱、溶解処理を数回くりかえしたのち、塩類を $5N$ 塩酸に加温溶解して金標準溶液とする。

2.2 装 置

振り混ぜ器：イワキ製作所製，KM 式万能シェーカー (240 回/分)。

遠心分離器：国産遠心器 KK 製，H-15A 型 (3,000 rpm)。

原子吸光装置：日立 207 形原子吸光分光光度計に日立記録計 QPD 54 形および日立デジタルリーダー 028 形を取り付けて使用した。光源は日立中空陰極ランプ (分析線： $2428\text{\AA}$)，パーナーは水冷魚尾型予混合パーナー ($0.5 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ スロット)，炎はアセチレン-空気炎を用いた。

3 定量条件の検討

3.1 抽出操作

次のような抽出操作により以下の定量条件を検討した。一定量の金標準溶液を含む塩酸酸性溶液 20 ml を分

液漏斗 (容量 50 ml) にとり、これに MIBK 5 ml を加え 2 分間振り混ぜる。平衡後、水相と分離した有機相を約 2 分間遠心分離器にかけて付着水などを除き、その一部を分析に供する。

3.2 測定条件

波長 $2428\text{\AA}$ ，スリット幅 0.18 mm とし，中空陰極ランプの放電電流およびフレームのガス組成と吸光度との関係を調べ，測定条件を求めた。

3.1 の操作で処理して得た有機相 ($\text{Au}^{3+} : \text{ca. } 2 \text{ ppm}$) を用いてランプ電流と吸光度の関係を調べた結果，電流値が低いほど吸光度は増加するが， 10 mA 以下では同時にノイズが大きくなるのでランプ電流を 15 mA に選定した。

この条件で，空気流量を一定にしてアセチレン流量を変えてフレームのガス組成と吸光度の関係を調べた (Fig. 1)。

Fig. 1 Effect of the flow rate of acetylene on the absorption of gold

$\text{Au}^{3+} : 0.5 \text{ ppm}$ in initial aq. phase; $\text{HCl} : 1.5N$;
Lamp current: 15 mA ; Air flow rate: 11 l/min

空気，アセチレン混合比が増大するにつれて吸光度は高くなり，水溶液の場合⁷⁾と同様の傾向を示した。混合比 5.5 以下ではフレームが黄色を呈し，吸光の指示のふらつきが大きくなる。これより空気-アセチレン流量を $11.0\sim 1.75$ (混合比: 6.29) と定めた。

以上の結果より測定条件を Table I のように定めた。

Table I Working conditions for gold

Wavelength	2428 Å
Lamp current	15 mA
Slit width	0.18 mm
Pressure and flow rate of air	1.8 kg/cm ² , 11 l/min
Pressure and flow rate of acetylene	0.5 kg/cm ² , 1.75 l/min

3.3 抽出条件

著者は、0.5~5*N* 塩酸溶液から同容量の MIBK を用いて抽出すれば $5.13 \times 10^{-5} M$ 以下の金(III)は定量的(抽出率 $\geq 99\%$)に抽出されることを ^{198}Au を用いるトレーサー実験により明らかにした⁸⁾。これに基づいて 1~5*N* 塩酸溶液から 3.1 の操作により抽出したときの吸光度と酸濃度との関係を Fig. 2 の I に示す。

Fig. 2 Effect of hydrochloric acid concentration on the absorption of gold

I: Plot of the absorption of gold vs. concn. of HCl;
 II: The correction plot of I for initial V_o /final V_o ;
 Au^{3+} : 0.5 ppm in initial aq. phase

次に塩酸濃度と平衡後の水相および有機相の容積変化の関係を Table II に示した。

Table II の平衡前後の有機相の容積変化に対して I の各点の吸光度を補正したのが Fig. 2 の II である。

Table II Variation of the volume of aqueous and organic phases after equilibration (Initial V_a : Initial V_o =20:5)

HCl (N)	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
Initial V_o /Final V_o	1.10	1.10	1.12	1.14	1.15	1.22
Final V_a /Final V_o	4.49	4.49	4.62	4.72	4.77	5.10

V_a : The volume of aqueous phase (ml); V_o : The volume of organic phase (ml)

II の関係線においては、吸光度は酸濃度に対してはっきりした依存性を示さないことから Fig. 2 の I における酸濃度の増加による見かけの吸光度の増大は MIBK の容積変化によるものと考えられる。くりかえし抽出測定によっても、3.1 の 1 回の抽出操作で 1~5*N* 塩酸溶液から金(III)は 99% 以上の抽出率で抽出され、放射能実験の結果⁹⁾と一致することが確認された。

StreLOW ら⁹⁾は、シアン化物溶液中の金を 3*N* 塩酸溶液から MIBK に抽出して原子吸光分析しているが、著者の結果では 3*N* 以上の塩酸溶液においては、から試験値が増大 (2~3% 吸光) し、かつ吸収の指示にふたつきを生じ再現精度がよくなかった。一方、後藤らの報告^{10)~13)}によれば、塩酸-MIBK 系から抽出される金属イオンは、金(III)、タリウム(III)などを除いて一般に高濃度の酸性領域で抽出される傾向があるので、本法では共存元素からの分離も考慮して、から試験値がほとんど認められず、吸収の指示が安定した 1.5*N* 付近の塩酸溶液より抽出することにした。

抽出時の水相の容量 20 ml を ± 3 ml 程度変動させても金の吸光度値にほとんど影響は認められなかった。

3.4 検量線

1.5*N* 塩酸溶液 20 ml を 3.1 の操作で抽出して求めた検量線 I と 0.5*N* 塩酸溶液を直接噴霧して求めた検量線 II を Fig. 3 に示した。

Fig. 3 Working curves

I: MIBK extraction; II: 0.5*N* HCl aq. soln.

これらの検量線はそれぞれの濃度につき 11 回ずつくりかえし実験した結果の平均値をプロットしたもので、各点に測定値の標準偏差を線分で示し、その変動係数を数値で示した。I の II に対する感度比は 15.5 であり、抽出による濃縮効果を除いても約 3.5 倍の感度向上を示した。

3.5 他の酸の影響

放射能実験の結果⁸⁾によれば、1~5*N* 塩酸に硝酸、硫酸または過塩素酸の 1~3*N* 程度の添加は金の抽出率に影響を与えない。そこで 1.5*N* 塩酸に 3*N* 以下の硝酸、硫酸、過塩素酸またはリン酸を添加した各種混酸溶液 20 ml から抽出して金の原子吸光に及ぼす各酸の影響を検討した。

Fig. 4 Effect of different acids on the absorption of gold

I : 1.5*N* HCl+H₂SO₄; II : 1.5*N* HCl+H₃PO₄;
III : 1.5*N* HCl+HNO₃; IV : 1.5*N* HCl+HClO₄;
Au³⁺: 0.5 ppm in initial aq. phase

Fig. 4 に示したように硝酸または過塩素酸の存在は吸光度値に著しい影響がみられた。硝酸は少量存在しても吸収の指示にふらつきを与える。過塩素酸は噴霧量を減少させる。

3.6 共存元素の影響

各種鉍石成分中問題になると思われる元素²⁾ならびに MIBK 相にイオン会合体として抽出される金属元素^{10)~13)}を対象としてその影響を調べた結果を Table III に示した。

10 mg の共存量において Co²⁺, Fe³⁺, Pd²⁺, Pt⁴⁺, Se⁴⁺, Te⁴⁺, Tl³⁺ および V⁵⁺ が多少の干渉を示した。そこで ±3% 以上の誤差を与える金属元素について、

MIBK であらかじめ平衡にした 1.5*N* 塩酸溶液の 7 および 3 ml を用いてそれぞれ抽出相を 1 分間洗浄して測定してみた。この場合の金の分析結果を () 中に示したが、上記の逆洗浄を行なえば Pt⁴⁺, Tl³⁺ などを除く他の元素についてはほとんどその影響を除くことができた。Pt⁴⁺ および Tl³⁺ は鉍石試料についてはほとんど問題にならず、特に Tl³⁺ は王水で加熱すると Tl⁺ に熱還元を受けるので本法の場合無視してよい。Fe³⁺ が 500 mg 共存すると抽出相を逆洗浄しても金の回収率

Table III Effect of diverse ions on the determination of gold

Ion	Present (mg)	Au found (μg)	Recovery (%)
None	—	10 (10.1)	100 (101)
Ag ⁺ a)	10	9.8	98
Al ³⁺	{ 10 20	9.9 10.1	99 101
As ⁵⁺ b)	10	10.0	100
Ba ²⁺	{ 10 20	10.0 10.3 (9.9)	100 103 (99)
Bi ³⁺	10	9.9	99
Ca ²⁺	{ 10 20	10.2 10.0	102 100
Cd ²⁺	10	9.8	98
Co ²⁺	10	10.5 (10.0)	105 (100)
Cr ⁶⁺ c)	10	10.2	102
Cu ²⁺	{ 10 100 500	10.2 10.0 13.0 (10.0)	102 100 130 (100)
Fe ³⁺	{ 10 100 500	10.8 (10.3) 10.4 (10.0) 8.6 (8.7)	108 (103) 104 (100) 86 (87)
Ga ³⁺	10	9.9	99
Ge ⁴⁺	10	10.1	101
Hg ²⁺	10	9.9	99
In ³⁺	10	10.2	102
Mg ²⁺	{ 10 20	10.0 10.3 (9.9)	100 103 (99)
Mn ²⁺	10	9.9	99
Mo ⁶⁺ d)	10	10.2	102
Ni ²⁺	10	10.0	100
Pb ²⁺ a)	{ 10 200	10.2 10.2	102 102
Pd ²⁺	10	9.7 (10.0)	97 (100)
Pt ⁴⁺	10	9.6 (9.2)	96 (92)
Sb ⁵⁺	10	10.2	102
Se ⁴⁺	10	10.6 (10.2)	106 (102)
Sn ⁴⁺	10	9.8	98
Te ⁴⁺	10	12.1 (10.3)	121 (103)
Tl ³⁺	10	10.8 (10.8)	108 (108)
Tl ⁺	10	10.0	100
V ⁵⁺ d)	10	10.3 (10.1)	103 (101)
W ⁶⁺ b)	10	9.9	99
Zn ²⁺	{ 10 300	9.9 10.2	99 102

Au³⁺: 10 μg; HCl: 1.5*N*; Elements added: a) Chloride excepting nitrate, b) Sodium salt, c) Potassium salt, d) Ammonium; The numerical values were given in parentheses when the extract was washed successively for about one minute with 7 and 3 ml portions of 1.5*N* hydrochloric acid solution equilibrated with MIBK before use.

に負の誤差を生ずるのは、MIBK 相が Fe^{3+} で飽和され金(III) の抽出が妨害されることによるものと思われる。

3・7 試料分解法

豊口²⁾の方法に準じて試料を王水で分解したのち、分離したケイ酸は汙過して除くことにした。試料がケイ酸塩の場合は簡単に分解され、フッ化水素酸処理しなくても金の定量値は乾式試金法の値とよく一致した。3・5において少量の硝酸が存在しても金の原子吸光に著しい干渉が認められたので、王水分解後の試料溶液を水浴上で乾固寸前まで加熱したのち、塩酸を加えながら同様の加熱処理を数回くりかえして硝酸を除くことにした。この際、完全に乾固させると金が1価に熱還元されるので注意が必要である。

4 分析方法および結果

4・1 分析操作

微粉試料(100メッシュ以下) 0.1~1.0gをビーカー(容量100ml)に正しくはかりとり、王水10~20mlを加えて時計ざらでおおひながら約1時間熱板上で静かに加熱分解する。時計ざらを除いて水浴上で乾固寸前まで加熱したのち、希塩酸10~20mlを加え塩類を加温溶解する。生成したケイ酸の沈殿を汙過(東洋汙紙 No. 5B, 9cm)して除き、引き続き水浴上で乾固寸前まで加熱したのち、残さに少量の塩酸を加えながら同様の加熱処理を数回くりかえし、1.5N 塩酸5mlに加熱溶解する。溶液を1.5N 塩酸を用いて分液漏斗(容量50ml)に洗い移すとともに液量を約20mlとする(塩酸:1.5N)。これにMIBK 5mlを加えて2分間振り混ぜる。MIBK であらかじめ平衡にした1.5N 塩酸溶液の7および3mlを用いてそれぞれ抽出相を1分間逆洗浄したのち、有機相を約2分間遠心分離器にかけて附着水などを除き、その一部を原子吸光分析に供試する。金標準溶液を用いて作成した検量線より試料中の金含有率を決定する。

検量線は分析のつど作成するのが望ましい。

4・2 分析結果

各種の金鉱石試料を4・1の操作に従って分析した結果をTable IV, Vに示した。Table IVは既知量の金(III)を添加して定量した結果であるが、再現性もよく満足な結果が得られた。Table Vは本法とJIS法によって得た分析値の比較例であるが、両者の値はかなりよく一致している。

Table IV Results of analysis

Sample (g)	An added (μg)	Au found (μg)	Au in the sample (ppm)
Gold ore A	1.00	—	3.8
	"	2.0	6.1
	"	4.0	8.1
	"	6.0	10.0
	"	8.0	12.0
Gold ore B	1.00	—	7.6
	"	2.0	9.5
	"	4.0	11.4
	"	6.0	13.3
	"	8.0	15.2
Gold ore C	1.00	—	13.5
	"	2.0	15.7
	"	4.0	17.1

Table V Results of analysis

Sample	Proposed method		Fire assay (ppm)	Difference (ppm)
	Sample taken (g)	Au found (ppm)		
Gold ore A	1.00	3.8	3.5	+0.3
" B	"	7.6	7.9	-0.3
" C	"	13.5	13.6	-0.1
" D	0.10	56.8	59.2	-2.4
" E	1.00	14.1	14.2	-0.1
" F	"	5.0	4.9	-0.1
" G	"	1.3	1.3	± 0.0
" H	"	0.8	0.6	+0.2
Copper concentrate	"	4.5	4.0	+0.5
Zinc concentrate	"	1.2	1.3	-0.1
Lead concentrate	"	8.4	8.3	+0.1

金(III) 10 ppm を含む合成試料1gにつき11回のくりかえし実験を行なった場合の分析精度は標準偏差率として約3%で、乾式試金法と同程度²⁾の精度を示した。

5 結 言

本法は水溶液からの原子吸光分析に比べて約16倍の感度向上を示した。MIBK 相に金(III)とともに一部抽出される鉄(III)、テルルその他若干の金属イオンによる干渉は、あらかじめMIBK で平衡にした希塩酸で抽出相を逆洗浄することにより取り除くことができた。

本法によれば、従来の原子吸光法²⁾より少ない分析試料で金鉱石中の0.2 ppm以上の金の迅速定量が可能である。

終わりに、この研究を行なうにあたり終始ご指導賜りました富山大学の後藤秀弘先生ならびに東北大学金属材料研究所の柿田八千代先生に深謝します。また分析試料をご提供くださいました山口大学地学教室の村上允英、渋谷五郎両先生および同和鉱業株式会社小坂鉱業所分析室長菅原 弘氏にお礼申し上げます。

(1970年4月3日、日本化学会)
(第23年会において一部講演)

文 献

- 1) E. C. Simmons : *Atomic Absorption Newsletter*, **4**, 281 (1965).
- 2) 豊口徹郎, 清水博司: 本誌, **16**, 565 (1967).
- 3) F. M. Tindall : *Atomic Absorption Newsletter*, **4**, 339 (1969).
- 4) F. M. Tindall : *ibid.*, **5**, 140 (1966).
- 5) C. Huffman, Jr., J. D. Mensik, L. B. Riley : *U. S. Geol. Surv. Circ.*, No. 544, 6 (1967).
- 6) C. E. Thompson, H. M. Nakagawa, G. H. VanSickle : *U. S. Geol. Surv.*, Prof. Pap. No. 600 B, B130 (1968).
- 7) 平井淳子, 長谷川敬彦, 富田章一郎, 柏木 力: 名古屋大学環境医学研究所年報, **XX**, p. 232.
- 8) N. Ichinose : *Talanta*, (in press) (1970).
- 9) F. W. E. Strelow, E. C. Feast, P. M. Mathews, C. J. C. Bothma, C. R. Van Zyl : *Anal. Chem.*, **38**, 115 (1966).
- 10) 後藤秀弘, 柿田八千代, 古川 洸: 日化, **79**, 1513 (1958).
- 11) 後藤秀弘, 柿田八千代: 同上, **79**, 1520 (1958).
- 12) 後藤秀弘, 柿田八千代, 一瀬典夫: 同上, **87**, 962 (1966).
- 13) 後藤秀弘, 柿田八千代, 一瀬典夫: 同上, **88**, 638 (1967).

☆

Atomic absorption spectrophotometric determination of gold in ores. (Studies on the extraction and determination of metal salts with methyl isobutyl ketone. XVI.) Norio ICHINOSE (Department of Chemistry, Faculty of Liberal Arts, Yamaguchi University, Yoshida, Yamaguchi-shi)

A sensitive and rapid method for the determination of gold in ores by atomic absorption spectrometry was investigated.

A sample (≤ 1 g) was decomposed with aqua regia. Silica was removed by filtration. The filtrate was converted to about a 20 ml of 1.5 N HCl solution, and was shaken with 5 ml of methyl isobutyl ketone (MIBK). The MIBK extract was washed successively with 7 and 3 ml portions of 1.5 N hydrochloric acid equilibrated with MIBK before use, and was introduced into air-acetylene flame and the absorption readings were taken at 2428 Å.

The proposed method was applied to the determination of gold above 0.2 ppm in ores. The results obtained for various practical samples agreed well with those by the classical fire assay method requiring a large amount sample in one analysis. The other constituents usually contained in ores did not interfere. The sensitivity and the limit of detection of this method were, respectively, 0.01 $\mu\text{g/ml}/1\%$ and 0.01 $\mu\text{g/ml}$.

(Received Oct. 2, 1970)

殺菌剤 S-ベンジル O-n-ブチル S-エチルホスホロジチオレート の比色定量および他の有機リン剤の分析*

村 野 敦, 長瀬 正之**

(1970 年 9 月 25 日受理)

殺菌剤 S-ベンジル O-n-ブチル S-エチルホスホロジチオレート (コーネン®) の定量法として, 薄層クロマトグラフィー (TLC) で不純物と分離し, メタノールで抽出し, 過塩素酸と硝酸で分解したのち, パナドモリブデン酸アンモニウムで発色させて波長 420 m μ で比色定量する方法を検討し, その誤差要因を明らかにして操作条件を設定し, 正確に精度よく分析できる方法を確認した。また, 本法の分解方法によって, 他の 10 種の有機リン剤が定量的に分解され, そのうち二, 三については前処理に TLC を用いて正確に分析できた。本法はリン剤の標準品を必要とせず, 多くのリン剤に適用できる普適的な方法である。

* 農薬および関連化合物の分析に関する研究 (第 6 報)。前報は村野 敦, 長瀬正之, 山根節夫: 本誌, **20**, 565 (1971)

** 住友化学工業(株)大阪製造所: 大阪市此花区春日出町