

報 文

貴石及び半貴石 (第2報)

貴石及び半貴石の紫外部及び可視部吸収スペクトル

八 丁 直 義

貴石を鑑定する場合に、吸収スペクトルは最も重要なものの一つであり、我々は吸収スペクトルによつて貴石が天然石であるか、又は染色されたものであるかを知ることが出来る。最近私は島津のマルチパーザス MPH5 によつて貴石をテストし、この機器が貴石の鑑定に充分使用しうることを知つた。

1. 緒 言

吸収スペクトルが貴石の鑑定に際し重要な知見を与えてくれることは、これまでしばしば指摘されて來たが、プリズム分光器により得られた吸収スペクトルを、目で見たり又はフィルムにうつして調べる従来の方法は多くの不安定な要因を含み、測定にかなりの熟練を要するうえに、測定結果と過去の文献値を比較した際判断に苦しむことが少くなかった。

最近、島津製作所のマルチパーザス MPH-5 型が、紫外部から可視部に至る広い領域において、透過のみならず反射光の測定も可能となり、入手可能な貴石を集め測定した結果、満足すべき結果を得たので報告する。

2. 備 定

2. - 1 装置

島津製作所のマルチパーザス MPH-5 型を使用した

2. - 2 測定条件

中央に矩形(6×15mm)の穴を開けた、黒色のポール紙を試料の支持板とし、その上に黒色ビニールテープで試料をはりつけ、セルの支持台において測定した。試料が小さくて黒色ビニールテープで、はりつけること

のできないものはガラスセルの中に試料を入れて、測定した。測定条件は次のとおりである。

	可視部	紫外部
scale	10m μ / cm	4m μ / cm
speed	3min	3min
Response	2 ~ 3	2
P M	350 ~ 400	450 ~ 600

3. - 1 ひすいの吸収スペクトル

ひすい (Jadeite = 硬玉) の吸収スペクトルは、437 ~ 438m μ に現れる強い吸収によって特徴づけられており、その外 372 ~ 383m μ 、635 ~ 640m μ にも巾のひろい吸収が認められる。その中でエメラルドグリーンの色のあざやかなもの程、437 ~ 438m μ の吸収がせまい巾で、しかも強く認められる傾向にあり、又そのような Jadeite は、693 ~ 695m μ にもかなり明りような吸収が認められる。

(Table1, Fig 1)

最近市場に現われた Cultured Jade と呼ばれるものは、White Jadeite を何らかの方法によつて着色したものといわれ、その吸収スペクトルは Jadeite にかなり類似しているが、Jadeite の 372

~382m μ の特性吸収がいちじるしく弱くなっている。635~640m μ の吸収も650m μ にシフトし、更にJadeiteの693~695m μ のかなり強い吸収がOultured Jadeでは全く認められない。(Table 1, Fig 1.2.3)着色ひすいに至つては、わずかに422m μ および648~650m μ に巾ひろい吸収が認められるにすぎなくなっている。

(Table 1, Fig. 3)

低級なひすいの1種と考えられる軟玉(Nephrite)Wyming Jade等ではFig 4に示すとおり350m μ から560m μ 迄は、波長が大きくなるにつれ吸収は減少するのみで、650m μ における巾ひろく弱い吸収と、695m μ にやや強い吸収が認められるにすぎなくなる。

(Table 1, Fig. 4)

3. - 2 ひすいについての考察

俗にひすい(Jade)と呼ばれるもののなかには、硬玉(Jadeite=NaAl(SiO₃)₂)と軟玉(Nephrite=Ca₂(Mg,Fe)₅(OH)₂(Si₄O₁₁)₂)の二種類があり両者は全く別の鉱物である。硬玉の中で最も珍重されるものは、半透明なエメラルドグリーンのもので「ろうかん」とも呼ばれている。

硬玉の組成はNaAl(SiO₃)₂であり、「ろうかん」の色は、その中に含まれるわずかな酸化クロームおよび鉄によるものといわれている。

Jadeiteには白、紅、燈、赤、黄、紫、黒等のものがあり、それらの吸収スペクトルは当然異なるわけだがここでは市場に最も多く見られ、又着色される可能性の多い緑色のものに限定する。従来から、着色ひすいの判定には熟練を要し、拡大鏡又は顕微鏡によって着色部分が、石脈又はこまかいひび割れにそつて集中しているかどうかを観察してなされていた。着色ひすいの判定は、着色技術の向上によつて、ますます困難なものとなつて来ているが、天然ひすいと着色ひすいの判定は、Table 1に示されるように、その吸収スペクトルを測定することによつて、確実、迅速に行なうことが出来る。

着色ひすいは200~300に加熱すれば、着

色前の白色ひすいにかえり、天然ひすいは、加熱によつても脱色することはないが、着色ひすいは一度脱色されると通常の方法では、再びもとの緑色にかえらないので、ひすいを加熱することはなるべく避けねばならない。

着色ひすいの取引きにあたつては、脱色しない温度および退色しない期間を定め、価格決定の参考にしているともいわれる。

一般的の着色宝石では、着色部分は、宝石の表面に限られるが、ひすいの場合は、石の中心まで表面と同様に着色されているので、再研磨等を行なつても着色の度合は変化しない。而し、着色ひすいは、天然ひすいと異なり年月を経ると、色がうすくなつてくるといわれている。

八丁直義

Fig.1. Absorbance Curve of Natural Jadeite

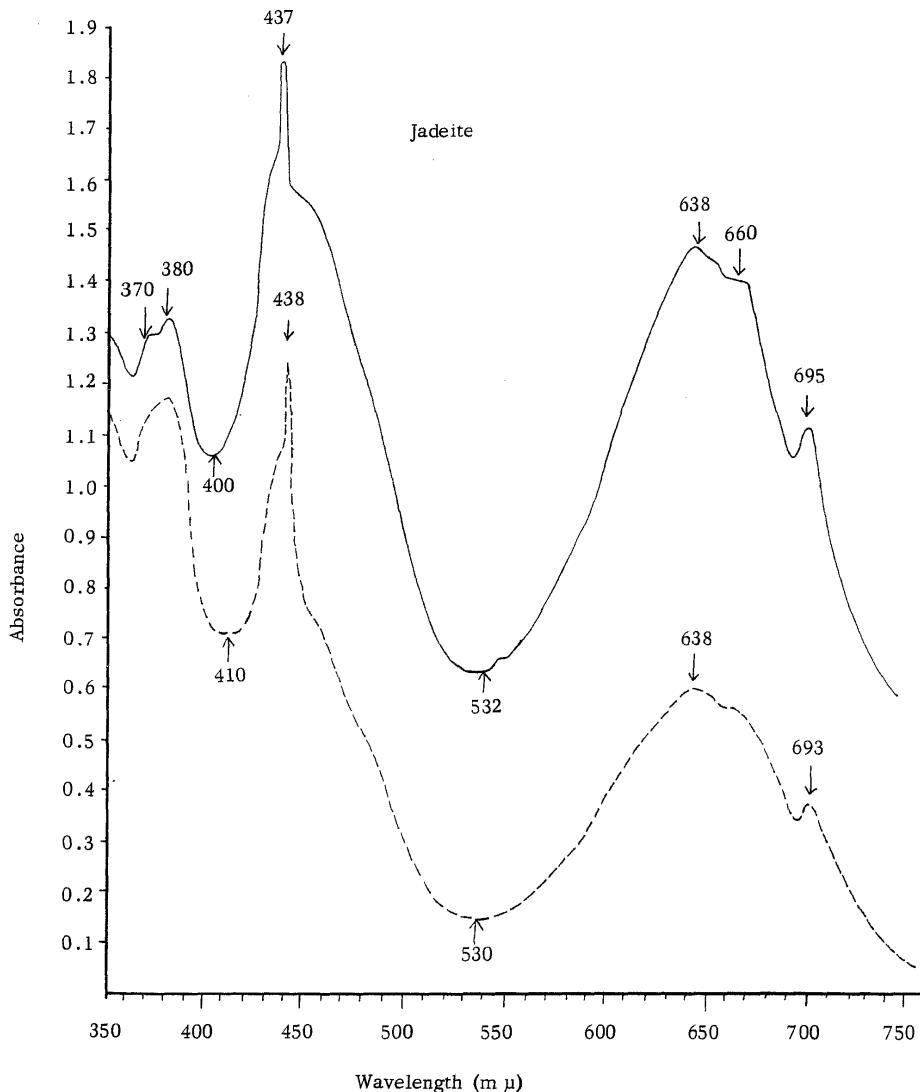


Table 1 ひすいの主要吸収および特性吸収

	Natural Jadeite	Cultured Jade	Dyed Jade	主要吸収	特性吸収
波長 (m μ)	372~383 433~435 437~438 635~640 693~695	380~382 432 437 650	422	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
Fig.	1	1, 2, 3	3		

Fig.2.

Absorbance Curve of Jadeite

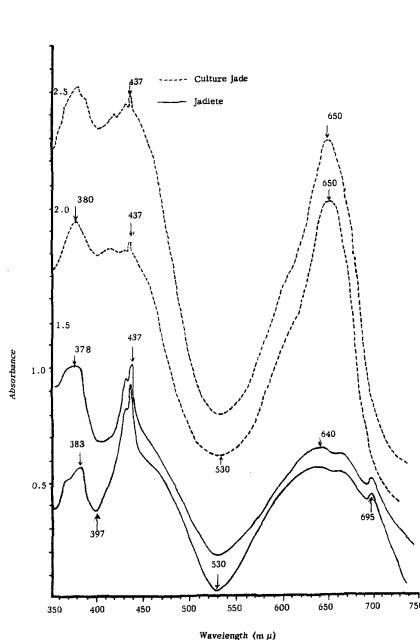
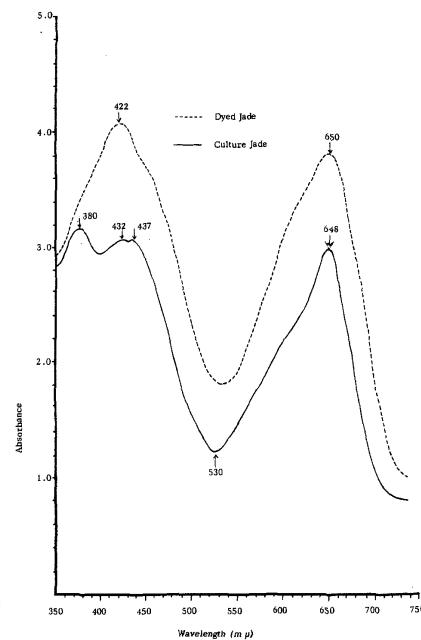


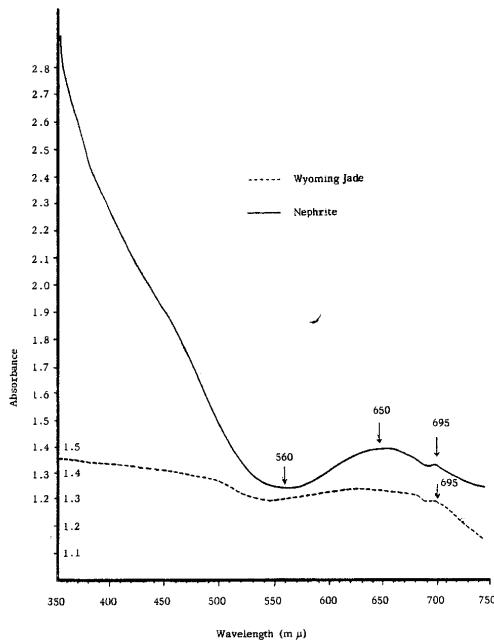
Fig.3.

Absorbance Curve of Dyed Jade



八丁直義

Fig.4.
Absorbance Curve of Low
Grade Jade



~510m μ にみられる極少値と 430m μ 又は、617m μ における極大値との吸収の差が大きくなっている

Fig.5.
Transmittance Curve of Emerald Filter

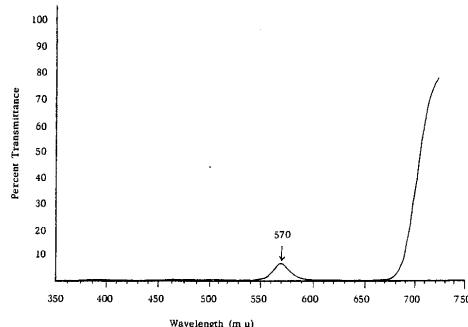
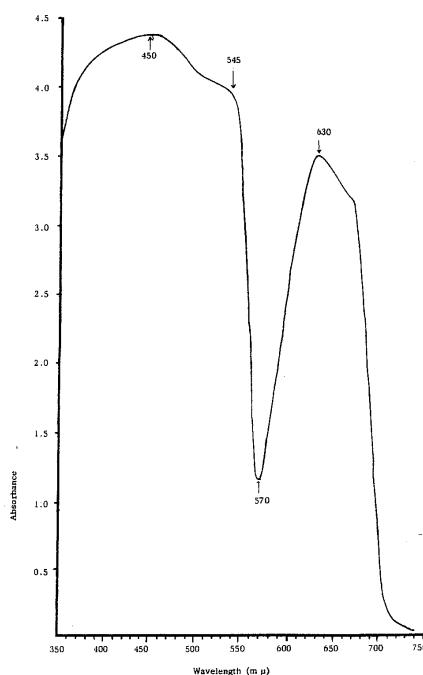


Fig.6.
Absorbance Curve of Emerald Filter



4 . エメラルド

4 . - 1 エメラルドフィルターの吸収スペクトル

Emerald Filter としてエメラルドの鑑定によく使用される Chelsea Filter の吸収曲線は、Fig 6 に示すとおりで、450m μ 、620m μ に強い吸収を示し、540m μ 、670m μ 附近に吸収曲線の肩がみられる。

同じ Filter の透過曲線は、Fig 5 に示すとおりで、555m μ から、595m μ 迄、及び 680m μ 以上の光を通し、570m μ に一つの極大値を有するのみである。

4 . - 2 天然エメラルドの吸収スペクトル

最上級のエメラルドとして、賞揚されるコロンビヤエメラルドは、430m μ 、617m μ に大きな吸収を示し、638m μ および 685m μ に小さな吸収を示している。そして、色の濃いものほど吸収程度は強く、透明度の高いもの程、吸収は巾がせまくシャープで、505

(Table 2, Fig 7)

エメラルドの吸収ピークの波長は、産地によって多少異なり、主要吸収は、 $425\sim430\text{m}\mu$ 、 $650\sim611\text{m}\mu$ 又は、 $630\text{m}\mu$ に現われる。

エメラルドは、Chelsea Filter を通してみた場合、通常赤色に見えるが、場合によっては、南アフリカ、又はウラル産のエメラルドのように赤色を示さないものもある。しかし、このようなエメラルドの吸収スペクトルは、Fig 8 に示すとおり、 $350\text{m}\mu\sim430\text{m}\mu$ の間ににおける吸収曲線がやや異なるだけで、主要吸収および特性吸収は、全く同様である。

(Table 2, Fig 8.9.)

紫外部における吸収は、天然エメラルドの場合、 $210\text{m}\mu$ から、 $285\sim305\text{m}\mu$ 迄は、殆んど一様の吸収を示し、Chatham Emerald の紫外部吸収とは全くおもむきを異にしている。(Table 2 Fig 10.11.)

4 . - 3 Chatham Emerald の吸収

スペクトル

Chatham Emerald の主要吸収は、 $435\text{m}\mu$ (天然は、 $425\sim430\text{m}\mu$)、 $597\text{m}\mu$ (天然は $605\sim630\text{m}\mu$)と天然のそれに比し、異なる吸収ピークを示している。天然 Emerald では、 $680\sim687\text{m}\mu$ における二本の吸収のうち長波長側が強い吸収を示すのに Chatham Emerald では、短波長側が強い吸収を示していることである。この原因は、この範囲では、通常光線の吸収と異常光線の吸収が別々に認められることによるといわれている。

紫外部においては、天然 Emerald が、 $230\sim300\text{m}\mu$ までの巾広い吸収を示すのに比し、Chatham Emerald は $238\text{m}\mu$ に強い吸収を示し、両者の吸収曲線は全く異なる。

4 . - 4 エメラルドについての考察

エメラルドはダイアモンドにつぐ高価な宝石であり、1935年 Chatham によって合成されたエメラルドが、かなりの間天然石として市販されていたいきさつも

あり、各産地ごとの比重、屈折率等の物理的性質をはじめ、色々の特徴を調査して、それにあてはまらないものを、Chatham Emerald としたため産地ごとの特徴は良く知られて来たが、吸収スペクトルも Table 2 で示すように、天然、合成の別を知る有力な手がかりとなる。(Table 2.3, Fig 7~11)

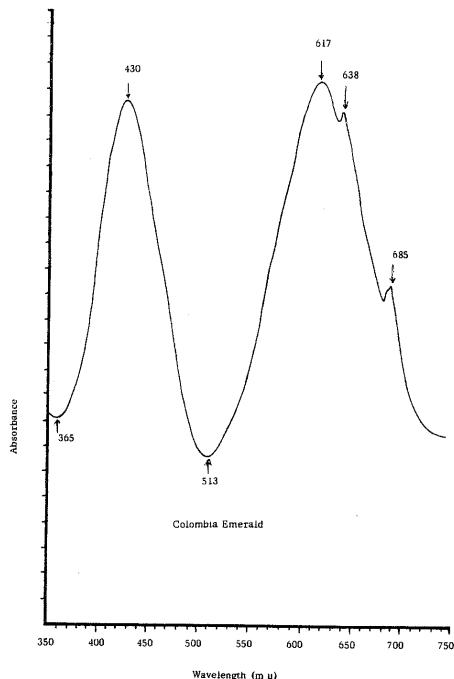
なお、合成石は Tabl 3 の下欄にみられるように、Chatham Emerald 以外にも、ドイツ、フランス等で最近作られ、すでに市販されている現状にある。

(Table 2.3, Fig 7~11)

Fig.7.

Absorbance Curve of Colombia

Emerald



八丁直義

Fig.8. Absorbance Curve of Natural Emerald

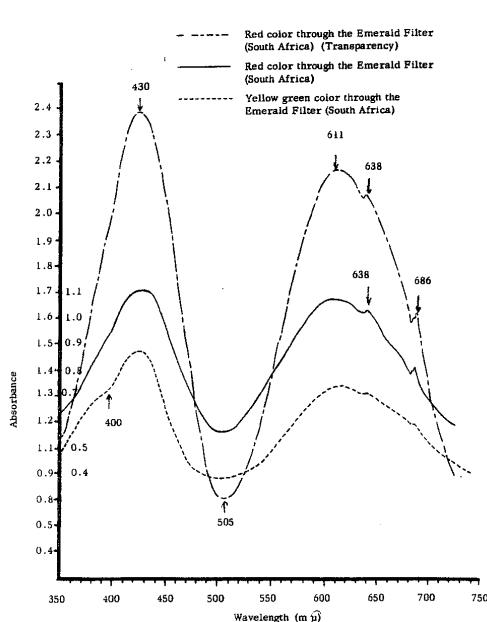


Fig.10. Absorbance Curve of Natural Emerald

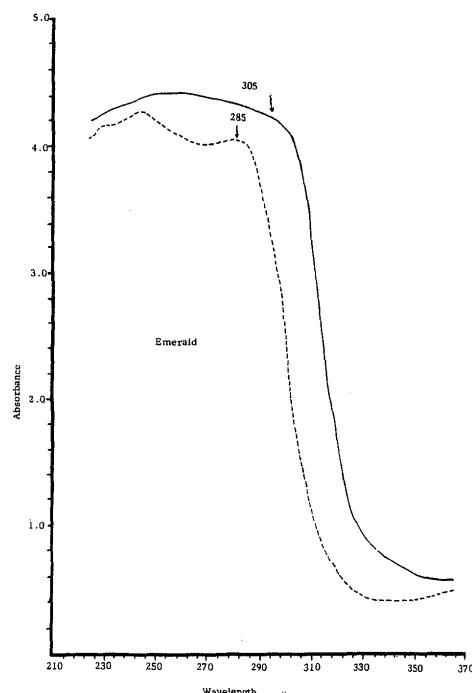


Fig.9.

Absorbance Curve of Emerald

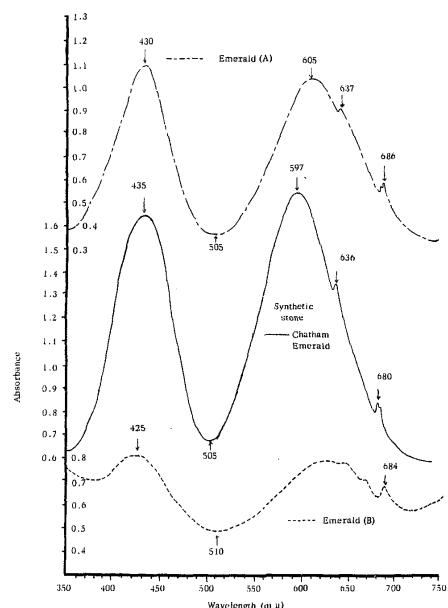
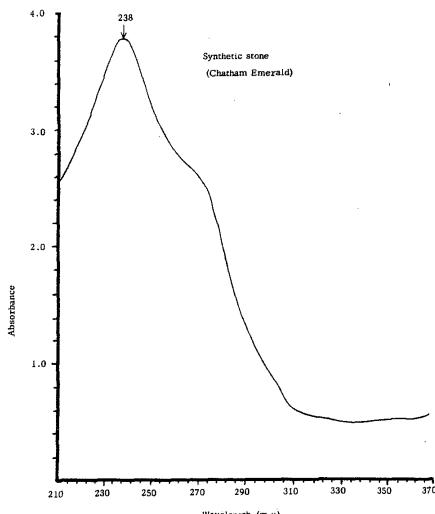


Fig.11. Absorbance Curve of Chatham Emerald



貴石及び半貴石(第2報)

Table 2. エメラルドの主要吸収および特性吸収

波長 (mμ)	Natural Emerald			Chatham Emerald	主要吸収	特性吸収
	Emerald (Colombia)	Red	*		Red	*
可視部(mμ)	430	430		435	○	○
	617	605~611		597	○	○
	638	637~638		636	○	○
	685	684~686	684	680	○	
Fig	7,	8,9,	8,9	9,		
紫外外部	230	230		238	○	○
	285	305			○	
	Fig	10	10	11		

* 印は Chelsea Filter を通してみた色

TABLE 3 Physical Property of Emerald (Natural & Synthetic)

Name & Origin	Refractive Index	Birefringence	Specific Gravity	Note
Colombia (Chivor) " (Muzo & Cosques)	1.571	1.577	0.006	2.69
	1.578	1.584	0.006	2.71 3 phase inclusion, spiky Flate cavities
Brazil	1.566	1.571	0.005	2.69 2 phase inclusion,
Russia	1.581	1.588	0.007	2.72~2.74 Mica plate & Actionlite needle
Sandawana (Southern Rhodesia)	1.586	1.593	0.007	2.74~2.76 Brownish mica plate, asbestos Fiber
Transvaal (Africa)	1.586	1.593	0.007	2.75 Brownish mica plate
India	1.583	1.590	0.007	2.73~2.74 "Comma" like inclusion
Pakistan	1.588	1.595	0.007	2.74~2.76
Habachtal (Austria)	1.584	1.591	0.007	2.74
Poona (Australia)			2.67	Quartz, Albite, Fluorite etc. (associated)
Norway			2.68	
Chatham (U. S. A.) Gilson (France) Zafas (Germany) Linde (U. S. A.) Symerald	1.560	1.563	0.003	2.65
	1.560	1.563	0.003	2.65
	1.555	1.561	0.006	2.71
	1.564 ~1.590	1.568 ~1.598		2.60~2.8
	1.575	1.581		2.649~2.707 Horse tail pattern

Synthetic

八丁直義

5. 合成スピネル

5. - 1 合成スピネルの吸収スペクトル

合成スピネルの吸収は、Table 5 Fig 12 ~ 16 に示すとおりで、黄色ないし黄緑色の合成スピネル(Erinite)は、マンガンによる特徴的な吸収が $383\text{m}\mu$ 、 $424\text{m}\mu$ 、 $445\text{m}\mu$ に認められる。

(Stone No1)

青色の合成スピネルは、コバルトによる $548\text{m}\mu$ 、 $583\text{m}\mu$ 、 $628\text{m}\mu$ の特徴ある三本の吸収が認められ、(Stone No 3.5)コバルトの量が増加するにつれ、色も濃くなり吸収強度も増加する。

緑がかつた青色の合成スピネル(Stone No 2)の場合は、着色剤としてコバルトの外に更に微量のマンガンを加えたものであることが、吸収スペクトル(Fig 12)からもうかがえる。

合成スピネルの紫外部吸収は、マンガンを加えた場合は、 $234\text{m}\mu$ および $283\text{m}\mu$ に明りような吸収を示すが、コバルトを加えた場合には、 $210\text{m}\mu$ から $240\sim280\text{m}\mu$ に至るはんいはほぼ一様な吸収を示し、そこをすぎると吸収は急激に減少する。吸収の減少し始める波長は各色によって異なり一定の色では一定の値を示す。

5. - 2 合成スピネルについての考察

合成スピネルの吸収は、特徴のあるカーブを示し、一見して合成スピネルであることが判明するが、合成スピネルにはこの外に、クロームを加えた暗緑色のものや、微量の鉄の添加による桃色のものもある。

青色の合成スピネルは、コバルトを着色剤としているが、天然のブルースピネルは鉄が着色原因であるため、イオライトに類似した吸収を示し合成スピネルのそれとは全く異なる。

この外合成スピネルは特有の紫外線螢光を示すので、Table 4 に付記したがその中でも、短波長の紫外線螢光が特徴的である。(Table 4.5 Fig 12 ~ 16)

Fig.12. Absorbance Curve of Synthetic Spinel & Colored Agate

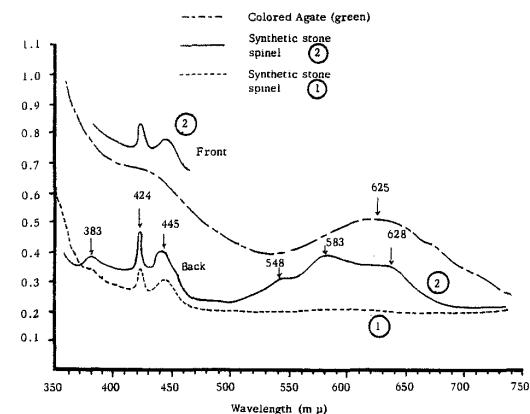


Fig.13. Absorbance Curve of Synthetic Spinel

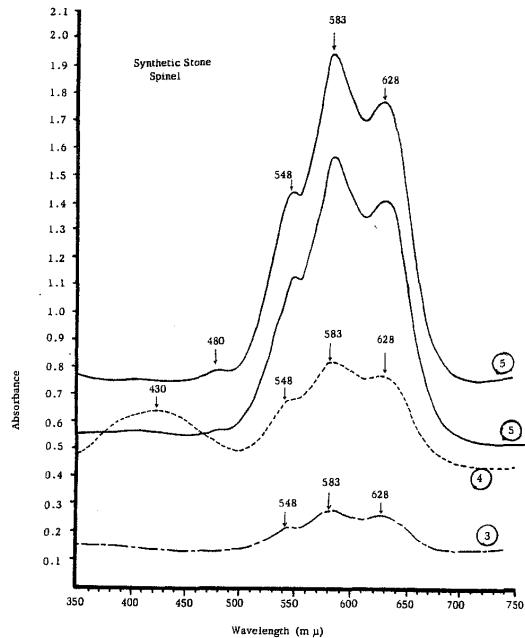


Fig.14. Absorbance Curve
of Synthetic Stone

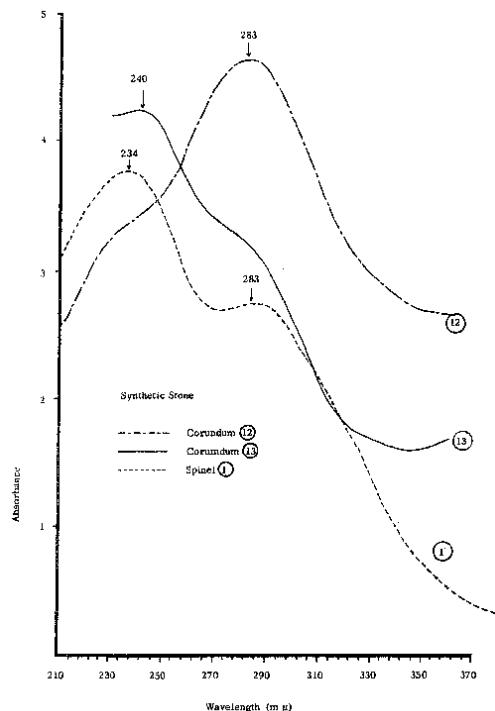


Fig.15. Absorbance Curve of Ruby
& Synthetic Spinel

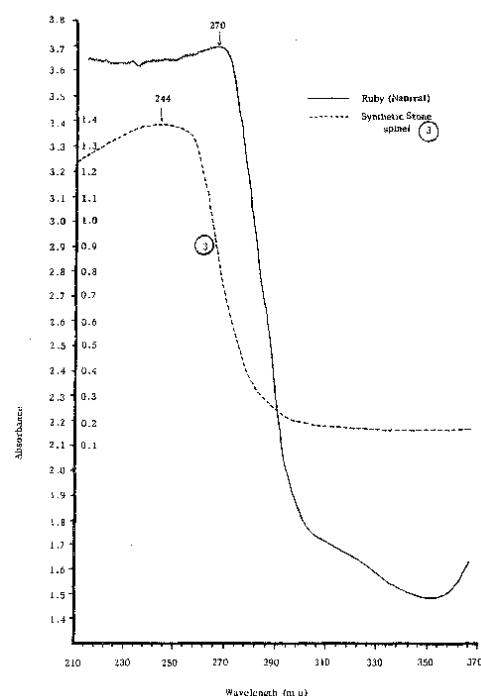


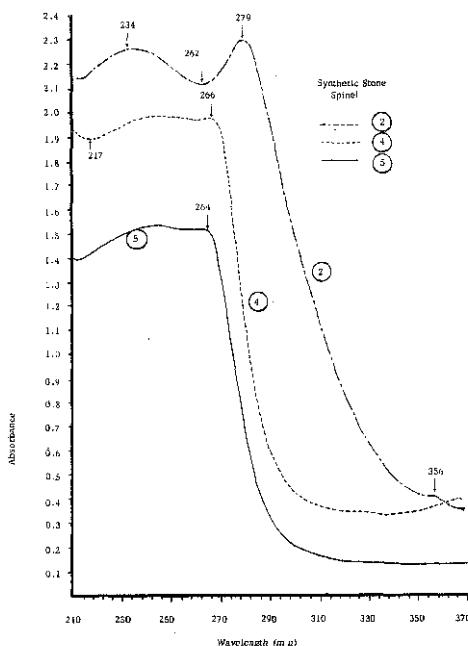
Table 4. 合成スピネルの紫外線螢光その他

Stone No.	Color (Trade name)	Density	Refractive Index	Fluorescent Color	
				long wave Ultra-Violet	Short Wave Ultra-Violet (2537オングスト ローム)
1	yellow green (エリナイト)	3.645	1.726	green	faint green
2	greenish blue	3.650	1.726	green	green
3	light blue (セイロン, サブアイア)	3.641	1.726	—	faint green
4	Deep blue (サブアイア)	3.642	1.726	red	faint green
5	blue (サブアイア)	3.638	1.726	—	Dark faint green

Table 5 合成スピネルの主要吸収および特性吸収

波長	Stone 1	Stone 2	Stone 3	Stone 4	Stone 5	主要吸収	特性吸収
可視部 (m μ)	383	383					
	424	424				○	○
				430			
	445	445				○	○
		548	548	548	548	○	○
		583	583	583	583	○	○
	628	628	628	628	628	○	○
Fig	12	12	13	13	13		
紫外外部 (m μ)	12	210	210	210	210		
	234					○	○
	234					○	○
	283	279				○	○
Fig	14	16	15	16	16		

Fig.16. Absorbance Curve
of Synthetic Spinel



6. コ ラ ン ダ ム

6.-1 合成ランダムの吸収スペクトル

合成コランダムの吸収は、Table 7 Fig 14, 17~22 に示すとおりで、青色のサファイア(Stone No 6)は、 $407\text{m}\mu$ $585\text{m}\mu$ の巾ひろいゆるやかな吸収を示すにすぎない。

アレキサンドライトとも呼ばれるライトブルーの合成石(Stone No 7)は、 $400\text{m}\mu$ および $574\text{m}\mu$ に主要な吸収が認められる外、バナジウムによる $475\text{m}\mu$ の吸収が認められ、 $400\text{m}\mu$ の吸収強度は、 $575\text{m}\mu$ のそれの約2倍である。

アレキサンドライトと呼ばれる青色系統の合成石(Stone No 8)は、 $407\text{m}\mu$ 、 $560\text{m}\mu$ にほぼ等しい吸収強度の主要な吸収を示し、 $477\text{m}\mu$ および $694\text{m}\mu$ にも小さいがシャープな吸収を示す。

前者は、バナジウム、後者は、クロームによるものと

考えられる。

Pinck 色の合成石(Stone No 9)も主要吸収は Stone No 7 の場合と同様で、ただ $407\text{m}\mu$ の吸収が、 $559\text{m}\mu$ のそれよりは強いにすぎない。

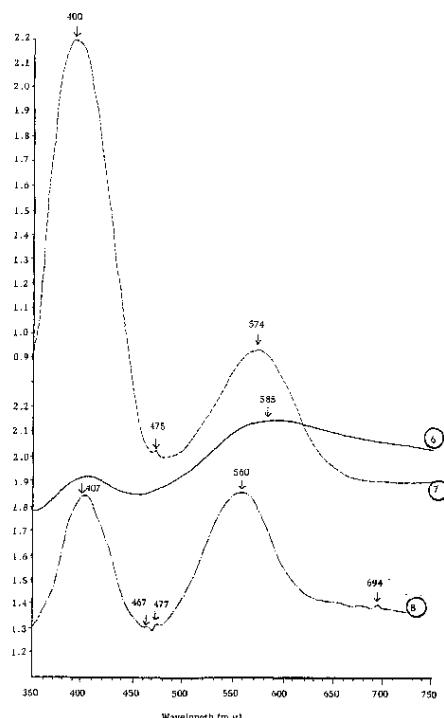
赤色のルビーおよび赤味がかつた紫色の合成石(Stone No 10.11.)は、ほとんど同じ吸収曲線を示しルビーの場合の方が、クロームによる吸収と考えられる $694\text{m}\mu$ 附近の吸収がより明りよう認められる程度である。

黄色の合成石(Stone No 12)橙色の合成石(Stone No 13)では、それぞれ、 $405\text{m}\mu$ および $403\text{m}\mu$ に吸収の極大値を有するのみで、それを過ぎれば、吸収は急激に減少する。

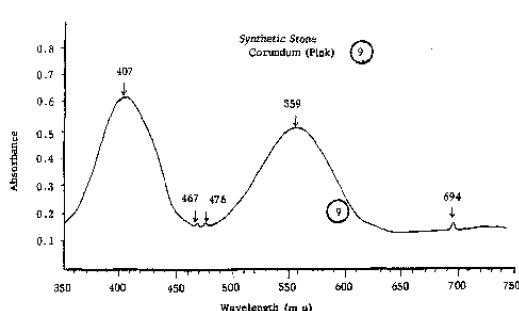
紫外部における吸収は、Fig 21.22.14. に示すとおりで、 $270 \sim 280\text{m}\mu$ に吸収のピークを有する型(Stone No 6.8.11.)長波長側に移るにつれ一様に減少する型(Stone No 9)、長波長側に移るにつれ減少しながらも吸収の極大値をもつ型、(Stone No 7, 13)ある一定の波長から急激に減少する型(Stone No 10.7.)明りような吸収の極大値を示す型(Stone No 12)等がある。(Table 6.7. Fig 17~22)

八丁直義

**Fig.17. Absorbance Curve
of Synthetic Corundum**



**Fig.18. Absorbance Curve of
Synthetic Corundum**



**Fig.19. Absorbance Curve of
Synthetic Corundum**

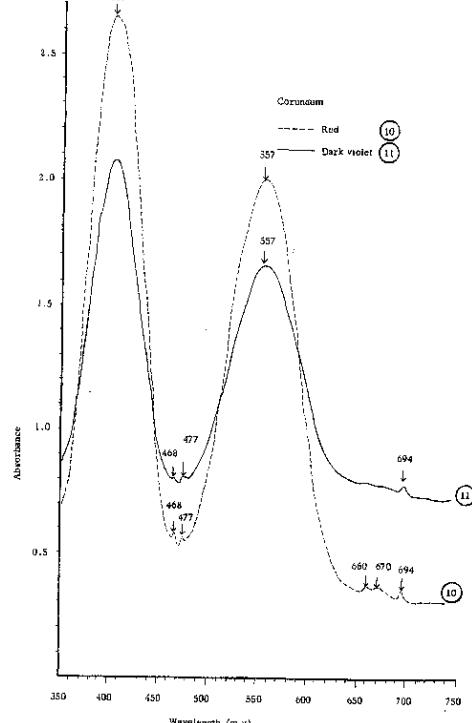


Fig.20. Absorbance Curve
of Synthetic Corundum

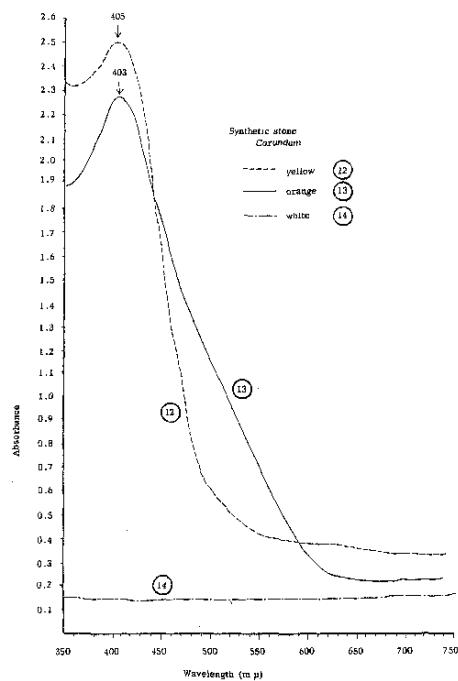


Fig.21. Absorbance Curve of
Synthetic Corundum

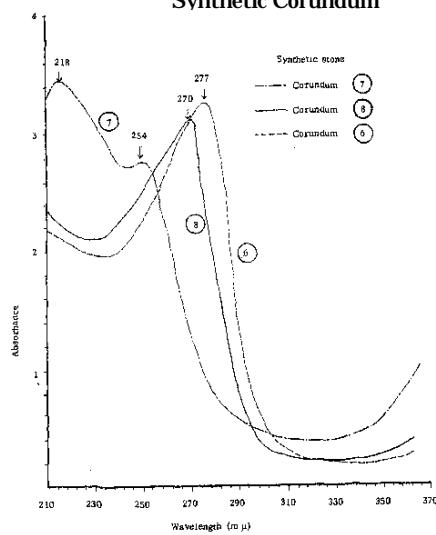


Fig.22. Absorbance Curve of
Synthetic Corundum

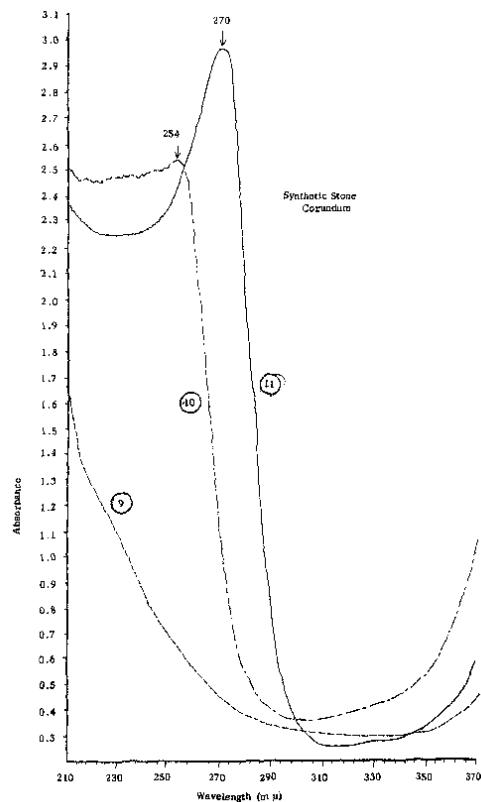


Table 6. 合成コランダムの紫外線螢光その他

Stone No.	Color (Trade name)	Density	Refractive Index	Fluorescent Color	
				Long Wave	Short Wave
6	Blue (Sapphire)	4.007	1.765	—	Ultra-Violet (3650 オングストローム) Ultra-Violet (2537オングストローム)
7	Reddish light blue (Alexandrite)	4.005	1.765	Faint Dark red	Faint green
8	Reddish blue (Alexandrite)	4.005	1.765	Red	Milky white
9	Pinc (Spinel)	4.019	1.765	Red	Red
10	Red (Ruby)	4.017	1.765	Red	Reddish milky white
11	Reddish Violet (Alexandrite)	4.011	1.765	Red	Milky white
12	Yellow	4.008	1.765	—	
13	Orange	4.008	1.765	—	Red

Table 7. 合成コランダムの主要吸収および特性吸収

	Stone No. 6	Stone No. 7	Stone No. 8	Stone No. 9	Stone No. 10	Stone No. 11	Stone No. 12	Stone No. 13	主要 吸収	特性 吸収
波長 (m μ)		400						403	○	○
	407		407	407	410	410	405		○	○
			467	467	468	468				○
		475	477	476	477	477				○
			560	559	557	557			○	○
	585	574			660				○	○
可視部					670					○
~		694	694	694	694	694				
Fig	17	17	17	18	19	19	20	20		
紫外外部 (m μ)		218		210	210	210				○
		254		270		254			○	○
							270		○	○
	277							283	○	○
Fig	21	21	21	22	22	22	14	14		

6.-2 天然コランダムの吸収スペクトル

天然コランダムの吸収は、Table 8. Fig 15.23 ~ 25 に示すとおりで、ルビーの可視部における吸収は、合成ルビー(Stone No 10.)のそれと全く同じであり、わずかに紫外外部における吸収が、天然ルビーでは、270m μ から急激に減少するのに対し合成ルビーでは、254m μ から吸収が急激に減少している。

天然サファイアの吸収は、合成サファイアのそれに比し、かなり複雑な吸収を示し、370 ~ 410m μ にかなり明りような吸収を示し、特にセイロンサファイアでは、387m μ にシャープな吸収を示す。又、天然サファイアは、合成サファイアでは、殆んど認められない450m μ の吸収がシャープに現われる。
(Table 8 Fig 23 ~ 25)

Table 8. 天然コランダムの主要吸収および特性吸収

波長 長	Natural Sapphire		Natural Ruby	主要 吸収	特性 吸収
	(Ceylon)	(B)			
可視部 (mμ)	3 7 5				○
	3 8 7	3 8 8		○	○
		↓	4 0 8	○	○
	4 5 0	4 5 0			○
	4 6 0		4 6 7		○
			4 7 5		○
	5 8 0	5 8 0	5 5 8	○	○
			6 5 9		○
			6 7 0		○
			6 9 3		○
Fig	2 3	2 4	2 3		
紫外部 (mμ)	2 1 0		2 1 0	○	
	2 3 0		↓	○	○
	↓	2 8 6	2 7 0	○	○
	3 0 2			○	○
Fig	2 5	2 5	1 5		

Fig.23. Absorbance Curve
of Rudy & etc.

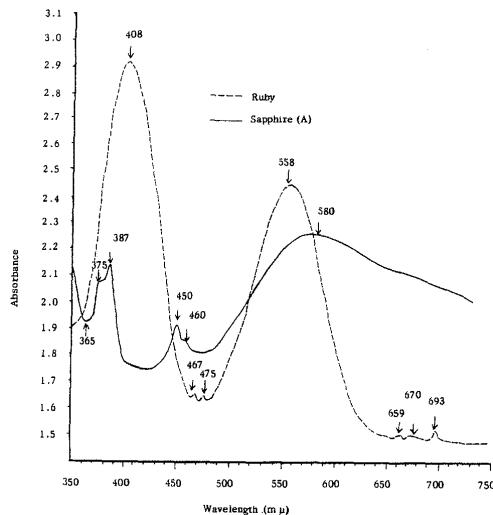


Fig.25. Absorbance Curve
of Sapphire

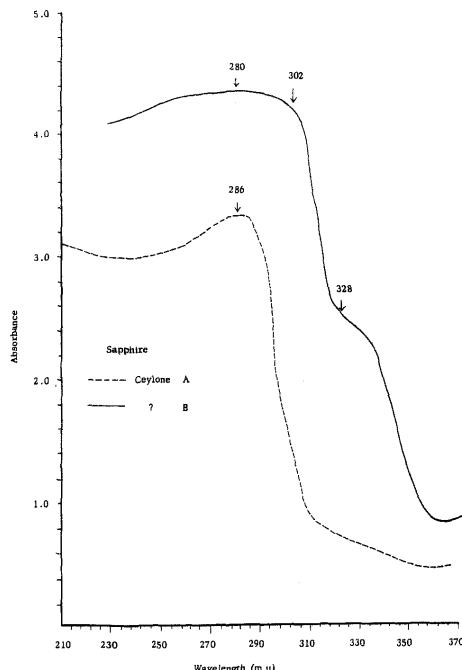
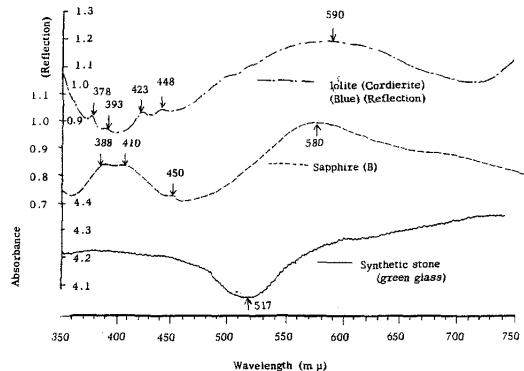


Fig.24. Absorbance Curve of Sapphire
& etc.



6 . - 3 コランダムについての考察

コランダムの中で高価なのは、ルビーとサファイアでコランダムは殆んど純粋なアルミナであり、その中で赤色のものをルビー他の色のものをサファイアと称するが、天然コランダムの中で宝石として珍重されるのは赤色のルビーと青色のサファイアである。

ルビーの場合は、天然、合成とともにアルミナに含まれるクロームが着色の原因となっており、いずれも特徴のある吸収を示すが、可視部における吸収は、天然も合成も全く同一で、紫外部における吸収の急激に減少し始める波長をみると両者を区別することはできない。

サファイアでは、着色原因が、アルミナに含まれるチタンと鉄であり、天然では、その両方が吸収に影響を与えるが、合成の場合には、合成の途上で添加された鉄が蒸発し、合成石に含まれるのは、チタンと痕跡の鉄となるため鉄に由来する 450m μ の吸収が合成では殆んど認められないと云われる。

その他の色のコランダムでは、バナジウムを加えて、二色性を与えたアレキサンドライトと呼ばれる合成石では、バナジウムの存在を示す 475m μ の吸収が認められるが、天然石でバナジウムを含有したアレキサンドライトは存在しない。

無色のホワイトサファイアは、Fig 20(Stone No14)に示すとおり、可視部に吸収は全く認められない。

八丁直義

合成石の着色剤は下記の如き

ルビー (赤) Cr^{3+} 数%

サファイア (青) 0.02% Ti 0.2% Fe

(黄) 0.1% Ni

(紫) 0.01% Cr 0.01% Ti 0.1% Fe

ものが使われ、二色性を与るために更にバナジウムを加えることが多い。

合成スピネルの場合も同様であるが、合成コランダムの吸収曲線は、一般に天然石に比し、簡単であり、又、合成石の色および吸収曲線によって、着色剤の種類等が大略推定できる。

合成コランダムの短波長における紫外線螢光も特徴的であるので、Table 6 に附記した。

7. トルコ石

7. - 1 トルコ石の吸収スペクトル

トルコ石の吸収は、Table 9.Fig 26. に示すとおりで、吸収曲線はゆるやかなカーブを示しており、 $430\text{m}\mu$ に小さな吸収のピークを示すほかは、 $720\text{m}\mu$ 附近に巾の広い極大値が認められるにすぎない。

一般に「ねりもの」といわれている人造トルコ石の吸収曲線は、天然のものよりやゝ複雑で $630\text{m}\mu$ 及び $677\text{m}\mu$ に特徴的な吸収を示している。

7. - 2 トルコ石の考察

トルコ石の化学組成は、 $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ で示されるが、Al の一部は Fe によって置換されており着色原因としては磷酸銅、又は、アルミニ酸塩の形で含まれる Cu が考えられており、その他に Fe も着色に影響を与える原因として考えられている。しかし、天然のトルコ石は、そのままでは色が薄く又、ポーラスなため着色しやすいので市販のものは大部分が着色加工されていると考えた方がよい。(Table 9, Fig 26)

Fig.26. Absorbance Curve
of Turquois

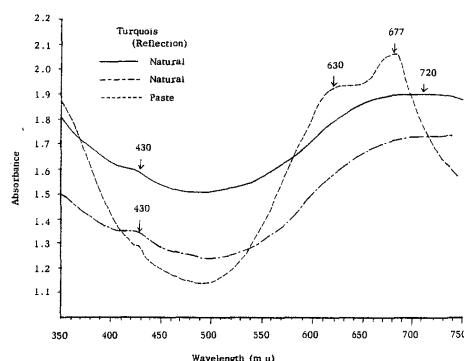


Table 9. トルコ石の主要吸収および特性吸収

波長 長	Turquois		主 要 吸 収	特 性 吸 収
	Natural	Paste		
可視部 (mμ)	430	430	○	○
		630	○	○
		677	○	○
	720		○	
Fig	26	26		

8. オパール

8. - 1 オパールの吸収スペクトル

オパールの吸収は Table 10. Fig 27~29 に示すとおりで白色半透明の Water Opal、白色不透明の Australia Opal 等は殆んど明りような吸収は認められない。Fire Opal, Mexico Opal 等では宝石のベースの色が濃くなるにつれ短波長側の吸収が増加し、濃いオレンジ色の Fire Opal では、400m μ にゆるやかな吸収の極大を示すようになる。

8. - 2 オパールの考察

オパールの組成は、 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ で示される。

大部分は非晶質のシリカであり、シリカの一部は X 線の回折図形からみてクリストパライトになっていると考えられるが、オパール特有の Fire はゲル状のシリカの中でシリカの巨大分子が薄く層状に並びそこで入射して来た光が回折するためだといわれてあり、オパールの吸収には直接関係ないと考えられる。

Fig.27. Absorbance Curve of Opal

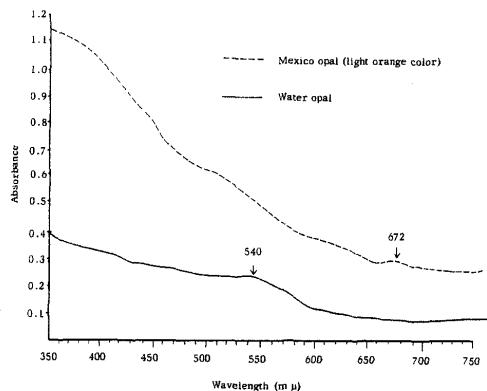


Fig.28. Absorbance Curve of Mexico Opal

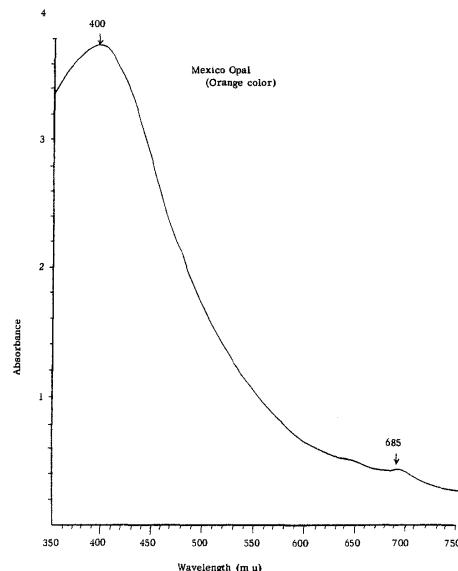
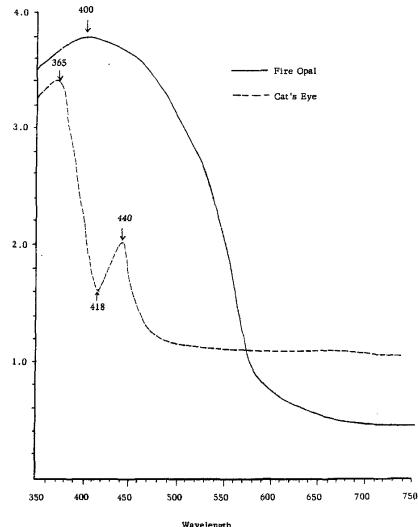


Fig.29. Absorbance Curve of Cat's Eye & etc.



八丁直義

Table 10. オパールの主要吸収

波長	Mexico opal		Fire opal (orange)	Water opal (colorless)	主要吸収
	(light orange)	(orange)			
可視部 (mμ)		400	400	540	○
	672	685			
Fig	27	28	29	27	△

9. その他の天然石

9.-1 Cats eye

不透明又は亜透明な石で変彩を示すものは全て Cats eye と呼ばれるが、真正な Cats eye は金緑石 (Chrysoberyl) である。

組成は BeAl_2O_4 で Table 11. Fig 29.30 に示すとおり 440mμ に鉄による吸収が認められる。

9.-2 Amethyst

Amethyst は紫色の水晶で、その中に含まれるマンガンが着色原因だといわれるが定説はない。

Amethyst の吸収は 550mμ にゆるやかな極大値を示すのみで特に変った吸収は認められない。

(Table 11. Fig 31.)

9.-3 着色メノウ

Cr によって着色したと考えられる緑色の着色メノウの吸収は、Table 11. Fig 12 に示すとおりで 430mμ と 625mμ にゆるやかな吸収を示すのみである。

メノウはポーラスな鉱物で比較的着色しやすいので最近は褐、緑、のほか紫にも着色されている。

9.-4 イオライト

イオライトは、かつて Water Sapphir とも呼ばれた宝石で、組成は $\text{Mg}_2\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{18}$ であり、Mg の一部が鉄やマンガンで置換されているといわれる。

イオライトの吸収は、その中に含まれる鉄によるもので天然のブルースピネルに類似しており、378mμ、393mμ、423mμ、448mμ、590mμ に吸収が認められ、そのうち 590mμ の吸収はゆるやかで巾が広い。

9.-5 アパタイト

アパタイトの吸収は、希土類の吸収にもとづくものでブルー系統と黄色系統の二種類がありここでは黄色について測定した。

黄色では Table 12. Fig 33 に示すとおり、363mμ、528mμ、580mμ に夫々特徴的な吸収を持っており、ブルー系統では 512mμ、491mμ、464mμ に特徴のある吸収が存在するといわれている。

9.-6 ガーネット

ガーネットの中でぶどう酒色を示し、最も珍重される pyrope Garnet の、純粋な場合の組成は $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ であるが、この場合は無色で通常は鉄およびクロームを含有するためにぶどう酒色を呈している。

ここで測定したのは Almandite Garnet で Table 12. Fig 32 に示すとおり、574mμ、520mμ 505mμ の Almandite Garnet の特徴的な 3 本の吸収がみとめられる。

ガーネットは Fig 35 に示すとおり多くの種類があ

貴石及び半貴石(第2報)

り、又色も夫々異なるので吸収も又多くの型があると考えられるが、化学組成及び物理的性質も連続的に変化するので吸収ピークも連続的に変化していく事が予想される。

9.-7 ムーンストーン

ここではチョコレート色のムーンストーンについて測定したが、Table 12 Fig 31.に示すとおり特徴的な吸収は認められなかった。

Fig.30. Absorbance Curve of Citrine & etc.

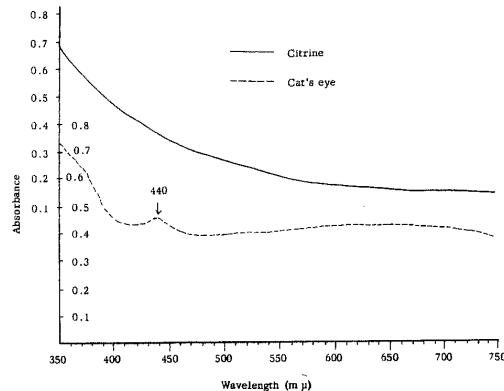


Fig.31. Absorbance Curve of Amethyst & etc.

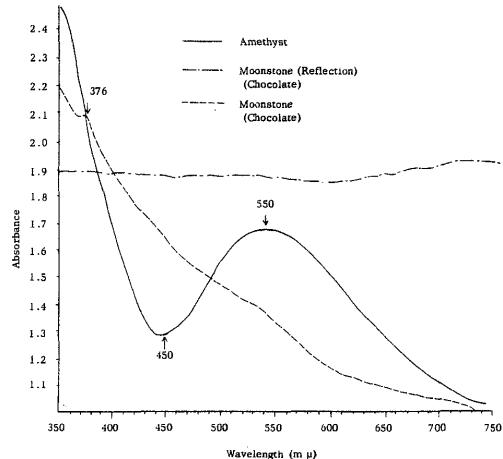


Table 11 天然貴石の主要吸収等

波長 可視部 (μ)	Cat's Eye	Amethyst	Colored Agate (green)	Tolite	主 要 吸 收	特 性 吸 收
365				378	○	○
440	440		430	393	○	○
				423	○	○
				448	○	○
		450*		590	○	○
				625	○	○
Fig	29	30	31	12	24	

印は吸収の極少値

八丁直義

Table 12 天然貴石の主要吸收等

	Apatite (Yellow)	Garnet (Dark purple)	Moon Stone (Chocolate)	Tourmaline (Dark green)	主要 吸収	特性 吸収
波長 (m μ)	363	368			○	○
			376		○	○
		402			○	○
		430			○	○
		462			○	○
		505			○	○
		520			○	○
	528	574			○	○
	580	700			○	○
			580 * or 590		○	○
			713~715		○	○
Fig	53	32	31	33		

印は吸収の極少値

Fig.32. Absorbance Curve of Garnet & etc.

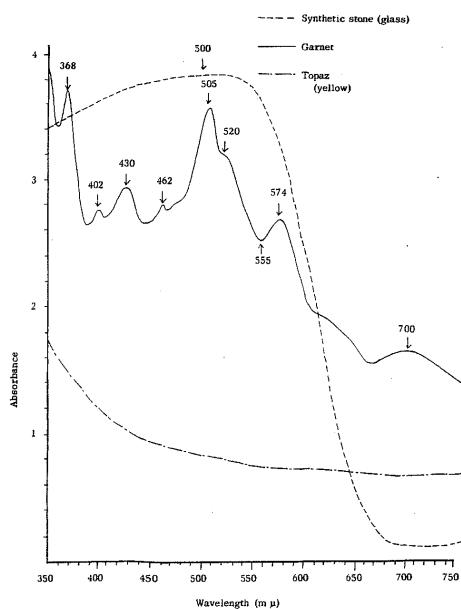
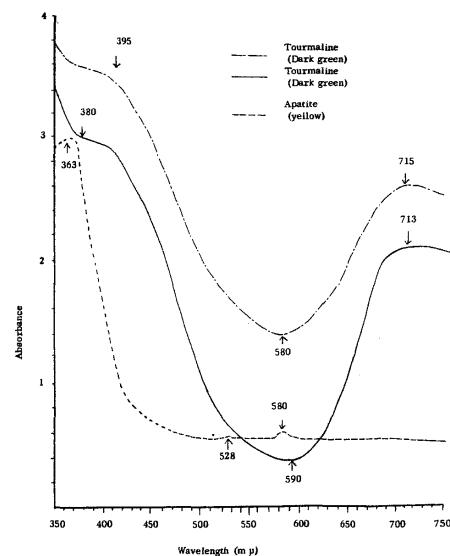


Fig.33. Absorbance Curve of Tourmaline & etc.



貴石及び半貴石(第2報)

9 . - 8 トルマリン

トルマリンの吸収は Table 12. Fig 33 に示すとおりで、 $580\text{m}\mu$ 大きな吸収の極少値が認められるほかは特徴的な吸収は認められなかつた。一般にトルマリンは複雑な組成を有し吸収曲線は同定にはあまり利用できない。(Table 11.12 Fig 29 ~ 33.35)

10. 緑色ガラス

緑色ガラスの可視部における吸収は Table 13、Fig 32, 34 に示すとおりで、クリン又は香港とスイと呼ばれているのが同じガラス製品であることを示している。これらのものは顕微鏡で注意してみれば、ガラスに特有な円形の気泡が認められる。ブドウ酒色のものは $50\text{m}\mu$ から $550\text{m}\mu$ までは殆んど一様な吸収を示すが、それをすぎると吸収は急激に減少する。

Fig.34. Absorbance Curve of Green Glass

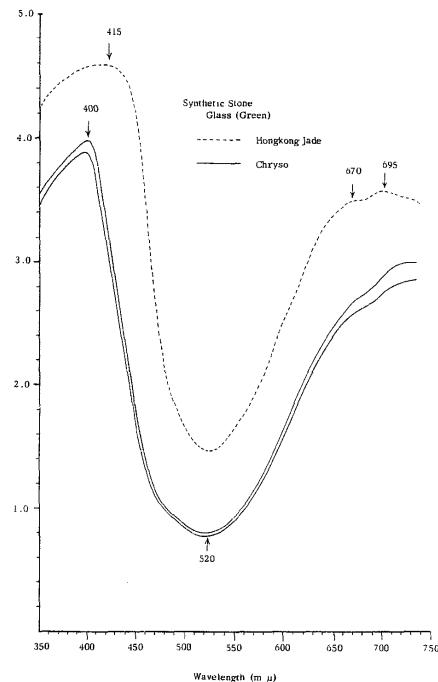


Fig.35. Garnet Group

Species	Formula	Density	Color
General Formula			
$X_3 Y_2 (\text{SiO}_4)_3$	Almandite $\text{Fe}_3 \text{Al}_2 (\text{SiO}_4)_3$	4.32	Red, Reddish Brown
$X = \text{Ca, Mg, Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$	Pyrope $\text{Mg}_3 \text{Al}_2 (\text{SiO}_4)_3$	3.58	Red to nearly Black
$Y = \text{Al, Fe}^{3+}, \text{Cr}^{3+} (\text{Ti, Mn}^{3+})$	Spessartite $\text{Mn}_3 \text{Al}_2 (\text{SiO}_4)_3$	4.19	Orange to Red Dark, Brown
	Grossularite $\text{Ca}_3 \text{Al}_2 (\text{SiO}_4)_3$	3.59	White, Yellow, Pink, Green
	Andradite $\text{Ca}_3 \text{Fe}_2 (\text{SiO}_4)_3$	3.86	Yellow, Greenish Brown
	Uvarovite $\text{Ca}_3 \text{Cr}_2 (\text{SiO}_4)_3$	3.78	Emerald-Green

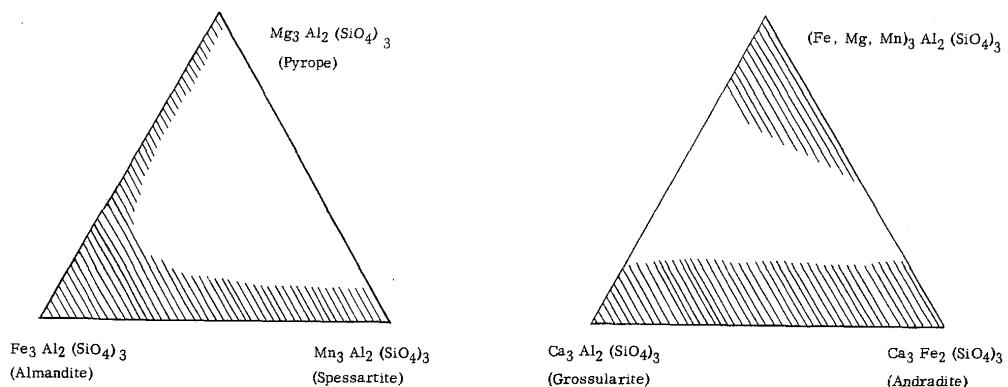


Table 13. ガラスの主要吸收

材質	glass			主要 吸収
通称 波長	Hong kong Jade (green)	Chryso (green)	Garnet (dark purple)	
可視部 (mμ)		400 415 520 * 670 695	520 *	350 ↓ 550
Fig	34		34 730	32

*印は吸収の極少値

11. 結論

文献

以上の結果よりみて、可視部および紫外部吸収は、従来他の方法では困難であった、天然エメラルドと合成エメラルドの判定、ひすいの着色の有無、天然スピネルと合成スピネル、天然コランダムと合成コランダムの判定に有力な知見を与えることが判明した。

一方黄水晶、合成着色サファイア、オパール、トルマリン、トパーズ、ムーンストーン等のように余り有効でない場合もあることが判明した。

又一方ガーネット等のように、連続的に吸収が変化するものについては、なお多くの測定を行なう必要のあることが痛感される。

最後に測定に際し色々と御儘力頂いた、島津製作所中央研究部の方々に感謝の意を表します。

- 1) Robert Webster;Gems Volume 1,2 1962
- 2) LG Bery Brian Mason;Mineralogy 1959
- 3) Richard T Liddi Coat JR;Hand Book of Gem Identification
- 4) BW Anderson,Gem Testing 1959

Precious Stone and Semi Precious Stone

The Absorption Spectra of Precious Stone and Semi Precious Stone from
Ultra-Violet Region to Deep Red Region

Naoyoshi Hattcho

Nagoya Customs ShimizuBranch 1-35 Hinodecho
Shimizu City Shizuoka Pref.

From the point of view of gemstone identification the absorption spectrum is the most important.

In many cases, the color absorption can determine the natural or synthetic origin of a gemstone, and detect cases of artificial coloration.

Recently I have tested the gemstone by Shimazu MPH-5, and found it was to be reliable in identification of gemstone.

(Received 29.Jan.1

(Received 29.Jan 1968)