

〔原著〕 松本歯学 12 : 202~210, 1986

key words : 歯科用合金 — 定量分析 — ICP

高周波誘導結合型プラズマ発光分析法による 歯科用合金組成の定量分析の研究

洞沢功子, 中田幸一, 伊藤充雄, 高橋重雄

松本歯科大学 歯科理工学教室 (主任 高橋重雄 教授)

Quantitative Analysis of the Composition of Dental Alloys by Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry

NORIKO HORASAWA, KOUICHI NAKATA, MICHIO ITO and SHIGEO TAKAHASHI

Department of Dental Technology, Matsumoto Dental College.

(Chief. Prof. S. Takahashi)

Summary

Quantitative analysis of the composition of dental alloys was attempted by means of inductively coupled plasma emission spectrometry. Small amounts of the alloys were sampled as specimens, which weighed 2, 4, 8, 16, 32, 64, 120 and 240 mg. Each specimen was dissolved in nitric acid or aqua regia solution. The specimens examined were 20 carat gold alloy, 12 percent content gold-palladium-silver-copper system alloy, indium-silver system alloy, chromium-nickel system alloy, and chromium-cobalt system alloy.

Results are as follows

1. In the solutions, in which more than 64mg of the alloys were dissolved, the total weight of detectable elements was equal to the original weight of the specimen, while in the solutions dissolving less than 32mg of the alloys, it was less than the original weight.
2. In the solutions dissolving more than 8mg of the alloys, the content of each element calculated from the detected values was the same with that obtained in the solution dissolving more 64mg of the specimen. It is concluded that more than 64mg of samples was necessitated to obtain the same accuracy for infinitesimal elements of the alloys.

緒 言

高周波誘導結合型プラズマ発光分析法 (以下 ICP と略記) は, 化学干渉及び, イオン化干渉が

ほとんどなく, ppb (part per billion) レベルまでの分析が可能であり, 検量線の直線領域が広く多元素の同時分析ができる特長がある。したがって, 単一元素の検出を繰り返し行なう原子吸光分析法に代わって, その迅速性は鉄鋼¹⁾, 岩石²⁾, 海水³⁾, 生体⁴⁾, 水質⁵⁾, 油⁶⁾ など多方面での分析に利用され始めている。

本論文の要旨は第7回日本歯科理工学会 (昭和61年4月2日) および第22回松本歯科大学学会 (昭和61年6月21日) において発表した。(1986年7月16日受理)

本報は, ICP 法の歯科用合金の組成分析に対す

る応用を検討した。歯科用合金の組成は、その加工性⁷⁻⁹⁾、耐食性^{10,11)}と深い関わりがあり、また、修復物の微小部分の組成を正確に知ることは、臨床的な変化を解明する大きな意味がある。このような見地から、簡便な操作によって、微量な試料重量でかつ正確な定量分析方法の確立は、今後の研究の進展に寄与できるものと考えここに報告する。

材 料

分析に用いた歯科用合金は、20カラット金合金、12%金銀パラジウム合金、銀-インジウム系銀合金、ニッケル-クロム合金、コバルト-クロム合金の5種類である。20カラット金合金と銀合金は、鑄造体の押湯の部分より分析試料を採取した。また、12%金銀パラジウム合金、ニッケル-クロム合金とコバルト-クロム合金は、溶融使用前のインゴットより試料を採取した。

方 法

1. 試料の採取方法

試料は粉末にして溶解した。20カラット金合金、銀合金は、平ヤスリを使用して合金粉末を作製した。また、ニッケル-クロム合金、コバルト-クロム合金は、タングステンカーバイトドリルにて切削し、その切削粉末を使用した。それぞれの合金粉末は、化学天秤で2, 4, 8, 16, 32, 64, 120, 240 mgに秤量し、各5試料づつ用意した。

2. 合金試料の溶解方法

20カラット金合金粉末は、濃硝酸を加えホット

プレート上(約150℃)で加熱し、Ag, Cuを溶解した。不溶性のAuは、ガラスフィルターを用い吸引濾過し、希硝酸、蒸留水の順で洗浄した。濾液は、100 mlのメスフラスコに入れ、蒸留水にて希釈した。残渣は熱王水にて溶解した後、濾液と同様に100 mlに調製した。

12%金銀パラジウムの合金の粉末は、20カラット金合金と同じ手順で溶解を行った。

銀合金粉末には、熱濃硝酸を作用させて溶解した。

ニッケル-クロム合金粉末は、初めに濃塩酸を加えホットプレート上(約150℃)で加熱し、続いて濃硝酸を加えさらに加熱した。この操作を繰り返すことにより溶解を完了させた。

コバルト-クロム合金粉末は、ニッケル-クロム合金粉末と同様な方法にて、溶解操作を行なった。

3. ICPによる測定

各試料溶液は、溶解濃度を320 ppmとして、ICP装置(島津製作所製 ICPV-1012, オートサンプラー, QC-5 付属)の検出元素強度分析値より、合金の含有元素を定性分析した。検量線を作成するための標準試料溶液は、原子吸光分析用標準試薬を混合し、検出する元素の標準試料溶液を調製した。ICP分析装置は、検量線の直線領域が広いいため、4点取ることによって検量線を作製した¹²⁾。主成分元素は、200, 100, 50, 0 ppmの4点を取り、微量成分元素は、20, 10, 5, 0 ppmの4点とした。定量分析操作条件は、Table 1に示した。溶解した試料重量別に5個の溶液を作製し、それぞれについて、5回の連続分析を行なった。各重量別の組成は、1試料溶液について5回の連続分析した結果の平均値をさらに、同一重量溶解した5試料溶液の平均値として算出した。また、各重量別の5試料溶液の結果より、相対標準偏差(以下RSDと略記)を算出した。

4. 合金組成の算出

各合金の元素含有率は、溶解した試料の重量を100として、分析結果より算出した。また一方、ICPの検出元素総量を100としての、元素含有率も算出した。そして、両方の元素含有率を比較した。

結 果

1. 20カラット金合金の分析結果

Table 1: Instrumental operating conditions of inductively coupled plasma (Simadzu ICPV-1012)

Grating	2160 groove/mm
Slite	30~50 μ
Frequency	27.12 MHz
Power	1.2 KW
Coolant argon	15 l /min
Plasma argon	1.5 l /min
Carrier argon	1.0 l /min
Sample nebulized	2.6 $m\ell$ /min
Solvent rinse	60S
Sample rinse	60S
Observed height	15 mm
Integration time	20S

組成分析結果は、Table 2 と Fig 1, 2, 3 である。Table 2 は、ICP の検出元素総量を100として算出した元素含有率の平均を、各試料重量別に示した。下段の数字はRSDである。また Fig 1, 2, 3 は、Cu, Au, Ag の元素別に、溶解した試料重量ごとの元素含有率を、棒グラフに表わした。斜線の棒は表の中の元素含有率を示し、格子の棒は溶解した試料重量を100として算出した元素含有率を示す。

20カラット金合金の組成は、Au 84.4%、Cu 9.5%、Ag 5.8%で、残り0.3%がPtであった。溶解した試料重量から求めた元素含有率は、Au, Cu, Ag で溶解した試料重量が64 mg 以上で一定となった。また、ICP の検出元素総量から求めた元素含有率は、Au, Cu, Ag とともに溶解した試料重量の大小にかかわらず、ほぼ一定となったが、Pt は一定値とならなかった。

RSD は、Au, Cu, Ag についてみると、溶解した試料重量を100として求めた元素含有率の方が、検出元素総量を100として求めた元素含有率のRSDより大きかった。また、溶解した試料重量が大きいほど、RSDは小さくなる傾向がある。検出元素総量を100として求めたAu, Cuの元素含有率のRSDは、溶解した試料重量が8 mg, 16 mg において2%であるのに対して、Agは8 mgで22.2%、16 mgで26.2%、さらにPtは8 mgで133.3%、16 mgで25.0%とかなり大きかった。

2. 金銀パラジウム合金の分析結果

Table 3 と Fig 4, 5, 6, 7, 8 に分析結果を示す。12%金銀パラジウム合金は、Ag 50.5%、Pd 21.2%、Cu 14.2%、Au 12.2%、Zn 1.9%の組成であった。溶解した試料重量を100として求めた元素含有率は、Ag, Pd, Cu, Au, Zn とともに、試料重量が小さいほど小さく、120 mg 以上で一定と

Table 2. Analytical Composition of Au Alloys(%)

	8	16	32	64	120	240
Au	ave 83.0 RSD (2.0)	ave 83.7 RSD (1.7)	ave 83.6 RSD (0.6)	ave 84.3 RSD (0.4)	ave 84.4 RSD (0.05)	ave 84.1 RSD (0.08)
Cu	ave 9.6 RSD (2.1)	ave 9.4 RSD (3.2)	ave 9.5 RSD (3.2)	ave 9.2 RSD (2.2)	ave 9.5 RSD (0)	ave 9.7 RSD (1.0)
Ag	ave 7.2 RSD (22.2)	ave 6.1 RSD (26.2)	ave 5.9 RSD (11.9)	ave 6.0 RSD (6.7)	ave 5.8 RSD (5.2)	ave 6.1 RSD (0)
Pt	ave 0.3 RSD (133.3)	ave 0.8 RSD (25.0)	ave 0.9 RSD (11.9)	ave 0.5 RSD (6.7)	ave 0.3 RSD (5.2)	ave 0.1 RSD (0)

なった。また、検出元素総量を100として求めた元素含有率は、含有される5元素いずれについても、

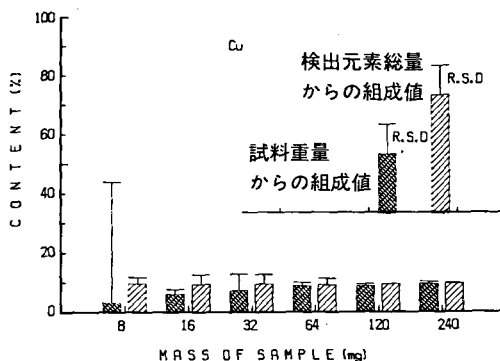


Fig. 1. Contents of copper in 20 carat gold alloy: Latticed rods show analyzed values calculated from weighed mass of specimens, and obliquelined rods show the content calculated from total quantities of detectable contents. T marks indicate relative standard deviations.

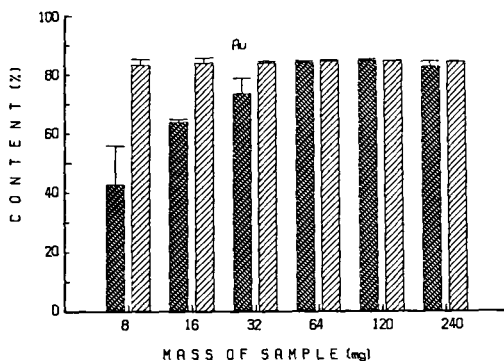


Fig. 2. Contents of gold in 20 carat gold alloy

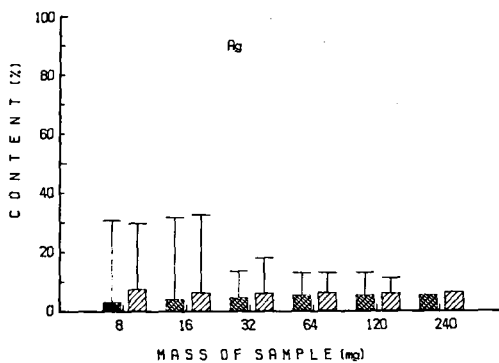


Fig. 3. Contents of silver in 20 carat gold alloy

Table 3. Analytical Composition of Au-Ag-Pd Alloys(%)

		8	16	32	64	120	240
Ag	ave	49.9	49.9	50.6	49.2	50.5	50.2
	RSD	(0.8)	(0.8)	(0.2)	(0.6)	(0.2)	(0)
Pd	ave	21.1	21.1	21.3	20.8	21.2	21.1
	RSD	(1.4)	(1.4)	(0)	(0.3)	(0.9)	(0.5)
Cu	ave	14.8	14.8	14.8	13.9	14.2	14.3
	RSD	(1.4)	(1.4)	(0.5)	(0)	(0.7)	(0.5)
Au	ave	12.4	11.8	11.5	14.1	12.2	12.3
	RSD	(3.2)	(7.6)	(0)	(2.1)	(2.5)	(1.6)
Zn	ave	1.7	1.7	1.9	1.9	1.9	2.0
	RSD	(5.9)	(5.9)	(0)	(0)	(0)	(0)

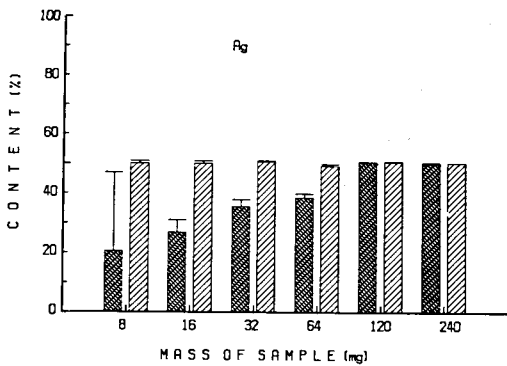


Fig. 4. Contents of silver in 12 percent content gold-palladium-silver system alloy: Latticed rods show analyzed values calculated from weighed mass of specimens, and obliquelined rods detectable contents. T marks indicate relative standard deviations.

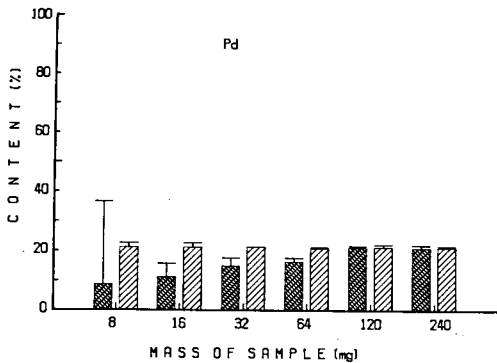


Fig. 5. Contents of palladium in 12 percent content gold-palladium-silver system alloy

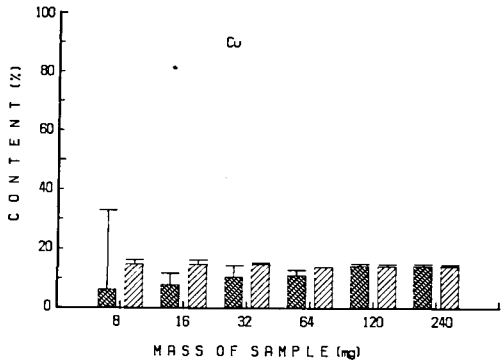


Fig. 6. Contents of copper in 12 percent content gold-palladium-silver system alloy

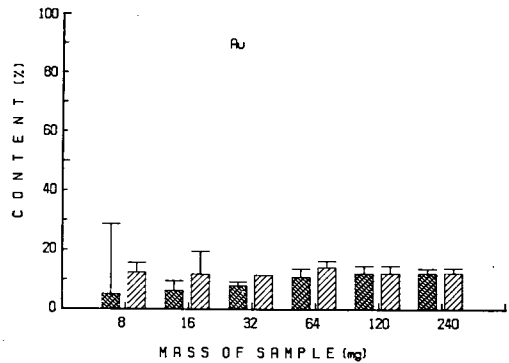


Fig. 7. Contents of gold in 12 percent content gold-palladium-silver system alloy

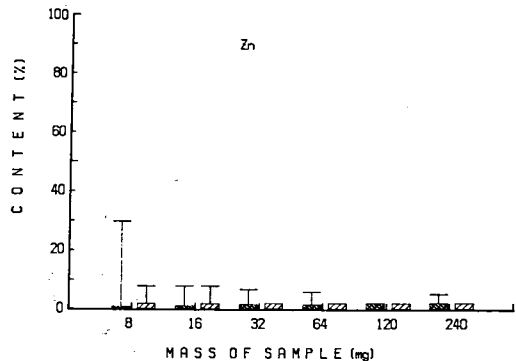


Fig. 8. Contents of zinc in 12 percent content gold-palladium-silver system alloy

溶解した試料重量の大小に関係なく、ほぼ一定値を示した。

RSDは、溶解した試料重量を100として求めた元素含有率が、検出元素総量を100として求めた元素含有率のそれよりも、大きいことが認められた。

さらに、溶解した試料重量が大きくなるに従って、RSDは小さくなる傾向がある。しかし、検出元素総量から求めた元素含有率のRSDにおいて、8 mg, 16 mgでAg 0.8%, Pd 1.4%, Cu 1.4%であるのに対し、Auは8 mgで3.2%, 16 mgで7.6%, Znは8 mgで5.9%, 16 mgで5.9%と大きかった。32 mg以上の溶解した試料重量では、5元素とも1%以下の値であった。

3. 銀合金の分析結果

組成分析結果をTable 4と、Fig 9, 10, 11に示す。分析した銀合金の組成は、Ag 70.9%, In 22.7%, Zn 5.7%, Pd 0.5%, Cu 0.1%であった。グラフより、溶解した試料重量を100として求めた

Table 4. Analytical Composition of Ag Alloys(%)

	8	16	32	64	120	240
Co ave	65.2	65.7	65.5	65.0	65.3	65.4
RSD	(0.6)	(0.3)	(15.2)	(0.09)	(0.09)	(0.1)
Cr ave	27.7	27.2	27.4	27.7	27.6	28.0
RSD	(0.7)	(0.7)	(0.7)	(0.2)	(0.4)	(0)
Mo ave	5.9	5.9	5.7	5.6	5.5	5.5
RSD	(1.0)	(1.0)	(1.1)	(0)	(1.0)	(1.3)
Mn ave	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0
RSD	(7.5)	(12.5)	(0)	(0)	(0)	(0)
Fe ave	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2
RSD	(15.0)	(15.0)	(20.0)	(0)	(0)	(0)
W ave	-	-	-	0.4	0.3	-
RSD	-	-	-	(15.0)	(66.7)	-

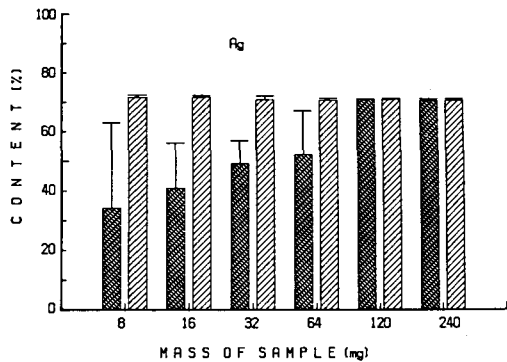


Fig. 9. Contents of silver in indium-silver system alloy: Latticed rods show analyzed values calculated from weighed mass of specimens, and obliquelined rods detectable contents. T marks indicate relative standard deviations

元素含有率は、64 mg以下で溶解した試料重量が小さいほど小さく、120 mg以上で一定となった。また、検出元素総量を100として求めた元素含有率は、Ag, In, Zn, Pd, Cuともに、溶解した試料重量の大小に関係なく一定であった。しかし、Pdは8 mg, 16 mgにおいては定量されなかった。

RSDは、Ag, In, Znいずれも溶解した試料重量を100として求めた元素含有率のそれよりも、かなり大きかった。さらに、溶解した試料重量が大きいくほど、RSDが小さい傾向があり、このことは、Pd, Cuについても同様であった。また、Table 4の検出元素総量を100として求めた元素含有率のRSDで、Agは溶解した試料重量が8 mgでも、0.8%, Inも8 mgで1.3%であったのに比較すると、Cuは8 mgで33.3%と大きかった。8 mg, 16 mgで定量されなかったPdは、32 mgで50.0%であった。

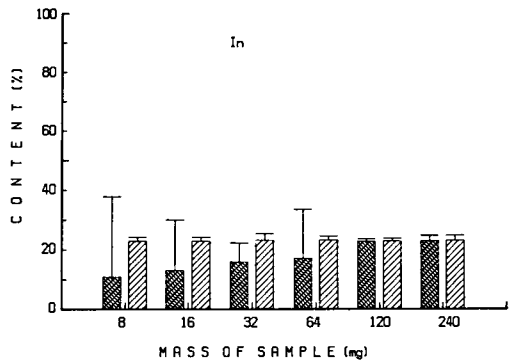


Fig. 10. Contents of indium in indium-silver system alloy

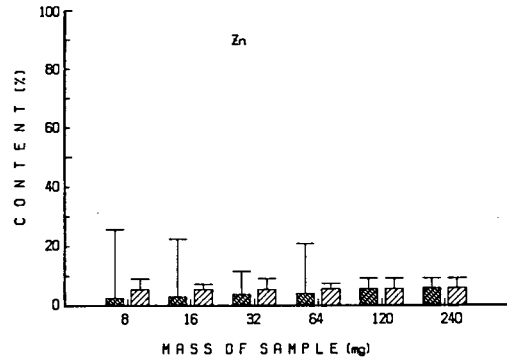


Fig. 11. Contents of zinc in indium-silver system alloy

4. ニッケルクロム合金の分析結果

組成分析結果は、Table 5 と Fig 12, 13, 14である。ニッケルクロム合金の組成は、Ni 87.1%、Cr 6.8%、Cu 4.9%、Sn 1.3%であった。Fig 12よりNiにおいては、溶解した試料重量を100として求めた元素含有率は、溶解した試料重量が120 mgで一定となったが、Cr、Cuの元素含有率は64 mg以上で一定となった。また、検出元素総量を100として求めた元素含有率は、Ni、Cr、Cuいずれも、溶解した試料重量の大小に関係なく一定となった。Snは、2 mgでは定量されなかったが、4 mg以上ではほぼ一定値となった。

Ni、Cr、Cuにおいて、溶解した試料重量を100として求めた元素含有率のRSDは、検出元素総量を100として求めた元素含有率のRSDよりも、かなり大きかった。また、溶解した試料重量が大

きくなるほど、RSDが小さくなる傾向がある。Snは、この傾向がみられなかった。検出元素総量を100として求めた含有率のRSDは、Ni、Cr、Cuで溶解した試料重量が4 mg以上で、1%以下であった。Niは、2 mgでも0.3%であった。

Table 5. Analytical Composition of Ni-Cr Alloys(%)

	2	4	8	16	32	64	120	240
Ni ave	86.5	86.2	86.7	86.2	86.7	86.6	87.3	87.1
RSD	(0.3)	(0.2)	(0.7)	(0.3)	(0.5)	(0.08)	(0.2)	(0.1)
Cr ave	7.7	7.2	7.1	7.1	7.1	7.0	6.7	6.8
RSD	(2.6)	(0)	(1.1)	(0)	(0.6)	(0.6)	(0.4)	(0.6)
Cu ave	5.8	5.3	5.3	5.2	5.2	5.1	4.8	4.9
RSD	(3.4)	(0.9)	(1.5)	(1.0)	(0.8)	(0)	(0.7)	(0.8)
Sn ave	-	1.3	1.2	1.3	1.0	1.2	1.5	1.3
RSD	-	(5.4)	(33.3)	(5.4)	(40.0)	(6.7)	(3.3)	(3.1)

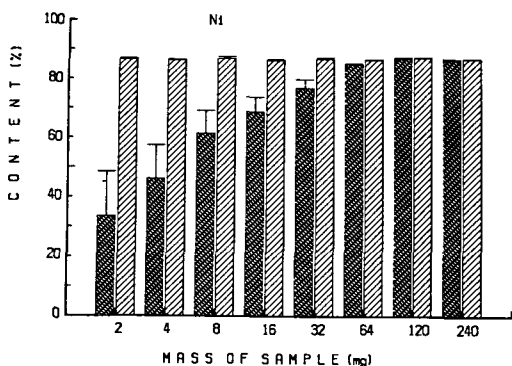


Fig. 12. Contents of nickel in chromium-nickel system alloy:

Latticed rods show analyzed values calculated from weighed mass of specimens, and obliquelined rods show the content calculated from total qualities of detectable content.

T marks indicate relative standard deviations.

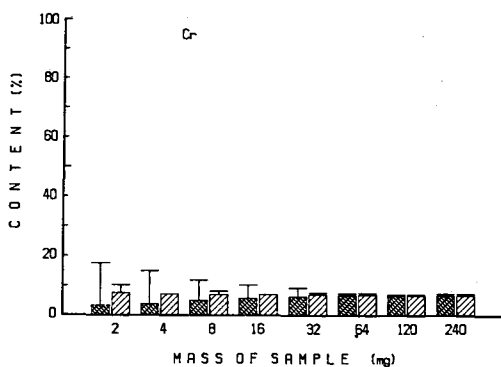


Fig. 13. Contents of chromium in chromium-nickel system alloy

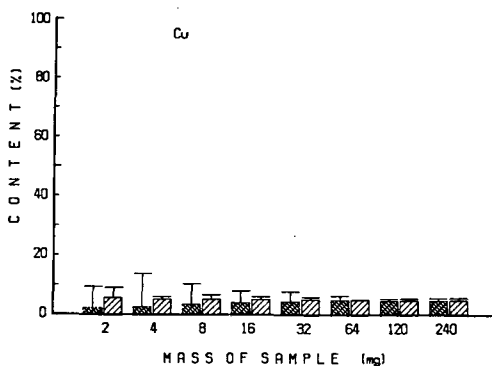


Fig. 14. Contents of copper in chromium-nickel system alloy

5. コバルトクロム合金の分析結果

Table 6 と Fig 15, 16, 17に組成分析結果を示す。コバルトクロム合金は、Co 65.0%、Cr 27.7%、Mo 5.6%、Mn 1.0%、Fe 0.2%、W 0.4%の組成であった。グラフより、溶解した試料重量を100として求めた元素含有率は、溶解した試料重量が240 mgとなっても、一定とならなかった。しかし、溶解した試料重量が大きくなるに従って、元素含有率も大きくなる傾向がある。また、検出元素総量を100として求めた元素含有率は、Co、Cr、Mo、Mn、Feにおいて、溶解した試料重量の

大小に関係なく、ほぼ一定であった。W は、8 mg, 16 mg, 32 mg, 240 mg, で定量されなかった。

溶解した試料重量を100として求めた元素含有率のRSDは、検出元素総量を100として求めた元素含有率のそれよりも大きかった。また、溶解した試料重量が大きくなるほど、RSDは小さくなる傾向が、Co, Cr, Mo, Mn, Feで認められる。Co, Cr, Moの検出元素総量を100として求めた元素含有率のRSDは、溶解した試料重量が8 mgでも1%以下であった。しかし、Mnは8 mgで7.5%、16 mgで12.5%、Feが8 mgで15.0%、16 mgで15.0%、32 mgで20.0%と大きかった。Wは、64 mgで15.0%、120 mgで66.7%であった。

Table 6. Analytical Composition of Co-Cr Alloys(%)

	8	16	32	64	120	240
Ag	ave 71.4	71.5	70.7	70.5	70.9	70.5
	RSD (0.8)	(0.6)	(1.3)	(0.7)	(0.3)	(0.6)
In	ave 22.7	22.7	23.0	23.1	22.7	22.9
	RSD (1.3)	(1.3)	(2.2)	(1.3)	(0.9)	(1.7)
Zn	ave 5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	6.0
	RSD (3.6)	(1.8)	(3.6)	(1.8)	(3.5)	(3.3)
Pd	ave -	-	0.4	0.6	0.5	0.6
	RSD -	-	(50.0)	(16.7)	(0)	(10.0)
Cu	ave 0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
	RSD (33.3)	(20.0)	(30.0)	(0)	(0)	(0)

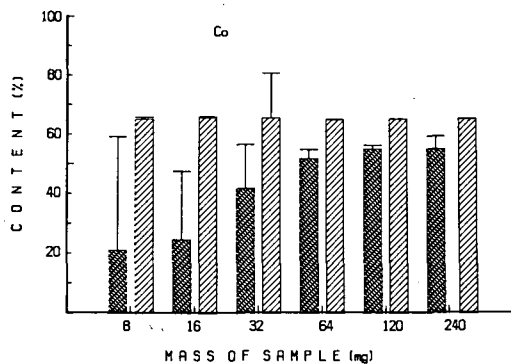


Fig. 15. Contents of cobalt in chromium-cobalt system alloy:

Latticed rods show analyzed values calculated from weighed mass of specimens, and obliquelined rods show the content calculated from total qualities of detectable content.

T marks indicate relative standard deviations.

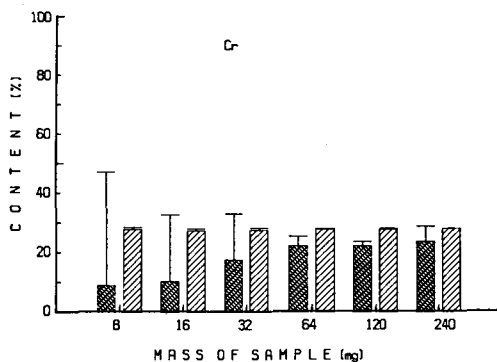


Fig. 16. Contents of chromium in chromium-cobalt system alloy

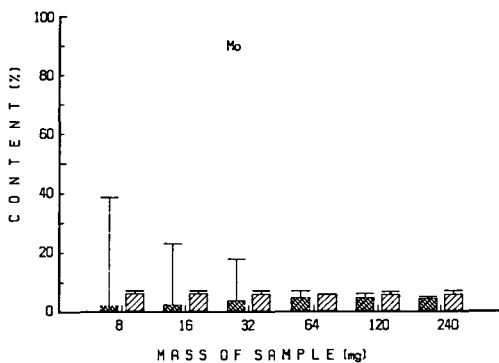


Fig. 17. Contents of molybdenum in chromium-cobalt system alloy

考 察

1. 試料の溶解について

ICP法に用いる試料の形状は、液体である。そこで、合金組成分析を行なうにあたって、前処理として合金の溶解をしなくてはならない¹³⁻¹⁵⁾。分析操作の全過程を通して見た時、律速段階となるのは、この前処理である。実用性という面から考え、試料の溶解が迅速かつ完全であり、さらにICP発光スペクトルに対する溶解に用いた酸の影響が、小さいことが望ましい。本報の溶解方法は、塩酸と硝酸を用いての酸による溶解であり、反応速度を高めるために加熱を行なう簡単な操作である。しかし、20カラット金合金、および12%金銀パラジウム合金は、AuとAgを同時に含有しているため、分離を行なう必要がある。Auの溶解には王水を用いるが、Agを同時に含有している場合

には、王水中の Cl^- と Ag で、 AgCl の白色沈殿を生成する。本報は、 AgCl の沈殿生成を避けるために、簡単な分離操作として濾過を行なった。

また、ICP 法の特長の 1 つとして、マトリックス効果が少ないということがある。そのため測定に際し、主成分元素と微量成分元素との煩雑な共沈法などを用いての分離操作を、行なわなくてよい。加えて、マルチチャンネル多元素同時分析型の装置であるため、原子吸光分析法のように、一元素ずつ光源ランプを取り換えることなしに、短時間で多数元素の定量が可能である。

組成分析した 5 種類の合金の元素含有率と、メーカー表示の値を比較してみる。20カラット金合金のメーカー表示は、 Au 83.5%、 Ag 6.0%、 Cu 9.0% であり、 Au 含有率が本報の結果の方が大きい。このことは、分析を行なった試料を鑄造体の押湯の部分より採取したことによる、と考えられる。

12%金銀パラジウム合金のメーカー表示は、 Au 12.0%、 Pd 20.0%、 Ag 51.0%、 Cu 14.5% となっており、分析結果と一致した。そしてさらに、メーカー表示されていない 2.5% が、 Zn であることがわかった。

銀合金のメーカー表示値は、 Ag 71.0%、 Pd 0.7%、 In 22.7%、 Zn 5.0% である。各元素含有率が、少しづつ分析結果と異なったのは、試料採取を鑄造体から行なったためと考えられる。

ニッケル-クロム合金、コバルト-クロム合金は、メーカー表示がないため、X線マイクロアナライザーを用いての分析結果と比較する。ニッケル-クロム合金の X線マイクロアナライザーによる分析結果は、 Ni 84%、 Cr 7%、 Cu 5% であった。本報の分析結果は、 Ni 87.1% で 3% もの相異がある。この原因は、X線マイクロアナライザーによる分析結果が、表面分析であり試料が鑄造体であったことによると考えられる。

コバルト-クロム合金の X線マイクロアナライザーによる分析結果は、 Co 62%、 Cr 27%、 Mo 5%、 Mn 1% であり、本報の分析結果とほぼ一致した。コバルト-クロム合金の場合、溶解した試料重量を 100 として求めた元素含有率が一定とならなかったことは、溶解が完全でなかったためと考えられる。しかし、検出元素総量を 100 として求めた元素含有率は、X線マイクロアナライザーの

分析結果と一致した。よって、コバルト-クロム合金のように溶解しにくい合金において、溶解が不完全であっても、正確な組成分析ができるといえる。

2. 組成の算出について

溶解した試料重量の、元素含有率と RSD への影響について考えた。溶解した試料重量を 100 として求めた元素含有率は、分析した 5 種類の歯科用合金において、溶解した試料重量が大きくなるに従って、大きくなり、一定値を示すことがわかった。また、ICP の検出元素総量を 100 として求めた元素含有率は、5 種類の合金のいずれの元素についても、溶解した試料重量の大小にかかわらず、ほぼ一定値を示した。このことより考えると、合金の組成分析は、溶解する試料重量が 8~32 mg あれば可能である、といえる。しかし、合金中の微量及び極微量含有元素、つまり数%以下の元素含有率の元素は、溶解した試料重量が小さい場合に、主成分元素の RSD よりも、かなり大きいことがわかった。この結果を踏まえ、微量及び極微量含有元素の分析精度を、主成分元素と同じにすることを考えると、64 mg 以上、溶解する試料重量が必要であるといえる。

さらにここで、臨床応用のための、試料重量の目安を考えてみる。ICP 装置の検出下限濃度は、元素によって違いはあるが、0.1~1 ppb の範囲である。このことを考慮すると、修復物をバーを用いてひと削りした痕跡量があれば、定性分析は可能であるといえる。また、定量下限濃度は、検出下限濃度の 10 倍である。そこで、定量分析を行なうには、定性分析を行った痕跡量の 10 倍量が、必要であるということになる。

以上、本報の結果は、微量試料重量で、迅速かつ簡便な操作によって、ICP 法が十分歯科用合金の正確な組成分析に、実用化することができることを示している。

結 論

高周波誘導結合型プラズマ発光分析法を、歯科用合金の元素含有率の定量分析に応用した結果、次の結論を得た。

1. ICP による検出元素総量を 100 として、合金組成を算出した場合、試料重量は 8~32 mg で組成分析できる。

2. 微量及び極微量含有元素の分析精度を、主成分元素と同じにするためには、64 mg 以上の試料重量が必要である。

文 献

- 1) 遠藤芳秀, 坂尾則隆 (1981) 鉄鋼の高周波誘導結合プラズマ発光分光分析における内標準の選択. 分析化学, 30 : 433-438.
- 2) 平田静子 (1984) 誘導結合プラズマ発光分析法による標準岩石及び標準たい積物試料中の多元素同時定量. 分析化学, 33 : T64-T68.
- 3) 大道寺英弘, 田村正平, 松原道夫 (1985) 誘導結合プラズマ発光分析法による海水中の希土類及びトリウム定量. 分析化学, 34 : 340-345.
- 4) 楮家成, 野尻幸宏, 長谷川哲也, 原口紘丞 (1985) 誘導結合プラズマ発光分析法による頭髮標準試料の多元素同時定量. 分析化学, 34 : 104-108.
- 5) 姫野研一, 柳澤和博, 幸豊博, 中村靖 (1984) 水酸化ランタンを用いた共沈分離-誘導結合プラズマ発光分析法による排水中の重金属の定量. 分析化学, 33 : T43-T46.
- 6) 中村靖, 衛藤隆一, 能登善徳, 村井幸男 (1985) 誘導結合プラズマ発光分析法による潤滑油中の磨耗金属定量. 分析化学, 34 : T85-T88.
- 7) 田島清司, 柿川宏, 小園凱夫, 林一郎 (1986) 歯科製造用 Ni-Cr 合金の機械的性質に及ぼす製造方法と合金組成の影響. 歯材器誌, 5 : 268-278
- 8) 中山正彦, 安藤進夫 (1985) 陶材焼付用 88Au 貴金属合金の諸性質に対する Fe, In, Sn 添加の影響. 歯材器誌, 4 : 716-723.
- 9) 宮崎隆, 稲用隆史, 鈴木暎, 宮治俊幸 (1985) 歯科用銀合金に関する研究. 歯材器誌, 4 : 528-538.
- 10) 堀部隆, 岡本佳三, 辻楠雄, 菊地寛 (1984) 铸造用ニッケル・クロム合金の腐食と変色. 歯材器誌, 3 : 605-613
- 11) 河合正 (1985) 歯科製造用 Ni-Cr 系合金の Ni 溶出と電気化学的腐食挙動について. 歯材器誌 4 : 455-480
- 12) 内田哲男, 飯田忠三, 山崎一雄, 金岡繁人, 大森良久, 舛田哲也 (1985) マルチチャンネル誘導結合プラズマ発光分析法による微量ケイ酸塩の主成分元素簡易定量. 分析化学, 33 : 242-247.
- 13) 木村仁, 真壁完一 (1985) 誘導結合プラズマ発光分析法による二, 三の合金中の希有金属の定量. 分析化学, 34 : T77-T80.
- 14) 並木美智子, 広川吉之助 (1985) 誘導結合プラズマ発光分析法によるニオブ, チタン, ジルコニウムを構成成分とする材料の分析. 分析化学, 33 : T34-T37.
- 15) 江藤元則, 徳森尚志 (1986) 誘導結合プラズマ発光分析による触媒中の白金, ロジウム定量. 分析化学, 35 : T39-T42