A STUDY OF REFLECTANCE SPECTRUM OF NASAL MUCOSAL PATHOLOGY

SHIGERU FURUTA, M. D.

Department of Otolaryngology, Kagoshima University, Faculty of Medicine, Kagoshima

An analysis concerning the mucosal color and its pathophysiological significance was made on 24 normal subjects and 28 allergic patients using reflectance spectrophotometer system which was designed and manufactured for the present report. The results obtained were as follows;

- 1) By analyzing the reflectance spectra of Munsell's Color Standards, it was proved that the characteristics of the different colors could be readily determined.
- 2) In normal subjects, there were three main positive waves of the spectra: the peak at around 500nm (P1), the smallest at around 560nm (P2) and the highest one at 660nm (P3).
- 3) It was found that the spectral peak of P3 in patients with nasal allergy, when compared to that of normal subjects, shifted remarkably toward the shorter wavelength at around 640nm and the increment of the absorption band at around P2 was also observed.
- 4) Markedly decreased height of P2 wave was seen in chronic sinusitis. A flat pattern of the entire spectra was seen in nasal polyp.

Reflectance spectrophotometric analysis is highly useful as a non-invasive and objective method not only to record the color of nasal mucosa but also to evaluate the mucosal pathophysiology of the upper airway.

A86—0761—30891

鼻粘膜病態の反射光スペクトル解析による研究

—— II 色調と光スペクトルの関係 ——

鹿児島大学医学部耳鼻咽喉科学教室（主任：大山 勝教授）

古 田 茂

I はじめに

鼻副鼻腔のみならず、疾病の本態を解明する場合、病理組織学的、生理学的さらには生化学的研究手法によるアプローチが基本となることは言うまでもない。しかし、日常臨床ではまず第1に視診による病像の把握と軽重の判定が最も多用され、その臨床診断上の価値は、今日でも依然として大きい。特に、耳鼻咽喉科領域の診療では、視診の占める割合は、他領域における診療手段と比べてかなり高く、かつ重要と考えられている。また、病変における色調の調化は、形状の変化などとともに、

視診上重要な要素である。そして、粘膜疾患のあるものは色調の変化が診断の根拠となり得ることが少なくない。鼻腔粘膜を主体とする粘膜病変における色彩学変化を表示するために、萩原¹⁾、寺尾²⁾、八木沢³⁾らによって、幾つかの客観的手法が報告されてきた。しかし、これらの方法は、視感比色法であり、色彩的学的変化を検者の経験でとらえる表示法としては有用と思われるが、色彩学的変化を反映する病態の真の姿までは明らかにするに至らなかった。

そこで、われわれは粘膜の色彩学的変化をより一層客

観的に表示し、鼻粘膜の病態をも併せて説明する目的で、光電比色法による鼻粘膜の色調客観表示法の開発に携わってきた^{4)~9)}。開発当初は、波長 800nm の光を用いて、鼻粘膜面と口唇における反射光量を比較し、その相対値を求め、鼻粘膜色調を測定する方法(吸光度計)を開発した⁴⁾⁵⁾。次いで、可視領域における各波長(400-800nm)の鼻粘膜反射スペクトルを測定記録しうる装置を開発し、本装置が上気道の粘膜色調の客観的表示法として優れ、また、その病態をも説明する有用な手段となりうることを示唆した^{8)~9)}。しかしながら、本装置は scanning 時間が30秒と長く、optic fiber を粘膜面に接着できないことが欠点として指摘され、改良の必要があった。

そのため、今回著者は、従来の上気道粘膜反射スペクトル装置に改良を加え、さらにコンピューター解析法を導入することにより、計測時間が短く、多時間表示法の行い得る粘膜反射スペクトル装置を開発した。そして、本装置を用いて基礎的検討ならびに臨床応用を試みた結果、若干の興味ある新知見が得られたのでここに報告する。

Ⅱ 上気道反射スペクトル解析装置

1) 原理

光が物体に投射されると、光の一部は表面反射し、残りは物体の中へ屈折して進入する。進入した光は物体の性質に基づきスペクトルのある波長が選択吸収され、透過光が再び外に出てくるか、これが物体(質)色を感覚させるのである。そして、投射した光の可視波長全域に対して、その何割が拡散反射あるいは透過したかの度合い、つまり視感反射率を測定すれば物体色を表示できるわけである。しかし、これのみで物体色の特性を示すことは、基準となる投射光が安定していて、しかもそれがいつでも正確に再現できなければ測定が非常に困難であり、光源色と物体色を感覚的に比較すること自体が無理である。そのため、物質色の分光特性を測る場合は、標準となる対照をおこななければならない、不透明体の標準試料としては、視感反射率が可視波長全域に対して約97.5%を示す酸化マグネシウム(MgO)が良いとされている¹⁰⁾¹¹⁾。したがって、標準試料と他の物体試料の視感反射率をスペクトルの各波長ごとについて比較したもの(分光比反射率)が比較材料となる反射スペクトルである。なお、各波長ごとの視感反射率を ρ'_λ 、物体試料の各波長ごとの視感反射率を ρ_λ とすれば、分光比反射率

Table 1 Intra- and extra-cellular biological pigments.

Hemoglobin: Hb-O ₂ , Hb, HbCo,
Myoglobin: Mb-O ₂ , Mb, MbCo,
Cytochromes: mitochondrial a(a ₃), b(br), c ₁ , c
microsomal b ₅ , p-450
Hydroperoxide: catalase, peroxidase
Flavoproteins
Pyridine nucleotide
Bile pigments: bilirubin, biliverdin, urobilin etc.
Porphyrin: proto- uro-, copro-porphyrin etc.
Carotenoid
Ferritin, Hemosiderin etc.

Y_λ との間には、 $Y_\lambda = \rho_\lambda / \rho'_\lambda$ の関係がある。

ところで、生体においては、Table 1 に示すような生体酵素ないしは、色素が光の吸収、反射の役目を演じている。粘膜においては、主として血液中の hemoglobin や、種々の生体発色分子による各波長の吸収、反射が行われ、その結果特有の色調を呈しているわけである。これらの物質は様々な機能を営んでいるので各種病態に応じてその働きに変化が起きることは十分想像される。それゆえこれらの生体活性物質の質的、量的変化によって生ずる反射波長の相違を記録測定することは、粘膜色調の違いを客観化するとともに、究極的には粘膜病態の成因の一端を解明しうる可能性がある。

2) 測定装置

本装置はマルチチャンネル分光測定法を生体測定に応用し、各波長のデータを高速に microcomputer に記憶し、各波長の強度の相対的変化または時間的変化を精密に測定しうるものである (Fig. 1)。

Fig. 2 はその block diagram を示している。光源 (UL-005, ヨーソランプ 100W) より出た光は、optical fiber を通って粘膜面に接着照射、粘膜内で拡散反射された光は、同軸の受光用 fiber を通り、ツェルニターナ回析格子型の分光器 (UM-001, ユニオン技研) に入射する。この入射光は分光器で分光され MCPD (multichannel photo detector) 検出器上に band spectrum として各波長に分かれて集光する。MCPD 検出器は photo diode を 1024 個配列したもので、512 ch の信号を同時に検出することが可能である。この素子から得られた検出信号は、control 回路を経て、microcomputer の memory

Fig. 1 Reflectance spectrophotometric system.

Fig. 2 Block diagram of reflectance spectrophotometric system.

に記憶され、演算処理をした後に monitor に表示し、また、XY recorder (RA-452, ユニオン技研) に出力することが可能である。

3) 測定方法

被検者は耳鼻咽喉科診察用椅子に安静に座らせ、頭部は固定した。直径 3 mm の fiber の先端を静かに下鼻甲介の粘膜面に接着させ、反射スペクトルを測定した。あらかじめ鼻粘膜と対比させるために、基準物質として

Fig. 3 Reflectance spectra of Munsell's color-sheets. R—red, Y—yellow, G—green, B—blue and P—purple.

MgO を選択し、その反射スペクトルを測定し、memory させた上で、個々の鼻粘膜の分光比反射率曲線（以下粘膜反射スペクトルと呼ぶ）を測定した。また、同時に演算処理により分光比透過率曲線（以下粘膜吸収スペクトルと呼ぶ）も検出した。400nm-800nm の波長領域で scanning する時間は 20msec に設定した。

Ⅲ 研究 成 績

1) マンセル色標の反射スペクトル

マンセル色標とは、1927年 A. H. Munsell により発案された記号により表示する色標で、現在使用されているものは、その後アメリカ光学会 (Optical Society of America) の測色委員会が初版の感覚的な等歩度の不規則性を改良したものである¹⁰⁾。

著者は粘膜反射スペクトルを調べる前に、基礎の実験として、従来より、視感比色法に使用され有用性の認められているマンセル色標を用いて、その色の三属性の異なる色標について、それぞれ反射スペクトルとの対応を試みるにより、本装置の色彩学的表示法の妥当性の可否を検討した。Fig. 3 は色相の変化を反射スペクトルにて表示したものである。色相は、スペクトルの各単色光の刺激に対して、短波長から長波長に移動するにつれて、その色覚の色調順に紫、青、緑、黄、橙、赤と抽象表現するものである。そのため、物体の色が青であればその物体は短波長光を拡散反射し、その反対に、赤であれば、その物体は主として長波長光を拡散反射することになる。今回選択した 5 種の色標は、その性質からすると、短波長域から紫、青、緑、黄、赤の順に反射光が得られなければならない。その反射スペクトルを検討すると、紫を除く 4 種の色標はその性質に対応した成績が得

Fig. 4 Reflectance spectra of Munsell's color-sheets. (Hue—5RP, Chroma—8)

Fig. 5 Reflectance spectra of Munsell's color-sheets. (Hue—7.5RP, Value—5)

られた。この結果は、紫の反射光が得られる 400nm 付近では、本装置の fiber および光源に特性上、測定限界と考えられた。

Fig. 4 は色相 5RP、彩度 8 の色標の中から明度の差を認める 5 枚の色標を選択し、反射スペクトルを測定したものである。明度 6 までは、650nm と 750nm 付近に peak を保ちながら、その反射域値は上昇傾向が認められる。明度 7 では、620nm 付近の反射域値が強まり、反射波形に変化が認められた。光が多量に眼に入射すればそれだけ明るい感覚を生じ、この明るさの感覚を定量化したものが明度である。エネルギースペクトルをみた場合、われわれの眼は中波長光を最も明るく感じ、一方、短、長波長光では暗く感ずるとされている。したがって、Fig. 4 に示す peak 値の中波長域での増加は、明度の変化を忠実に反映していると理解できる。

彩度と反射スペクトルの関係を検討すると、彩度の変化は反射域値の上昇という形で認められ、ほぼ規則性を

Fig. 6 Reflectance spectrophotometric curve of nasal mucosa in normal human adult.

Fig. 7 Reflectance spectrophotometric curve of nasal mucosa following nasal spray with decongestant.

持つものと考えられた (Fig. 5)。

2) ヒト鼻腔粘膜反射スペクトル

a) 正常者の鼻粘膜反射スペクトル

Fig. 6 は正常成人の下鼻甲粘膜の反射スペクトルを示している。その波形は、3つの陽性波（以下P波）と2つの陰性波（以下N波）が認められ、P波は500nm（以下P₁）、560nm（以下P₂）、660nm（以下P₃）付近に peak を示し、N波は540nm（以下N₁）と580nm（以下N₂）付近に認められた。

次いで、正常者下鼻甲粘膜に血管収縮剤を1回噴霧し、薬剤の鼻粘膜に及ぼす影響について反射スペクトルを用いて検討した。その結果、反射スペクトル波形は噴霧により各波とも域値の上昇を示し、10分後にその peak を示した。以後漸減傾向を示し、噴霧60分後にはほぼ噴霧前の状態に回復した。それに伴って P₃ の波長位置は10分後には、著明に左方移動を示し、その後には噴霧前

1.0

Fig. 8 Parameter of reflectance spectrophotometric curve. ($\#P_2: \Delta P_2 [N_1-N_2]$)

Fig. 9 Comparison of mean value of each wavelength in the spectral peak between normal subjects and patients with nasal allergy.

の状態に徐々に回復した (Fig. 7)。これは、薬剤の薬理学的作用とほぼ一致した。したがって、各標本間の比較対照となるパラメーターとしては P_3 の波長位置, P_2 , P_3 の反射域値, さらに, $\Delta P_2 (N_1-N_2)$ が考えられ, 以下これらのパラメーターについて検索した (Fig. 8)。

b) 鼻アレルギー患者の粘膜反射スペクトル

正常人 24例と鼻アレルギー患者 28例を対象として反射スペクトルを測定した。 P_3 波長位置について検討すると、正常者群の平均値は 656.5 ± 3.2 nm, 鼻アレルギー群では 646.4 ± 10.9 nm で、正常者群に比べて鼻アレルギー群では、やや中波長域に認められた (Fig. 9)。 P_2 の反射域値は正常者群に比べて鼻アレルギー群では著し

Fig. 10 Comparison of peak value (P_2 and P_3) in normal and allergic subjects.

Fig. 11 Comparison of parameter reflectance spectrophotometric curve in the patient with nasal allergy.

い上昇を認めた。しかし、 P_3 の反射域値については、両群の間に有意の差は認められなかった。 $\Delta P_2 (N_1-N_2)$ は、正常群に比べて鼻アレルギー群がわずかに高い傾向が窺われた。また、 P_2/P_3 比について検討すると、鼻ア

Fig. 12 Reflectance spectrophotometric curves of nasal mucosa comparison with normal, allergy, sinusitis and polyp.

Fig. 13 Reflectance spectrophotometric curves of nasal mucosa comparison with normal, allergy, sinusitis and polyp.

アレルギー群では正常者に比べて有意に高値を示し、鼻アレルギー患者の粘膜反射スペクトルは正常者に比べて平坦化の傾向が窺われた。 $\Delta P_2 (N_1 - N_2) / P_3$ 比については、両群に有意の差を認めなかった (Fig. 10)。

上記鼻アレルギー患者群の中で、1カ月有余の期間粘膜反射スペクトルによる経過を観察し得た1症例を供覧する。

症例: M. I., 35歳, 女性。

2年前より通年性にくしゃみ発作, 鼻閉, 水様性鼻汁の症状を来す。初診時, 前鼻鏡所見では右側鼻腔粘膜は蒼白で浮腫状に腫脹していた。しかし, 左側鼻腔粘膜はやや発赤を認める程度であった。鼻汁検査で好酸球陽性(+)ながら, 皮内反応および誘発試験にて特異抗原が判明しないため, 同日より週3日のリノビンによるネブライザー療法を開始した。それにより, 症状は軽快し

Fig. 14 Block diagram of fiber optic spectro-photometer.

た。しかし21日目より症状の再燃があり, 25日目には, その症状は極期に達し, 前鼻鏡所見でも両側下甲介は蒼白で浮腫状に腫脹していた。そして, その後徐々に回復し, 39日目には症状は軽快した。反射スペクトルによる検査成績では (Fig. 11), 特に最下段の P_3 波長位置と中段に示す P_2 反射域値が, 患者の症例, 所見にほぼ一致することが判明した。

c) その他の疾患における反射スペクトル

慢性副鼻腔炎患者の反射スペクトル波形について検討すると, 各P波の域値の低下が認められた。その中で, P_2 波形の消失が特徴的であった。また粘膜反射スペクトルでは, 各波長における反射域値が均一化し, 各波の消失を認め, 波形の平坦化の傾向が認められた。下鼻甲介粘膜から得られた波形とは, 全く異質なものとなった (Fig. 12)。

d) 吸収スペクトルの検討

吸収スペクトル波形は, 反射スペクトルを求める際に, 演算処理にて算出することができる。その波形は, 反射スペクトルとほぼ鏡像を呈した形を示し, 鼻腔内粘膜における吸収スペクトルでは, 540nm から 580nm に及ぶ波長領域の変化が主体であった (Fig. 13)。

Ⅳ 考 按

1) 装置の開発の経緯

1934年, Bernheimer によって始まった, 鼻粘膜色調に関する研究は, 従来より数多くの研究が行われていた。しかし, その多くは視感比色法によるものであった。本邦においては, 1956年 萩原¹⁾ が, 標準色彩表を用いて, 正常者と鼻副鼻腔疾患患者の鼻腔粘膜の色彩学的観察を試み, 併せて, 病理組織学的検索成績とを比較した。そして, 寺尾²⁾ は, 修正マンセル色標を用いて,

正常者の下鼻甲介および鼻中隔粘膜について視感比色的観察を行った。また彼は、本手法を各種疾患についても応用したが、視感比色法がその信頼性や客観性の面で意外に乏しいことを指摘し、色調の研究には、光電比色法を行うべきことを推奨した。八木沢もまた修正マンセル色標を用いて、さらに視感色用の器具を考案し、正常者と各種鼻疾患に対して、下鼻甲介先端部を対照として視感比色を行った³⁾。これらの研究業績を通じて、少なくとも視感比色法を用いた鼻粘膜の色彩学的表現は一応明確にされたといえる。

一方光電比色法に関する研究は、寺尾がその有用性について報告しているが、その成果を出すまでには至らなかった²⁾、また、野村¹³⁾は、fiber optic oximeterを用いて、正常、ビデオン神経切断後、ホルネル症候群および鼻アレルギー患者の下鼻甲介粘膜のエピネフリンによる蒼白化について記録をしている。われわれの教室では、最初に嘉川⁴⁾、大山⁵⁾が鼻粘膜色調の光電比色による客観的表示法の開発に取り込んで、吸光度計を考案した。これは、粘膜色が、主に血色素とより左右されることに着目したものであり、血色素の吸光度が800nmにて酸化および還元 hemoglobin が等電点に達することを応用し、800nmの基準波長にて、吸収量の変化を追求するものである。この方法を用いて、口唇を対照として鼻粘膜を比較し、その相対量を表現した。しかし鼻粘膜色調を具現する要素は、血色素のみではなく、Table 1.に示すような生体内色素の関与が考えられ、血色素を主体とした方法では、正確な色調の表現となり得なかった。そのため、可視領域の各波長における反射スペクトルを測定しうる装置を開発した^{6)~9)}。この装置は、Fig. 14に示すように、白色光を集光後、fiber一端にて粘膜面を照射し、拡散反射された光をもう一方の fiber で外部に導き、モノクロメーターにて分光し、それぞれの光量をY軸に、一方波長位置をX軸に連続的に記録するものである。この方法により、明らかに色調の違いを数量化することが可能となり、また、各種病態像を色彩学的立場から定性表示する成績が得られるようになった。しかし、粘膜内での生体内色素の動態まで追求することは、この装置では不可能であった。また、分光器などに改良の余地があった。そのため、これらの短所を改良すべく、分光器の性能を上げ、演算処理にマイコンを導入し、新しい粘膜反射スペクトル解析装置を開発したのである¹⁴⁾。従来の機器に比べると、無侵襲で、計測時間が短かく、再現性もあり、粘膜色調の変化をより正確にか

Fig. 15 Schematic illustration of the reflectance spectrophotometric analysis applied to the nasal mucosa.

つ詳細に解析可能なものである。また、ほぼ同時期に、佐藤らも独自に同種の機器を考案し、肝臓表面や胃粘膜を fiber にて観察し、臓器内部の病巣や機能障害程度の解明に取り組み、幾つかの興味ある業績を世に問うている^{5)~9)}。

2) 鼻粘膜の反射スペクトル波形

鼻粘膜の反射スペクトル波形は Fig. 6 に示すように500nm (P_1), 560nm (P_2), 660nm (P_3) にみられる3種の陽性波と、540nm (N_1) と 580nm (N_2) に示す2種の陰性波から成り立っている。粘膜面より照射された光は、組織内にて拡散反射され、一部は吸収され、一部は組織外にて反射される (Fig. 15)。本装置はこの反射光を観察するのであるが、反射せず一部吸収された波長帯が、その組織内での生体内色素の動態を示すものと考えられる。その主体となるものは、 N_1 , N_2 で認められる血色素であろう。血管収縮剤噴霧による下鼻甲介に対する薬理学的作用に一致して反射スペクトルの変化が認められたことより、この成分は血色素由来のものであると考えるのが妥当であろう。しかしながら、この波長領域には cytochrome を初めとする他の生体内色素も多数吸収帯を持つため、その波形の変化すべてが血色素由来のものと断定することは不可能である。

一方、組織外に出た反射光は、吸収された光の残存光であるが、組織内にて屈折、反射を繰り返して生じたも

のである。したがって、その波形は内部構築や表面構造の変化を具象するものと考えられる。アレルギー患者の反射スペクトルにおいて、 P_3 の波長位置の中波長域への移動や、慢性副鼻腔炎や鼻茸患の反射スペクトルのpatternの乱れはその事実を具体的に提示しているものであろう。

以上の成績により、本装置は、鼻粘膜色調の客観的表示法としては、他に類をみないものといえよう。また、その反射スペクトルを解析することにより、色調の変化の背景にある病態像を解明する上で、無侵襲かつ瞬時に極めて有用な情報を与えてくれる診断手法でもある。しかし、現時点では、光源の特性により測定限界が存在するため、レーザー光など新しい光源⁹⁾の使用の問題が注目されつつある。将来はこのような反射スペクトル法を用いて、細胞レベルでの病態の解明など臨床診断応用への課題が大いに期待されるところである。

V ま と め

新しい粘膜反射スペクトル装置を開発し、基礎的、臨床的検討を加えた結果、次の成績が得られた。

1. 修正マンセル色標の反射スペクトルはそれぞれの色彩学的変化をほぼ忠実かつ詳細に具現した。
2. ヒト下鼻甲介粘膜反射スペクトル波形は、3つの陽性波と2つの陰性波を構成していた。
3. 反射スペクトルの比較対照となるパラメーターとしては、 P_3 の波長値、 P_2 の反射域値が重要であった。
4. 正常者24例と鼻アレルギー患者28例について反射スペクトルを測定した。 P_3 波長値に関して、後者がやや中波長域に移動していた。また、 P_2 反射域値は有意に上昇していた。
5. 慢性副鼻腔炎患者の反射スペクトルでは P_2 波形の消失が認められた。
6. 鼻茸患者の反射スペクトルは、下鼻甲介とは異なり平坦化傾向が認められた。
7. 本装置は、粘膜色調の客観的表示法として優れているのみならず、粘膜病態の解明する上で極めて有用な手法である。

参 考 文 献

- 1) 萩原武郎：鼻腔粘膜の色彩的観察 日耳鼻 59: 1858-1898, 1956.
- 2) 寺尾 彬, 佐藤靖雄：鼻粘膜の色彩に関する研究 日耳鼻 78: 501-507, 1975.
- 3) 八木沢幹夫：鼻粘膜の色彩学的研究 — 特に下鼻甲介の観察 — 耳展 20: 164-179, 1977.
- 4) 嘉川須美二：鼻副鼻腔病態の客観的指標に関する研究 — 鼻漏の物理化学的性状を中心に — 耳鼻 25: 725-739, 1979.
- 5) 大山 勝：局所処置と鼻粘膜の病態生理 耳鼻 26: 754-760, 1980.
- 6) 大山 勝・嘉川須美二・古田 茂 他：鼻粘膜色調の客観的表示法 — 反射スペクトル解析による新しい試み — 耳展 23: 508-514, 1980.
- 7) 大山 勝・古田 茂：鼻粘膜の色調について 日耳鼻 84: 926-929, 1981.
- 8) 古田 茂：鼻粘膜病態の反射光スペクトル解析による研究 耳鼻臨床 74: 1223-1230, 1981.
- 9) Ohyama M, Furuta S and Hanamura Y et al: Functional morphology and biochemistry of the nasal mucosa, Rhinology 21: in press, 1983.
- 10) 小磯 稔：色彩の科学 美術出版社, 1977.
- 11) 川上元郎：色の常識 日本規格協会, 1981.
- 12) Bernheimer L B: Color index of nasal septum. Arch Otolaryng 59: 461, 1953.
- 13) 野村恭也：鼻副鼻腔粘膜の吸収 — 自律神経機能と吸収 耳鼻 21: 841-844, 1975.
- 14) Ohyama M, Furuta S, Yano H et al: Reflectance spectrophotometric studies on mucosal pathology of the upper airway. Laryngoscope 92: 1168-1172, 1982.
- 15) 佐藤信紘・鎌田武信・七里元亮 他：急性胃病変の成因に関する検討 日本消化器病学会雑誌 75: 1-7, 1978.
- 16) 佐藤信紘・七里元亮・鎌田武信 他：臓器反射スペクトル解析による臓器の機能診断 医薬と生体 17: 538-544, 1979.
- 17) Sato N, Kamada T, and Shichiri M et al: Measurement of hemoperfusion and oxygen sufficiency in gastric mucosa in vivo. Gastroenterology 76: 814-819, 1979.
- 18) Sato N, Shichiri M and Hayashi N et al: Behavior of cytochrome oxidase in living liver tissue direct analysis of turnover of cytochrome aa3 in liver in situ by reflectance spectrophotometry. Cytochrome Oxidase 319-329, 1979.
- 19) 清水孝一：光バイオテレメトリ 医薬と生体 18

492-498, 1980.

稿を終るに臨み、御指導御校閲を賜った恩師大山 勝教授に深甚なる謝意を表します。また、研究に際し御協力を頂いた鹿児島大学医学部耳鼻咽喉科学教室諸氏に感謝致します。

本研究は、昭和56年度ならびに昭和57年度の文部省科学研究費補助金（一般研究 A，課題番号 56440071）の交付を受けて行われたものである。また、本研究の昭和56年度における研究成績の一部は、国立水俣病研究セン

ター所属の上気道粘膜反射スペクトル解析装置を使用して得られたものである。ここに記して感謝する。

なお、本論文の要旨は、XII World congress of Oto-Rhino-Laryngology (Budapest), 第20回, 第21回日本鼻副鼻腔学会, 第83回日本耳鼻咽喉科学会総会 および第7回日本耳鼻咽喉科学会九州連合地方部会にて口演した。

（原稿受付 昭和58. 4. 2日 急載）

別刷請求先 〒890 鹿児島市宇宿町 1208-1

鹿児島大学医学部耳鼻咽喉科学教室 古田 茂