

ノート

象牙の鑑別

石 黒 昌 孝 , 関 川 義 明 , 武 藤 五 生

Identification of Ivory

Masataka ISHIGURO, Yoshiaki SEKIKAWA and Itsuo MUTO*

*Tokyo Customs Laboratory

5-5-30, Konan, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan

Identification of ivory is necessary in order to perform Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora at customs.

We studied about differences between ivory and relatives of ivory by methods mentioned bellow. The methods are determination of physical constants (specific gravity, refractive index, hardness) and measurement of fluorescence excited by ultra-violet radiation 3650A), infrared spectra and X-ray diffraction.

Specific gravity for soft type ivory is 1.7~1.8 and 1.8~1.9 for hard type ivory.

We observed "Retzius Line" on a cross section of ivory. We obtained useful data by infrared spectrometry and X-ray diffractometry for discrimination of ivories.

- Received April 28, 1989 -

1 緒 言

象牙及び象牙製品は、絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約（ワシントン条約）により輸出入が規制されている。即ち、密林の減少、密猟等により象の生存数が年々減少しており、保護が必要なためインド象は附属書Ⅱ、アフリカ象は附属書Ⅰによって厳重な規制を受けている。

象牙、象牙製品及び類似関連物品の関税率表分類は、Table 1 に示すとおりで、象牙か否かの鑑別が税番を決定する上で非常に重要である。

象牙はその優美な性状から、有史以前より彫刻工芸材料として用いられ、数々の美術品を生み出している。

我が国においても根付などの独特の工芸品があり、印材、楽器の部分等の需要が多い。昭和 63 年には原材料として 143 トン、31 億円また製品として約 31 トン、22 億円が輸入されている。

象牙を大別すると、インド（東方のもの）とアフリカ（西方のもの）に別れ、さらに性状によりハード型とソフト型に分類される。産地別分類を Table. 2 に示す。附属書Ⅰ及びⅡの関連から、産地別の鑑別を要求される場合もある。

象牙の品質は、透明度がありピンクの柔らかな色合いのものが上質でさらに、ソフト型よりハード型の方が上質である。インド象の象牙は、中間型で組織は柔らかく白色で細工に適するとされている。

* 東京税関輸入部分析部門 〒108 東京都港区港南 5-5-30

象牙の鑑別は、象牙の形状そのままであれば容易であるが、加工品ではかなり困難な場合が多い。象牙類似品としてニューアイボリーと称する模造品、動物の牙、角、歯、骨を用いた製品、椰子から得られる植物象牙、プラスチックを用いた模造品等がある。精密な細工品では、非破壊での分析依頼が多く鑑別に困難な場合が多い。

象牙の鑑別は、取扱業者による長年の経験と熟練に負うところが大きい。鑑別法も Webster¹⁾の著書に記載がある程度で、研究報告も少ない。著者らは、象牙と象牙の類似物品として用いられる牙、角、骨、植物象牙等について比較検討した。

Table 1 Tariff NO. of ivory and relatives (Raw materials and products)

| | | 税 番 | |
|---------------|---|-------------------|-------------------|
| | | 原 料 | 製 品 |
| 牙 角 歯 | 象牙 せいうち、いっかく、いのしし さい 鯨（まっこう鯨）、かば | 0507.10 | 9601.10 |
| 骨 枝 角 | 鯨 | 0507.90 | 9601.90 |
| | 牛、らくだ | 0506 | |
| | 鹿 | 0507.90 | |
| 植 物 | 象牙やし（コロソ） エジプトやし（ドームパルム） | 1404.90 | 9602.00 |
| プラスチック 石 膏 | セルロイド 石膏、粘土 など | 3912 他 （構成材料別） | 3926 他 （構成材料別） |

Table 2 Types and origin of elephant ivories

| インド象 | | インド、ビルマ、タイ |
|-----------------------|------|-----------------------------------|
| ア フ リ カ 象 | ソフト型 | ケニア、タンザニア、ナミビア ボツアナ、ザンビア、南アフリカ |
| | ハード型 | コンゴ、ガボン、ザイール アンゴラ、中央アフリカ |

2. 実 験

2.1 比 重

常法により測定する。

2.2 屈折率

GIA 屈折計により測定する。

2.3 硬 度

微小硬度計及びモース硬度計により測定する。

2.4 紫外線照射による蛍光特性

3,650 の紫外線を照射して観察する。

2.5 組織組成

横断面と縦断面の二方向を、光学顕微鏡、拡大鏡等で観察し、必要に応じ、写真撮影をする。

2.6 赤外線吸収スペクトル

ATR 反射法または試料の極少量を採取し、微粉末化後、KBr 法により測定する。

2.7 X 線回折試験

試料の平滑面または試料の粉末を用いて測定する。

3. 結 果

3.1 物理恒数（比重、屈折率、硬度）

象牙及び類似関連物品の測定結果を Table 3 に示す。

Table 3 Physical constants of ivory and relatives

| 品 名 | 比 重 | 屈折率 | 硬 度 |
|---------|-----------|-----------|-------|
| 象牙（ソフト） | 1.7 ～1.75 | 1.54 | 2 1/2 |
| 象牙（ハード） | 1.8 ～1.9 | 1.54 | 2 3/4 |
| せいうち牙 | 1.95～ | 1.54 | 2 1/2 |
| いっかく牙 | 1.95～ | 1.54 | 2 1/2 |
| いのしし牙 | 1.9 | 1.54 | 2 1/2 |
| かば歯 | 1.95 | 1.55 | 2 3/4 |
| まっこう鯨歯 | 1.98 | 1.55 | 2 3/4 |
| さい角 | 1.29 | 1.54 | 2 1/2 |
| 鹿角 | 1.7 ～1.8 | 1.56 | 2 1/2 |
| 水牛角 | 1.65 | 1.55 | 2 |
| 牛骨 | 2.0 | 1.54 | 2 1/2 |
| 牛骨 | 1.98 | 1.54 | 2 1/2 |
| 植物象牙 | 1.38～1.43 | 1.54 | 2 1/2 |
| 粘土 | 1.8 ～2.0 | — | — |
| プラスチック | 1.3 ～1.5 | 1.50～1.63 | 2 ～4 |

3.1.1 比重

極めて有効な数字が得られる。ソフトタイプとハードタイプの区別を始め、歯、角、骨、植物象牙及び模造品の鑑別に欠かせない方法である。

3.1.2 屈折率

プラスチック、粘土を用いた模造品と象牙製品との鑑別は明確であるが、歯、角、骨、植物象牙との間の測定値には大きな差はみられなかった。

3.1.3 硬度

象牙のソフトタイプとハードタイプの判別、粘土、プラスチックを用いた模造品と象牙、歯、角、骨、植物象牙との鑑別には有効な値が得られる。

3.2 紫外線照射による蛍光特性

波長 3,650 の紫外線を照射した時の蛍光特性を Table 4 に示す。

プラスチック及び粘土の模造品は、全く異なった性状を示す。しかし、天然物では色調はやや異なるものの、蛍光を有するので必ずしも有効な手段とは言えない。

Table 4 Fluorescence excited by ultraviolet radiation of ivory and relatives

| 品 名 | 紫外線下呈色 | 組織・性状・特徴 | 主 要 成 分 |
|--------------|--------|------------------------------|--|
| 象 牙 | 青色蛍光 | 神経孔の存在 横断面：菱形模様 縦断面：木目 | $(\text{Ca}_2\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6\text{Ca}_4$ 無機物：65% 有機物：35% |
| せいうち いっかく | 青色蛍光 | 粗い網目状 | $(\text{Ca}_2\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6\text{Ca}_4$ |
| か ば | 青色蛍光 | 細かい網目状 | $(\text{Ca}_2\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6\text{Ca}_4$ |
| いのしし 鯨 | 青色蛍光 | 導管が真直に並ぶ粗い組織 | $(\text{Ca}_2\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6\text{Ca}_4$ |
| 牛 骨 | 青白色蛍光 | 横断面：導管が円形空洞をなす | $(\text{Ca}_2\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6\text{Ca}_4$ 無機物：75% 有機物：25% |
| 鹿 角 | 弱淡白色蛍光 | 導管はあるが空洞が少ない | $(\text{Ca}_2\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6\text{Ca}_4$ |
| 水牛 角 | 弱淡青色蛍光 | ち密に網目状をなす | たん白 |
| 植物象牙 | 弱青色蛍光 | 細長い細胞壁が平行に走っている | セルロース |
| さい 角 | 淡青白色蛍光 | ち密に網目状をなす | たん白 |

3.3 光学顕微鏡、拡大鏡による組織組成の観察
象牙と骨の断面図を Fig. 1 に示す。

組織観察は、象牙を鑑別するうえで極めて重要である。特徴、成分等を Table 4 に示す。

象牙は、上部の門歯が伸長したもので一生成長を続ける特徴を持っている。そのためには歯髄（神経）は先端まで続いており、象牙質のみとなっている。売買される状態の象牙では、中心部の歯髄はなくなり孔の空いた状態になっている。

組織観察では、横断面について観察する。神経孔の存在と斜めに弧状した交差した曲線状の菱形模様を確認することが、鑑別の重要なポイントである。ソフトタイプとハードタイプを Photo 1, 2 に示す。中心部分の黒い点が神経孔である。曲線状の菱形模様 Retzius の線といわれる象牙独特の模様で、判定に役立つ重要な要素である。Photo 3 に示す鯨歯は導管が垂直で放射線状に発達している。Photo 4 に示す水牛角では均一である。骨では、骨細胞の入っていた多数の空隙が観察される。

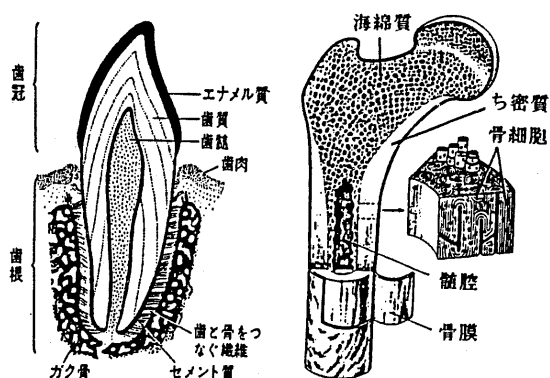


Fig. 1 A cross section of ivory and bone

3.4 赤外線吸収スペクトル

Fig. 2, 3 に象牙ソフト、象牙ハード、鯨歯、水牛角、牛骨の吸収スペクトルを示す。

象牙の吸収は、65:35 といわれるりん酸カルシウムとたん白質による吸収が認められる。

水牛角はたん白質による吸収スペクトルを示し、さい角も同様の吸収スペクトルを示すことから、象牙とは容易に判別することができる。

牛骨はりん酸カルシウムが主成分であることから、りん酸カルシウムに起因する吸収スペクトルが強く現れている。

植物象牙は、セルロースの吸収スペクトルを示し、ま

た、プラスチック及び粘土はそれぞれ構成材料の吸収スペクトルを示すことから、他との鑑別は容易である。

正確な鑑別をするためには、標準物品を同条件で測定し、吸収スペクトルを比較するのが良い。

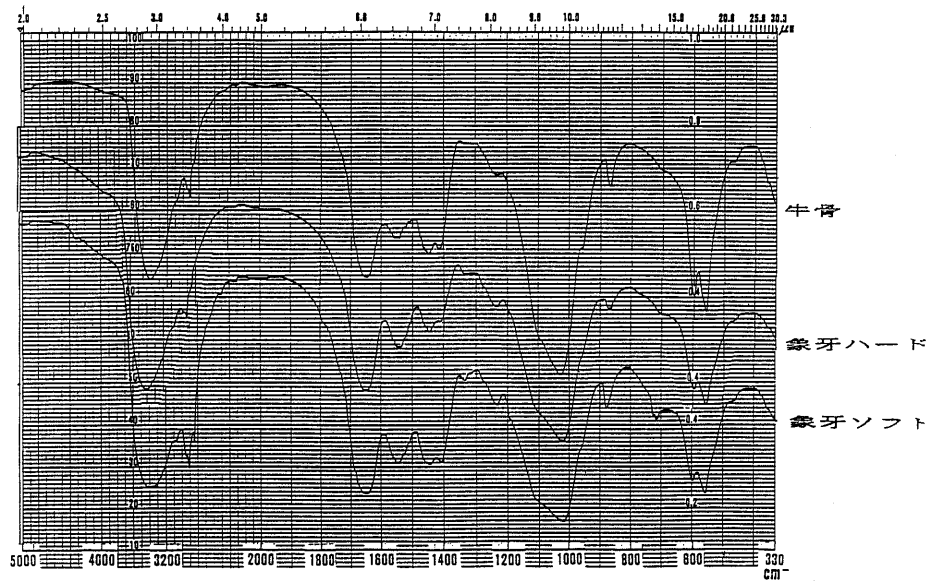


Fig. 2 Infrared spectra of ivory and relatives

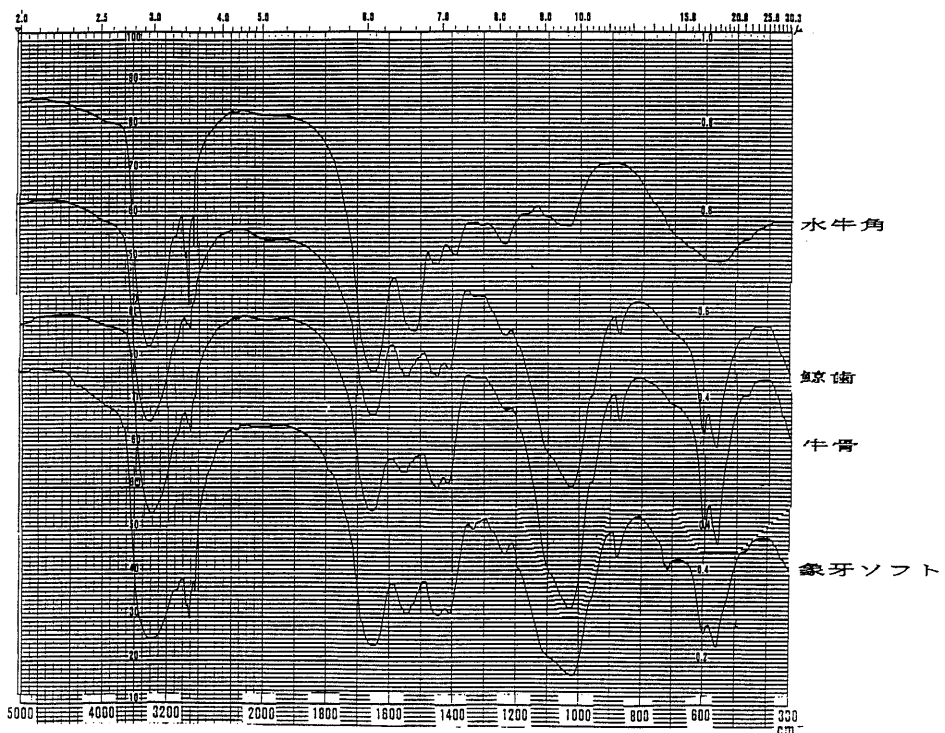


Fig. 3 Infrared spectra of ivory and relatives



Photo 1. Ivory, soft type, from the Kenya area



Photo 2. Ivory, hard type, from the Congo area

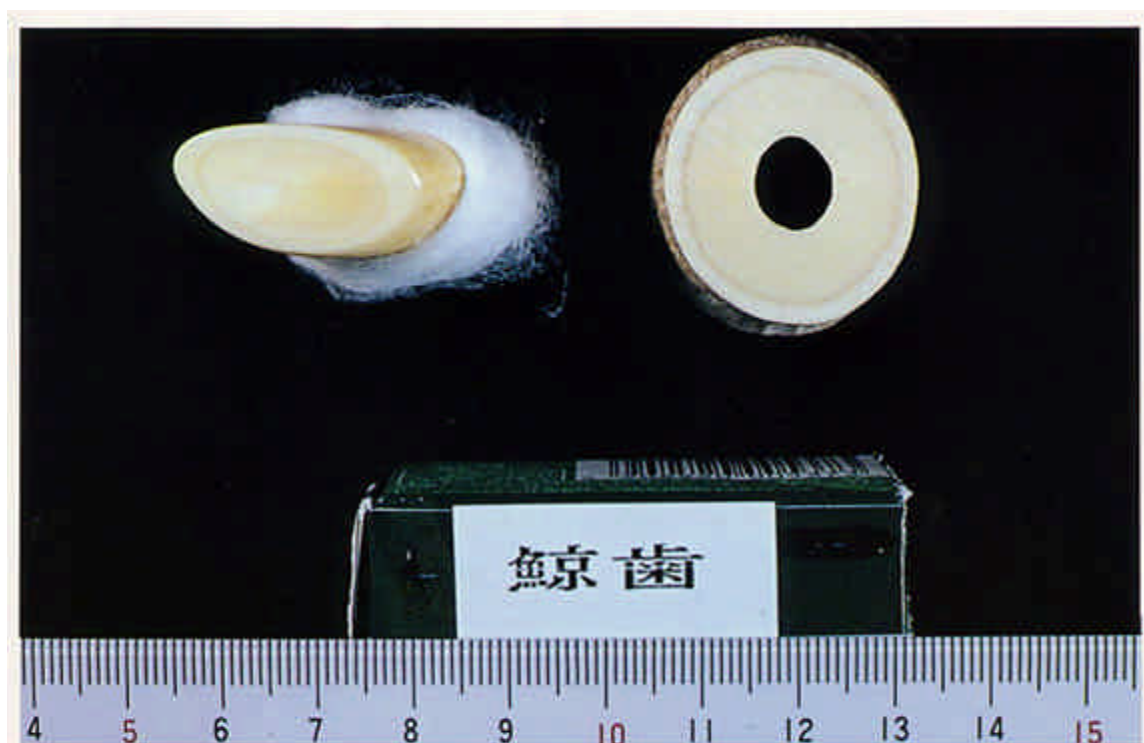


Photo 3 . Tooth of sperm whale

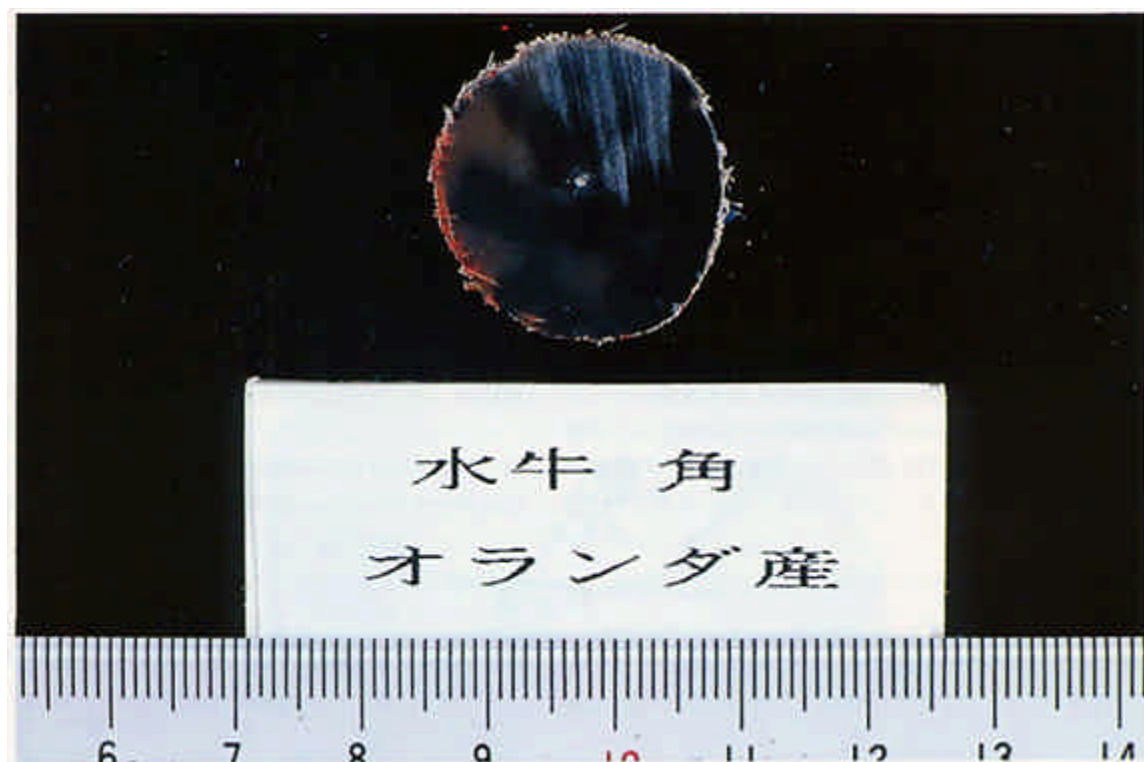


Photo 4 . Horn of buffalo from The Netherlands

3.5 X線回折試験

測定結果を Fig. 4 に示す。いずれの試料にもりん酸カルシウムによる回折線が認められる。特徴としては、ソフト型象牙の場合りん酸カルシウムの回折線の

ほかに、たん白質に起因する非晶質ハロ - の回折線が認められる。水牛角はたん白質による回折を示し、プラスチック、粘土はそれぞれの成分による回折を示すことから、象牙との鑑別は十分に可能である。

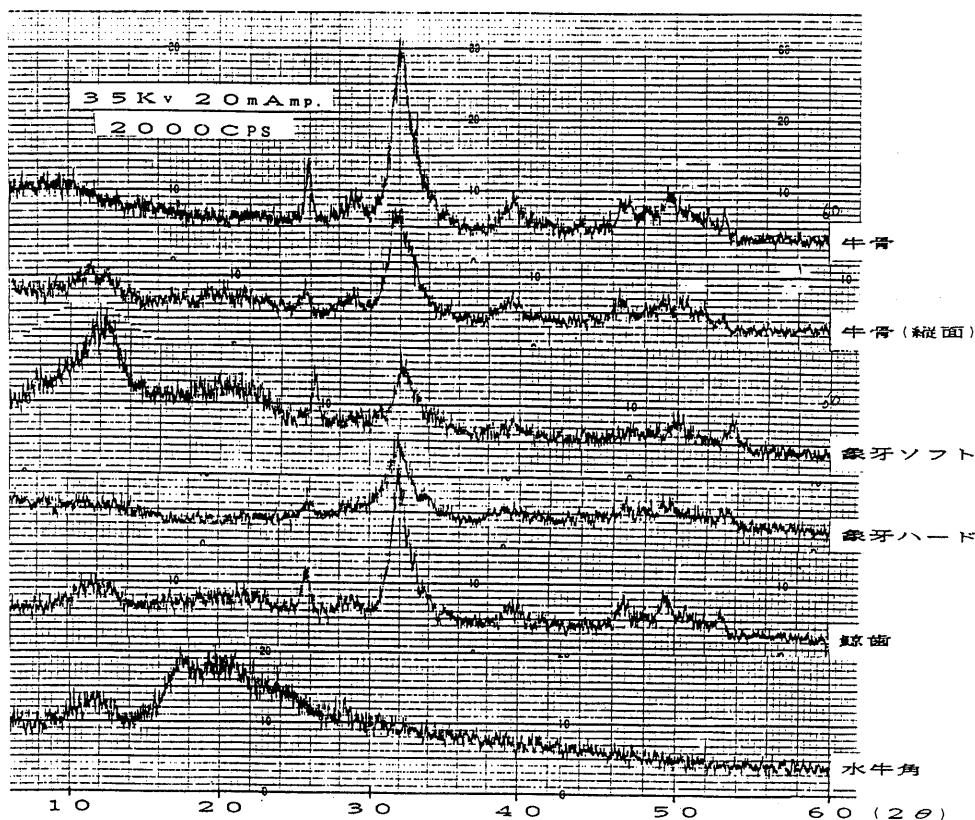


Fig 4 X-ray diffraction patterns of ivory and relatives

4. 要 約

象牙、象牙類似物品、模造品などについて、非破壊分析を目的に鑑別法を検討した。

決め手となる鑑別法は、組織組成の光学顕微鏡、拡大鏡などによる観察で、横断面にみられる象牙のみが

有する曲線の菱形模様を確認することである。比重、屈折率、硬度、紫外線照射による蛍光、赤外線吸収スペクトルおよびX線回折試験の結果を総合的に比較検討することによって正確な鑑別が可能である。ソフト型及びハード型象牙についても総合的手段によって鑑別できる。

文 献

- 1) Websyer : GEM P 519 (1947)