

〔特別掲載〕

(東女医大誌 第30巻 第12号)
頁2921—2935昭和35年12月

毛髪表面像の電子顕微鏡的研究

東京女子医科大学皮膚科学教室 (主任 中村敏郎教授)

細 木 梅 子
ホソキ ヲメ コ

(受 付 昭 和 35 年 10 月 31 日)

緒 言

毛髪に関しては、従来多角的な見地からの研究があり、単に医学的研究のみならず他の分野においても多くの調査、報告が行なわれているのである。われわれの日常生活において毛髪的重要性は広く認識されているのであるが、その本態に関してはまだ仮説、推論の域を出ない未解明の面が多いことは周知のごとくである。例えば今日世界的に普及しているコールドウェーブの原理については、多数の研究を見るのであるが、その理論は今なお仮説であるといわねばならない現状である。このような毛髪本態の不明な点も、最近の電子顕微鏡的研究により漸次解明されつつあるが、著者は東京女子医科大学皮膚科学教室における毛髪研究の一部として、正常毛髪および異常毛髪表面像を電子顕微鏡的に観察し、さらにまたコールドウェーブ、ヘアブリーチなどの美容を目的とする操作による毛髪の変化を、その電子顕微鏡的表面像を中心として考察することとしたのである。

元来毛髪表面像の研究は、ゲラチン捺印法あるいはスンプ法などにより、正常人および動物毛髪について行なわれることが多いが(石神¹⁾、前原²⁾、布施³⁾、Lochte⁴⁾、前田⁵⁾、杉下⁷⁾、江上⁸⁾、百瀬⁹⁾、大矢¹⁰⁾、堯天¹¹⁾、最近平井、大和¹²⁾は正常人および犬、家兎の毛髪を電子顕微鏡的に観察している。皮膚科領域における異常毛髪については、大矢¹⁰⁾がスンプ法による毛髪表面像の報告の中で、四種の病的毛髪像(縮毛、毛髪縦裂症、パーマントウェーブ障害、黄菌毛)に触れているのみであり、種々の異常毛髪表面像とくに電子顕微鏡的観察の報告はこれを見ないのである。著者は電子顕微鏡レプリカ法によつて各種毛髪表面像を観察したのでその結果を報告するものである。

正常および異常毛髪表面像の電子顕微鏡的研究

毛髪表面像とは、要するに毛髪の cuticle scale の

配列状態、scale の遊離縁の形態、個々の scale の遊離縁の集合して画く、いわゆる紋理の屈曲の状態、および scale の表面の状態などを示すものである。

毛髪はその分布、密度、形状、太さ、色調など多種多様であるが、この多様性は毛小皮においてもいい得ることである。毛小皮に関しては Hausman¹³⁾の詳細な研究があるが、毛小皮は薄い透明な、色素を有しない cuticle scale から成り、個々の scale は遊離縁を毛髪の先端に向けて屋根瓦状に重畳するものである。毛小皮の機能は皮質が縦裂するのを防ぎ、また脂肪層を有するために防水作用があるといわれている。cuticle scale には、毛幹を完全に取りかこむ環状のもの、そうでないところの屋根瓦状のものとの二つの型があるといわれている。また毛小皮の遊離縁は単純型、歯状型、鋸歯状型などを呈し、scale は伸長型、尖型、橢円型および扁平型などを呈している(Hausman¹³⁾、Montagna & Scott¹⁴⁾)。著者の観察でも明らかに遊離縁の型を区別したが、それによる分類はまだ不可能であつた。

Hausman¹³⁾は毛髪の横径(D)に対する、表面に出ている部分の scale の縦径(F)の割合を scale index (S.I) で現わし($S.I = \frac{F}{D}$)、一般に微細な毛は scale index が大で環状型の scale であり、太い粗毛は scale index が小で鋸歯状あるいは扁平型の scale であるといっている。そして毛髪の cuticle scale の型は、毛を有する動物の分類学的関係によるものではなくして、むしろ毛幹の直径によるものであると結論しているが、著者はこれを確認し得なかつた。

今回の電子顕微鏡的観察により、scaleの表面に縦あるいは横に走る各種の線状構造を認めたが、平井¹²⁾らは毛髪レプリカ像における特有な構造として、「毛小皮線」と「縦走線状構造」を挙げている。著者もこの両方を認めたが、彼らのいう毛小皮線は、Romananthan et al.¹⁵⁾が

Umeko HOSOKI (Department of Dermatology, Tokyo Women's Medical College): Electron microscopic studies on the surface structure of the hairs.

羊毛において観察し、毛小皮の鬚あるいは結合部であろうといっている。Romananthan et al.¹⁵⁾はまた羊毛の観察で縦の線条をも認めている。平井ら¹²⁾は人、家兎、犬の表面像を観察し、この縦線状構造は人には存在せず家兎に特有であると報告したが、著者はこれを人の、各種の毛髪において非常にしばしば認めた。

毛髪表面の電子顕微鏡レプリカ法については、操作が熟練を要するので少数の観察により結論づけるのは早計である。

I 研究方法および研究材料

被検毛髪を十分に洗滌しアルコールエーテル処理したのも乾燥し、Methyl metacrylate 樹脂膜による二段レプリカ法によつてレプリカ標本を作製した。電子顕微鏡は J.E.M.T 1 型を使用し、写真は 1100~2000 倍で撮影しさらに拡大観察した。

研究材料は、正常毛髪として17才から65才までの女子20名の頭毛(ウェーブ操作を行なつていなもの)、16才から58才までの男子6名の頭毛、新生児から14才までの小児9名の頭毛、36才男子および28才女子の鼻毛、32才女子の眉毛、38才女子の睫毛、25才男子の下腿毛、24才から38才までの女子8名の腋毛、21才から42才までの女子

第1表 異常毛髪として観察せる症例

病名	年齢	性別	被検部位	対照毛髪
縮毛	15	♂	側頭部毛髪	正常男子側頭部毛髪
	17	♂	〃	〃
	23	♂	〃	〃
白毛	23	♀	頭頂部毛髪	同一人頭頂部黒毛
	54	♀	〃	〃
円形脱毛症	24	♀	脱毛部周囲毛髪	同一人健常部毛髪
	34	♀	〃	〃
	54	♀	〃	〃
悪性円形脱毛症	28	♀	脱毛部中心の再生毛髪	同一人脱毛部周囲毛髪
	33	♀	〃	〃
瀰慢性脱毛症	26	♀	前頭部毛髪	
枇糠性脱毛症	37	♀	頭頂部毛髪	
レントゲン脱毛症	24	♀	脱毛部残存毛髪	同一人脱毛部周囲毛髪
コールドウェーブ脱毛症	32	♀	脱毛部残存毛髪	〃
	53	♀	〃	〃
裂毛症	22	♀	裂毛直上部毛髪	
トリコチロマニー	32	♀	抜毛部毛髪	同一人抜毛部周囲毛髪
陰毛發育不全症	22	♀	陰毛	正常女子陰毛
	24	♀	〃	〃
	21	♀	〃	〃
	24	♀	移植毛	同一人頭毛及自然陰毛

5名の陰毛および28才男子の陰毛について観察した。

異常毛髪としては、縮毛、白毛、円形脱毛症、瀰慢性脱毛症、枇糠性脱毛症、レントゲン脱毛症、コールドウェーブ脱毛症、トリコチロマニー、陰毛發育不全症などの患者の毛髪を、それぞれ対照毛髪と比較観察した(第1表)。

次に美容操作を行つた毛髪としては、16才から40才ま

第2表 正常毛髪表面像

頭毛	女子	頭頂部	紋理の屈曲大 表面はやや粗糙 先端部では scale の配列不整 紋理の屈曲が鋭く軽度の破壊像を見る
		側頭部	紋理の屈曲小 遊離縁のジグザグが少ない 表面はやや平滑
男子		頭頂部	紋理の屈曲大 遊離縁は細かい鋸歯状
		側頭部	紋理の屈曲小、平行する、 表面は平滑
小児		新生児	紋理は直線状、表面は平滑
		1才女子	scale の配列は正しい 紋理は平行する
鼻毛			scale の配列やや不整 遊離縁に破壊像を見る
眉毛			紋理の屈曲小 表面はやや粗糙
睫毛			scale の配列正しく遊離縁のジグザグは少ない 紋理は直線状で平行する、表面は平滑
下腿毛			紋理は平行する 遊離縁に軽度の破壊像
腋毛			scale の配列不整 紋理の屈曲大
陰毛			scale の配列不整 紋理の屈曲大 遊離縁に軽度の破壊像

での女子32名のコールドウェーブ毛髪、16才から38才までの女子5名の電熱ウェーブ毛髪、19才から23才までの女子5名のヘヤブリーチ毛髪、19才から25才までの女子4名のヘヤダイ毛髪を観察の対象とした。

なお、各毛髪の被検部位は、特記せるもの以外は頭毛においては皮膚面より5cmの部位、その他の毛髪では毛幹の中央部である。

II 研究成績

1. 正常毛髪 (第2表, 第1図~第9図)

女子頭頂部毛髪は一般に紋理の屈曲が大きく, scale の表面はやや粗糙である。毛髪の先端部では scale の配列が不整となり, 遊離縁のジグザグが細くなる。紋理の屈曲も鋭くなり, 遊離縁および表面に軽度の破壊像を見る。

女子側頭部毛髪は紋理の屈曲がやや小さく, ゆるやかな波状を呈している。scale の表面は一般に平滑で遊離縁のジグザグも少ない。

男子頭頂部毛髪は紋理の屈曲が大きく, scale の遊離縁が細かい鋸歯状を示している。表面はやや平滑である。

男子側頭部毛髪は紋理の屈曲が小さく単純でほとんど平行している。表面の粗糙部は少なく平滑である。

新生児頭頂部毛髪では scale の遊離縁のジグザグが少なく, 紋理の屈曲も直線状である。表面は平滑である。側頭部毛髪もほとんど同様である。1才女子の頭頂部毛髪では scale の配列は正しく, 紋理はゆるやかな波状を呈するが平行している。表面に軽度の粗糙部を認める。14才女子の頭頂部毛髪では紋理の屈曲は大きく, scale の表面に軽度の粗糙部, 破壊像を認め, 一般の成人女子とほとんど同一である。

鼻毛は scale の配列がやや不整で, 表面は全体に粗糙で遊離縁に破壊像も認める。

眉毛は scale の配列がほぼ一定し紋理の屈曲が小さい。表面には軽度の粗糙部を見る。

睫毛は scale 遊離縁のジグザグを認めず, 紋理の屈曲も少なくほとんど直線状を呈する。表面も平滑である。

下腿毛も scale の配列は比較的正しく紋理は平行しているが, 遊離縁に軽度の破壊像を認める。

腋毛は scale の配列が不整で紋理の屈曲が大きい。表面は全体に粗糙で, 遊離縁のジグザグは少ない。

陰毛は scale の配列が不整で紋理の屈曲が大きい。遊離縁に軽度の破壊像を認め, 表面は粗糙である。

2. 異常毛髪 (第3表, 第10図~第20図)

(1) 縮毛

scale の配列が不整で遊離縁のジグザグが著明である。紋理の屈曲は鋭い。

(2) 白毛

scale の配列, 遊離縁および表面の状態, 紋理の屈曲などいずれも対照との間に差異を認め難い。

(3) 円形脱毛症

軽度の円形脱毛症の, 脱毛部周囲の毛髪では scale の配列, 遊離縁および表面の状態, 紋理の屈曲などすべて変化がない。

悪性円形脱毛症の, 脱毛部中心に再生した毛髪 (皮膚面より 1cm の部位) は肉眼的にも毛幹が細く色素も少

第3表 異常毛髪表面像

縮毛	scale の配列不整 遊離縁のジグザグ著明 紋理の屈曲は鋭い
白毛	著変を認めず
円形脱毛症	著変を認めず
悪性円形脱毛症	遊離縁及び表面の破壊像著明
瀰慢性脱毛症	scale の配列不整 紋理は不明確 遊離縁に軽度の破壊像
枇糠性脱毛症	著変を認めず
レントゲン脱毛症	scale の配列不整 紋理は不明確 遊離縁及び表面に中等度の破壊像
コールドウェーブ脱毛症	scale の表面, 遊離縁に高度の破壊像 紋理を認め難い
裂毛症	scale の配列は不整, 遊離縁に破壊像著明
トリコチロマニー	scale の配列は不整 遊離縁に軽度の破壊像
陰毛發育不全症 (移植毛)	紋理の屈曲は鋭い, scale の配列不整, 紋理間隔不定 遊離縁に軽度の破壊像

ない状態であるが, その表面像においては scale の遊離縁の破壊を認め, 紋理は不明確となり, 表面の破壊も著明である。

(4) 瀰慢性脱毛症

脱毛部の毛髪は肉眼的にも細くなっているが, その表面像は scale の配列が不整, 紋理も不明確で遊離縁に軽度の破壊像を認める。

(5) 枇糠性脱毛症

scale の遊離縁, 紋理像, 表面の状態などいずれも変化が少ない。

(6) レントゲン脱毛症

scale の配列は不整で紋理が不明確である。遊離縁および表面に中等度の破壊像を認める。

(7) コールドウェーブ脱毛症

ほとんど全頭部に及ぶ高度のコールドウェーブ脱毛症の, 脱毛部に残存する毛髪について観察したが, 全体に破壊像が著明で scale の遊離縁および表面が破壊され, 紋理は不明確である。

(8) 裂毛症

裂毛部の直上部で観察した表面像は, 対照に比較して scale の配列が不整で, 遊離縁に破壊像を著明に認めた。

(9) トリコチロマニー

皮膚面から 1 cm の部位の、機械的刺戟が加わつた部分において観察したが、scale の配列はやや不整で遊離縁に軽度の破壊像を認める。

(4) 陰毛発育不全症

Androgen を局所適用して発毛せる陰毛においては、scale の配列、紋理の屈曲など対照との差は認め難い。

頭毛を恥丘に移植して 5 年後の毛髪（皮膚面より 1 cm の部位の、縮れを生じている部分）を、同一人の頭毛、および Androgen 適用により発毛せる自然陰毛を対照として観察した。

移植毛の表面像において明らかなことは、頭毛と比較して紋理の屈曲が鋭く、scale の配列が不整となつてゐることである。また scale の遊離縁には軽度の破壊像を認める。自然陰毛は移植毛に比較して scale の表面が平滑で、紋理の屈曲もやや小さい。

3. コールドウェーブ毛髪、電熱ウェーブ毛髪、ヘヤブリーチ毛髪およびヘヤダイ毛髪（第 4 表、第 21 図～第 25 図）

コールドウェーブ毛髪は scale の配列、紋理の屈曲な

第 4 表 コールドウェーブ毛髪、電熱ウェーブ毛髪、ヘヤブリーチ毛髪、ヘヤダイ毛髪の表面像

コールドウェーブ毛髪	scale の配列、紋理の屈曲などに著変を認めず 遊離縁の破壊像も極めて少ない
電熱ウェーブ毛髪	scale の配列、紋理の屈曲など著変を認めず 遊離縁に軽度の破壊像
ヘヤブリーチ毛髪	紋理は不明確 表面に中等度の破壊像
ヘヤダイ毛髪	紋理は不明確 表面に中等度の破壊像

ど変化を認めず、遊離縁および表面も破壊が少なく。これは頭頂部、側頭部とも同様であるが、特に側頭部の方がこの傾向が強くみられる。また操作直後の毛髪でも 2 カ月後の毛髪でも同様である。

電熱ウェーブ毛髪においても著明の変化は認めない。

ヘヤブリーチ毛髪では scale の表面に粗糙部および破壊像を認め、紋理は不明確である。

ヘヤダイ毛髪では同様に scale の表面に破壊像を認め、紋理も不明確である。

コールドウェーブおよびヘヤブリーチ実験 毛髪表面像の電子顕微鏡的研究

コールドウェーブは、熱処理を行わず化学薬品により毛髪にウェーブを与える方法として約 15 年前から実用に供されているが、現在一般に行なわれている二浴式コ

ールドウェーブ操作は次の通りである。

① 洗 髪

② 第 1 液塗布（第 1 液は pH 4.5～9.6、チオグリコール酸を主剤とする）

処 方 例 (pH 9.4)

チオグリコール酸	6.6
アムモニヤ水	0.27
苛性カリ	1.8
乳化剤	3.0
蒸溜水	88.3

③ 毛髪を細分しロッドにまきつける。

④ 第 1 液再塗布（5～15分間放置）

⑤ 第 2 液塗布（第 2 液は臭素酸カリ、臭素酸ナトリウムなどの溶液）（10～15分間放置）

⑥ 水 洗

ヘヤブリーチは、毛髪を皮膚の色または衣服の色に調和させる目的などで脱色する方法であり、ヘヤダイ、すなわち毛髪を種々の色に染髪する方法とともに近時流行している美容法の一つである。ヘヤブリーチは過酸化水素あるいは過酸化尿素とアルカリを使用するのであるが、現在過酸化水素は 5%、過酸化尿素は 6% のものを使用することが決められており、pH は 11 前後の場合が多いようである。

著者は実際に美容師の行つている方法として次の操作により実験を行つた。

① 洗 髪

② 5% 過酸化水素水にアムモニヤ、苛性ソーダを混合したものを毛髪に塗布する（時間は希望する色調により異なるが、実際の操作の場合は 2～15 分）

③ 洗 髪

I 実験方法および実験材料

コールドウェーブ実験は 18 才女子の直毛を使用し、上記のコールドウェーブ操作を行なつた。第 1 液の作用時間を、10 分、20 分、30 分、50 分のグループに分けて実験し、さらに第 1 液を 10 分間作用させたものは 3 日間隔で 3 回、同様に操作してその毛髪表面像を操作前の直毛と比較観察したものである。

ヘヤブリーチ実験は 18 才女子の直毛を使用し、上記のヘヤブリーチ操作を、10 分、20 分、50 分のグループに分けて実験し、その毛髪表面像を操作前の直毛と比較観察した。

II 実験成績

1. コールドウェーブ実験（第 5 表、第 6 表、第 26 図～第 30 図）

第 1 液作用時間 10 分間の毛髪表面像は、対照の直毛と比較して scale の遊離縁および表面に軽度の破壊像を認めるが、scale の配列や紋理の屈曲には変化がない。作用時間 20 分間の毛髪では遊離縁の破壊部分が増加し、紋

第5表 コールドウェーブ実験 (I)

10分	scale の配列 および紋理の屈曲に著変を認めず 遊離縁および表面に軽度の破壊像
20分	紋理やや不明確 遊離縁および表面に軽度の破壊像
30分	紋理は不明確 表面に著明の破壊像
30分	高度の破壊像のため scale の配列, 紋理の屈曲 など全く不明

第6表 コールドウェーブ実験 (II)

1回	scale の配列, 紋理の屈曲に著変を認めず 遊離縁および表面に軽度の破壊像
2回	scale の配列, 紋理の屈曲に著変を認めず 遊離縁および表面の破壊像はやや増加する
3回	遊離縁および表面に著明の破壊像 紋理は不明となる

理はやや不明確で scale の表面に軽度の破壊像を認める。作用時間30分間の毛髪では, scale の表面の破壊像が著明に増加し, 紋理も不明確となる。作用時間50分間の毛髪では, 破壊像が高度になり, scale の配列は不整, 紋理も不明確である。

第1液作用時間10分間ずつ3回連続の実験は, 上述の作用時間10分間のグループの毛髪を使用し第2回, 第3回の実験を行なった。第2回実験の毛髪表面像は1回実験の毛髪よりも, scale の遊離縁および表面の破壊像がやや増加しているが, scale の配列, 紋理の屈曲などには著明の変化を認めない。3回実験の毛髪では1回, 2回の実験毛髪に比較して, scale の遊離縁, 表面の破壊像が高度となり, 紋理も不明確である。

2. ヘヤブリーチ実験 (第7表, 第31図~第33図)

ヘヤブリーチ操作10分間の毛髪表面像は, scale の遊離縁および表面の破壊像を中等度に認め, 紋理は不明確である。20分間操作の毛髪では, scale の遊離縁および表面の破壊像は10分間操作の場合よりやや増加している。50分間操作の毛髪では破壊像が著明となり, scale の配列, 紋理の屈曲は不明である。

第7表 ヘヤブリーチ実験

10分	紋理の屈曲は不明確 遊離縁および表面に中等度の破壊
20分	紋理の屈曲は不明確 遊離縁の全長にわたる破壊像
50分	scale の配列, 紋理の屈曲は全く不明 全体に高度の破壊像

総括ならびに考按

毛髪は, 形態学的に相異の範囲が非常に大きく, 肉眼的に見てもその形状, 太さ, 色調などは千差万別である。これはその表面像においても同様で, 毛小皮の scale の遊離縁が画く紋理像や scale の配列の状態は, 年令的に, 部位的に, そして個人的に大きな差異を示すものである。したがってこれを観察する場合には慎重な態度が必要であり, 特に電子顕微鏡による観察では常にこの点に留意してはならない。

正常毛髪の表面像において, 一本の毛髪では皮膚面より先端に向うに従つて次第に紋理の屈曲が鋭くなり, scale の表面に粗糙部や破壊像が増加してくる。約50cmの長い毛髪の先端部では scale の配列は乱れ, 紋理のはげしい屈曲と粗糙面の増加が認められた。これは毛髪の成長に従つて scale の形態が複雑化し, 外部の物理的および化学的刺激 (例えば光線, 摩擦, 整髪化粧品など) が加わることによつて scale の遊離縁の破壊を来たすためと思われる。大矢¹⁰⁾も一本の毛髪では先端の方が紋理が複雑化するといっている。

女子頭頂部毛髪は, 側頭部毛髪が scale の表面は平滑で紋理の屈曲が小さいのに比較して, 表面はやや粗糙で紋理は大きい波型を画いている。この区別は多くの観察例において認められた。男子の場合も, 側頭部毛髪は scale の表面が平滑で, 紋理が単純で平行しているが, 頭頂部では紋理の屈曲が著明であり, scale の表面もやや粗糙である。このように男女とも, 側頭部毛髪より頭頂部毛髪に多く変化を認めることは, 頭頂部の方が各種の刺激が加わりやすいためではないかと思われる。男女の差については, 大矢¹⁰⁾は女子よりも男子の方が紋理の乱れが著しいと述べ, 平井¹²⁾も男子は女子に比べて scale の辺縁像の屈曲が鋭角的であると述べており, 堯天¹¹⁾は毛小皮配列の緻密度は, 男>女であると述べているが, 著者の観察ではこの差を明らかに認め得なかつた。前述のように毛髪の個人差は非常に大であるため, この比較は軽々しくはできない。

毛髪表面像における年令的变化はかなり明らかに認められ, 新生児では紋理が直線状を示し, 単純な屈曲を示すに過ぎないが, 1才ではすでにゆるやかな波状を呈した。その後年令の増加とともに屈曲度も強くなり, 13~14才では成人とほとんど同一の紋理像を認めた。このような毛小皮紋理像の年令的变化は布施⁹⁾, 杉下⁷⁾, 大矢¹⁰⁾らの成績と一致している。Duggins & Trotter¹⁶⁾は, 新生児から14才までの小児期の毛髪の形態的变化を研究し, scale count は多くの場合生後1年間にわずかに減少するが, その後は特別の傾向を示さないこと, 同一人においては scale count の平均値が有意の差を示したが, 年令による差を認めなかつたことを報告している。また Gamble & Kirk は, 種々の年令の37名の白人に

第8表 当教室における最近10年間の毛髪異常患者数

病名	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
縮毛	1	2				1	2	2		
白毛	4	5	2					2		
円形脱毛症	84	64	46	44	49	46	35	42	27	25
悪性円形脱毛症	2	2	5	5						
瀰漫性脱毛症	40	37	30	15	6	5			8	4
枇糠性脱毛症	3	6	1	1			3	4	2	5
コールドウェーブ脱毛症	0	0	3	14	8	3	1	2	0	0
壮年性脱毛症	16	10	6	5	10	3	10	2	1	2
放射線脱毛症	1	1								
対症性脱毛症	1	8	9	12	8	2	10	2	1	2
陰毛発育不全症	20	15	14	30	28	20	27	20	25	18
計	172	140	116	126	109	80	88	74	67	57
外来患者総数に対する比率(%)	3.6	3.2	2.8	3.4	2.9	2.6	3.5	2.9	2.9	2.9

における scale count を計算し、その平均および範囲が同一人ではほぼ一定しているが、個人差は認めることを報じている。すなわち scale count は年令的变化を示すものでなく、毛髪表面像に見られる年令的变化は scale の配列や紋理像が複雑化するためであるといえよう。

鼻毛においては、scale の配列がやや不整であるが眉毛、睫毛、下腿毛は比較的正しく、表面の粗糙の程度は鼻毛>下腿毛>眉毛>睫毛の順であった。この順序は、これらの短毛に加わる外的刺激の多少によるものと考えられるが、観察の対象が少ないので決定的な考察は不可能である。

腋毛、陰毛は類似した表面像を示した。紋理の屈曲が大きく、scale の配列が不整であることが特長であり、同一人の腋毛と陰毛の間に明らかな差異は認められなかった。scale の表面には軽度の破壊像を見たが、これも摩擦などの刺激によるためと思われる。

次に異常毛髪であるが、当教室における最近10年間の毛髪異常患者数は第8表のごとくである。これによると、外来患者総数に対して例年2.6~3.6%であり、それほど多いとはいえないが、毛髪異常を訴える患者の精神的苦痛は相当に大きいものであり、皮膚科領域における重要な疾患であることは否めない。

縮毛は人種的特長を示すものであり、日本人では直毛が生理的であるために病的と認められているのであるが、程度の軽い波状毛は異常毛髪とはいえないのである。縮毛は光沢が少なく、褐色を帯びていることが多い。その横断面は円形でなく扁平に近い。縮毛の表面像は紋理の屈曲が著明で scale の配列は不整であり、一見腋毛あるいは陰毛のごとき所見である。

白毛は、同一人の黒毛と比較して特別の差異を認められなかった。白毛はその成因に関係なく毛幹内に気泡が認められるが、主要な原因は毛包内における色素形成の障害

であるといわれている。その障害が機能的変化でないことは、表面像において黒毛との間に差異を全く認めないことからもうかがわれるのである。しかし、実際的美容操作において、白毛はコールドウェーブがかかりにくいということをししばしば聞くのであるが、これは毛髪表面の如何ではなく、同一部位においては一般に黒毛より白毛の方が太いことが原因の一つではないかと思われる。

円形脱毛症の脱毛部周囲の毛髪では著しい変化を認められなかったが、脱毛部中心の再生毛髪は対照と比較して相当高度の変化を示した。本症の原因については、すでに歴史的である伝染説、病巣感染説から、近年の神経説、栄養障害説を経て、現在では自律神経失調説、内分泌障害説が広く認められており、Dillaha & Rothman, Wilson, 広瀬らは ACTH, Cortisone が有効なことを報じているが、当教室においても最近本症に Triamsinolon を使用して著効を挙げている。本症の組織学的所見は、脱毛の程度、経過の時期によつて異なるが、Laymon¹⁷⁾ は1カ月経過した円形脱毛症では、組織学的に中等度の炎症性変化を認めるといつている。広瀬¹⁸⁾ は血管間葉組織の間葉構造化であると称し、毛乳頭にも間葉性組織の間葉構造化を認めている。著者の表面像の観察において、発病後の経過の短い、脱毛部周囲の毛髪には異常がなく、いわゆる悪性円形脱毛症といわれる、高度の、広範囲の脱毛部の再生毛髪に著明の変化を認めたことは、何らかの原因に基づく毛包内の形態的变化の結果であることは疑いない。

瀰漫性脱毛症の毛髪は、肉眼的にかなり細くなつてゐることを認めるが、その原因は年令的、対症的など明らかでない。本症例の表面像に軽度の破壊を認めたが、対照毛髪が同一人の毛髪を得られないので、この変化が本症に特有なものかどうかは判然としない。

枇糠性脱毛症は女性に少ないといわれているが、本症

例は高度の批棘疹に続発した脱毛である。表面像において特記すべき変化を認めなかつたが、瀰漫性脱毛症と同様に対照毛髪が同一人の毛髪でないため考察が困難である。

頭頂部の慢性湿疹にたいして、体腔管によるレントゲン照射を行なつた後に脱毛を来したレントゲン脱毛症では、明らかにレントゲン照射の行なわれた毛髪の色が、照射前の毛髪の色と相違することがあると言ひ、Liebow は原爆により毛髪に起る影響として、色の変化を報告している。これは、われわれも日常経験するところであるが、毛母に増殖機能が回復しても、色素形成の出現は遅延するためと思われる。鎌田¹⁹⁾は放射線照射による脱毛について詳述しているが、それによると (1)毛母基に変化が起り増殖機能が失われ、(2)この結果毛根自身の形状もその根端部は細くなり、さらに索状となつて毛母基より離断される、(3)毛包下半部も障害され各層間は弛緩し、毛根との緊密な結合は失われ上方に収縮萎縮あるいはほとんど消失する、(4)毛包上半部も表皮の変化とともに拡大弛緩する結果、脱毛が起るといつている。このような変化を起す放射線の影響が毛髪自体に起るのも当然と思われ、その表面像に中等度の変化を認めたのは放射線の作用によると考えてもよいであろう。

コールドウェーブ脱毛症の、残存せる毛髪では高度の破壊像を示した。脱毛が小部分で軽度の場合は紋理の乱れは少ないが、遊離縁には破壊像を認めた。コールドウェーブの操作については前述したが、毛髪に対してチオグリコール酸により化学変化を起こさせて、酸化剤によりこの変化を固定するという推論は現在支持されているところである。チオグリコール酸が角質溶解作用を有することについては、Goddard & Michaelis²⁰⁾ が pH の高い溶媒中のチオグリコール酸を脱毛剤として用いることを実験したが、本邦においても本田²¹⁾はチオグリコール酸カルシウムの脱毛力を実験している。

コールドウェーブ脱毛症に関しては、Goldman et al.²²⁾、Reiches & Lane²³⁾、Reiches & Parker らの報告があり、わが国でも昭和28年より間野・波多野²⁵⁾、谷口²⁶⁾、樋口・佐藤²⁷⁾、神村他²⁸⁾らの多くの報告があるが、一定の範囲を超えたチオグリコール酸の濃度、pH によつて、毛髪の障害を来すために断毛あるいは脱毛を起す場合と、毛髪のみならず皮膚面に作用して毛包内の変化を惹起し、脱毛を起す場合とが考えられるのである。そしてまた、このような障害は主剤の濃度、pH のほかに夾雑不純物あるいは操作時の手技の拙劣などの因子が加わるためであるといわれている。著者の表面像の観察から、その詳細な原因にまで触れることは不可能であるが、前述のように、普通一般のコールドウェーブ操作では、毛髪表面の変化が少ないことから見ても、主剤の濃

度、pH が一定範囲を超えたために起る毛髪自体の障害ではないかと推定し得るのである。最近1~2年間、本症の報告が急速に減じ、当教室においてもその症例を見ないという事実があるが、これはコールドウェーブ液の品質が改良され、pH が大たい一定になり不純物が減少したためと判断してよいであろう。

裂毛症は俗間枝毛と称され、毎常遭遇する毛髪異常であるが、その成因につき大塚²⁹⁾は、電熱ウェーブ後の所見から見てアルカリ処理および熱処理によるものと述べた。本症の表面像において著明な変化を見ることはこの説を裏づけるものといえよう。

トリコチロマニーの毛髪は、遊離縁に軽度の破壊像を認めた。本症はHallopeau が一種のManie と見なして名づけた疾患であり、その後異論はあるが要するに、毛包内の形態的変化でないことは確實である。すなわち精神神経的原因により、外部から毛髪を引き抜いたために起る脱毛である。本症例は頭頂部の毛髪を引き抜くのみならず、毛髪を強く皮膚面に摩擦するために、その部の毛髪は肉眼的に直毛ではなく、折れ曲つた状態になつている部分もある。つまり毛髪は摩擦のみによつても軽度の縮れを起すものであることを示している。

陰毛発育不全症に頭毛を移植した症例における比較観察は興味あるところである。すなわち、移植毛の表面像においては紋理の屈曲が鋭く、scale の配列は不整であり、自然陰毛よりもその変化が著明であつた。陰毛発育不全症については最近大塚³⁰⁾の報告があるが、当教室における田村³¹⁾以来の多年の臨床経験においても、頭部より移植せる陰毛は肉眼的に明らかに縮れを見るものである。しかもその縮れの状態は自然の陰毛とは異つてることが多いのである。毛髪の縮れあるいはよじれが如何なる理由により生ずるか、という研究は古くから行なわれている。Pfeifer³²⁾は幼若羊の研究により、羊毛の縮れは毛の配列、毛の渦巻(hair whorls)の存在、毛の横断面とは無関係であると言ひ、毛包がサーベル型になつているためであるというTänzerの説を支持している。またWildman³³⁾は、毛包の形態特にその基底部分における彎曲が縮れの原因であろうと述べ、Herre & Wigger³⁴⁾はカラクル羊の胎児の毛の縮れは、種々の皮膚層における発育の速度の相違に関連するらしいといつている。縮れた羊毛では毛球が偏在しており、線維の非対称性角化が認められると、いうが、人毛髪では線維の非対称角化は不明であるといわれる(Mercer³⁵⁾)。

Danforth³⁶⁾は、示指の爪と拇指の腹とでしるしをつけるときのような、一側の圧迫が他側の圧迫より強いという方法によつて、直毛にとにかく一時的には、容易にcurlを作ることができるといつている。そして熱と湿潤の適当な状態の下でこの変形は固定し、これがパーマメントウェーブに利用されていると述べているのであ

る。彼はまた、頭毛がよじれるときは、軸の非常に漸進的な回旋が多少関係するようだが、腋毛、陰毛では、縮れを起してしまうほどこの回旋が突然であるともいつている。このように諸説はあるが、毛髪縮れあるいはよじれをきたす原因については、今日なお、確証ある因子は完全に分っていないのである。

頭毛を恥丘に移植して縮れを見ることの原因の一つは、恐らくトリコチロマニーの際に見られる軽度の縮れと同様に、摩擦などの物理的的刺激によるものと考えてよいのではないだろうか。これはその表面像から見て推定し得るのである。しかし、陰毛はある一定の長さしか成長しないのに移植毛は自然の陰毛より長く成長し、3~6カ月ごとに切断する必要のあることをすべての患者が訴えていることから、毛髪の成長ということも考慮しないわけにはいかない。さらにまた、移植毛の組織学的所見が特別の変化を見ない事実から、あるいは内分泌による「局所性」という現象が加わっているのかも知れない。

コールドウェーブ毛髪、電熱ウェーブ毛髪において、scaleの表面の破壊像が比較的少ないことは意外に思われた。これは操作直後でも2カ月後でも大差はなかつた。しかしいわゆるパーマメントウェーブのかけすぎという状態では、変化は中等度に認められた。コールドウェーブ液は、数年前よりpH 7.0~9.6と決定し不良品は製造されていない現状であるし、実際に操作する技術者も熟練したために、これによる毛髪障害は減少しつつあるが、さらに本年8月より第1液のpH 4.5~9.6と決定した。これは、最近コールドウェーブ用薬品の改良が研究され、酸性のメルカプタンによつてもウェーブが与えられることが認められた結果である。アルカリ性のコールドウェーブ液の場合、作用はチオグリコール酸+アルカリの相乗作用によつて強化されているため、毛髪に対する副作用も強くなっているわけであるが、酸性にすればその障害が少ないという理論によるものであり、これが一般化すればコールドウェーブによる毛髪障害はさらに減少するものと見られる。

ヘアブリーチおよびヘアダイ毛髪の表面像の変化は著明であり、中等度の破壊像を示した。ともにコールドウェーブ操作は行つてあるが、コールドウェーブのみの毛髪に比較して明らかに有意と思われる変化をみたことは、毛髪に対する障害が、コールドウェーブ操作よりもヘアブリーチあるいはヘアダイ操作の方がはるかに強く影響するものであることを物語っている。

つぎにコールドウェーブの実験においては、コールドウェーブ液操作を10分、20分、30分、50分のグループに分けて実験し、時を追つて著明な変化を示す表面像を認め得たが、特に30分以上の実験ではscale表面の破壊が高度であつたのに対し、10分、20分ではそれほどの変化ではなく、単なるコールドウェーブ毛髪と似た表面像を

示した。このことは第1液操作10分間ずつ、3日間隔で3回連続して行なつた実験でも、1回、2回の実験ではその表面においてそれほど高度の破壊像を示さなかつたこととともに、コールドウェーブ操作が毛髪に対して特に強い障害をもたらすものではないことを証明するものである。何となれば、本実験ではすべて毛髪をコールドウェーブ液に浸漬したのであるが、美容上の実際の操作ではコールドウェーブ液を塗布するのみで空气中に放置するため、たとえ作用時間が同一でも作用する力というのは低下しているからである。換言すれば、その作用時間から推してもまたこの実験による表面像の所見から見ても、一般のコールドウェーブ操作による障害は非常に少ないものであると断定し得るのである。

ヘアブリーチ実験においては、scaleの表面の変化は10分<20分<50分の順で破壊像を示したのは当然と思われる。この操作における毛髪の障害が、 H_2O_2 +アルカリの作用であることは明らかであるが、Brunner³⁷⁾は、毛髪表皮の化学的成分を変えらるもの、例えば、漂白が行なわれている場合にはチオグリコール酸により容易に障害が起こると述べ、 H_2O_2 は毛髪の表面を損傷し、チオグリコール酸の滲透する速度が早くなり、加えて皮質のケラチンにあるS-S結合の不可逆性酸化を惹起するためであるといつている。前述のように毛小皮には色素は含有されず、毛髪の色調は毛皮質および毛髓質に存在するメラニン色素の量と分布状態によるものである。したがつて毛髪を漂白する場合、毛小皮を破壊しなければ皮質あるいは髓質のメラニン色素を変化させる効果はあがらないわけであり、ヘアブリーチによつて毛髪表面にある程度の破壊をきたすことは避けられないと思われる。いずれにしても、ヘアブリーチによる毛髪の障害が高度であることは、この操作が最近とみに増加している現在、ヘアブリーチを行つた毛髪にコールドウェーブ操作を施した場合に起り得る、さらに大きい毛髪障害を考慮しなければならぬことを示唆するものであろう。

結 論

著者は電子顕微鏡レプリカ法により各種毛髪の表面像を観察し、さらにコールドウェーブ、ヘアブリーチ実験を行つた毛髪についても同様に観察して、次のような結果を得た。

- (1) 正常毛髪においては、毛髪の個人的差異、部位的差異、年令的差異の大きいことを確認した。
- (2) 異常毛髪のうち、悪性円形脱毛症、レントゲン脱毛症、高度のコールドウェーブ脱毛症において著明な変化を認めた。
- (3) 陰毛発育不全症に頭毛を移植せる場合の移植毛の縮れについて、頭毛、自然陰毛、移植毛の比較観察により、一考察を行つた。
- (4) コールドウェーブ毛髪における表面像の変化はた

だ軽度に認めたのみであり、この操作による毛髪障害はそれほど大きいものではないと思われる。

(5) ヘヤブリーチおよびヘヤダイ毛髪においては、表面像の変化は高度であつた。

(6) コールドウェーブおよびヘヤダイ実験を行ない、前者においては、一般の操作程度の方法では表面像の変化が少ないことを認め、後者においては高度の変化をもたらすことを認めた。

(本研究の一部は東京女子医科大学々会第22回総会において発表した。)

稿を終るに臨み御指導御校閲を賜つた中村敏郎教授に深く感謝の意を表します。

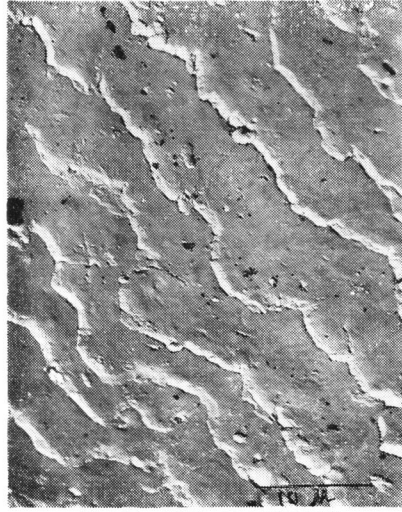
文 献

- 1) 石神順三：皮紀 **19** 203 (昭7)
- 2) 前原義雄，長谷川重一，蒿谷忠衛，皿井進，伊藤迪康：臨病理血誌 **3** 337 (昭9)
- 3) 布施四郎：皮泌誌 **42** 91 (昭12)
- 4) **Lochte, T.**: Atlas der Menschlichen und Tierischen Haare 306 Paul Shops Leipsig (1938)
- 5) 前田功：十全医会誌 **43** 1254 (昭13)
- 6) 前田功：十全医会誌 **43** 1270 (昭13)
- 7) 杉下学人：皮紀 **33** 23 (昭14)
- 8) 江上潤三：日法医誌 **5** 178 (昭26)
- 9) 百瀬隆人：日法医誌 **8** 230 (昭29)
- 10) 大矢正巳：臨皮泌 **8** 411 (昭29)
- 11) 堯天雄二郎：四国医誌 **9** 239 (昭31)
- 12) 平井善昭，大和一夫：十全医会誌 **59** 1085 (昭32)
- 13) **Hausman, L.A.**: Science Monthly **30** 258 (1930)
- 14) **Montagna, W. & Van Scott, E.J.**: The Biology of Hair Growth 39 Academic Press New York (1958)
- 15) **Romananthan, N., Sikorski, J. & Woods, H.J.**: Biochim Biophys Acta **18** 323 (1955)
- 16) **Duggins, O.H. & Trotter, M.**: Ann NY Acad Sci **53** 569 (1951)
- 17) **Laymon, C.W.**: Ann NY Acad Sci **53** 735 (1951)
- 18) 広瀬輝彦：皮紀 **50** 161 (昭29)
- 19) 鎌田力三郎：お茶の水医誌 **6** 218 (昭33)
- 20) **Goddard, D.R. & Michaelis, L.A.**: J Biol Chem **106** 605 (1934)
- 21) 本田史朗：臨皮泌 **9** 535 (昭30)
- 22) **Goldman, L. Mason, L. & McDaniel, W.**: JAMA **137** 354 (1948)
- 23) **Reiches, A.J. & Lane, C.W.**: JAMA **144** 305 (1950)
- 24) **Reiches, A.J. & Parker, W.**: AMA Arch Derm **66** 521 (1952)
- 25) 間野山松，波多野裕敏：皮と泌 **15** 35 (昭28)
- 26) 谷口馨：皮性病誌 **64** 200 (昭29)
- 27) 樋口鎌太郎，佐藤一夫：皮と泌 **18** 2 (昭31)
- 28) 神村瑞夫，井村春光，高橋成夫：皮と泌 **20** 45 (昭33)
- 29) 大塚末野：女子医学研究 **21** 51 (昭26)
- 30) 大塚末野：東京女医大誌 **30** 252 (昭35)
- 31) 田村一：皮性病誌 **41** 597 (昭12)
- 32) **Pfeifer, E.**: Biol Generalis **5** 239 (1929)
- 33) **Wildman, A.B.**: Proc Zool Soc London **1** 257 (1932)
- 34) **Herre, W. & Wigger, H.**: Kühn-Archiv **52** 233 (1939)
- 35) **Mercer, E.H.**: Nature **172** 164 (1953)
- 36) **Danforth, C.H.**: Physiol Rev **19** 94 (1939)
- 37) **Brunner, M.J.**: AMA Arch Derm **65** 316 (1952)

細木論文付図(1)



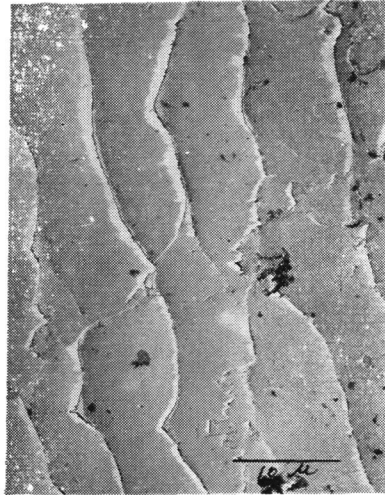
第1図 頭毛(女子頭頂部)



第2図 頭毛(女子側頭部)



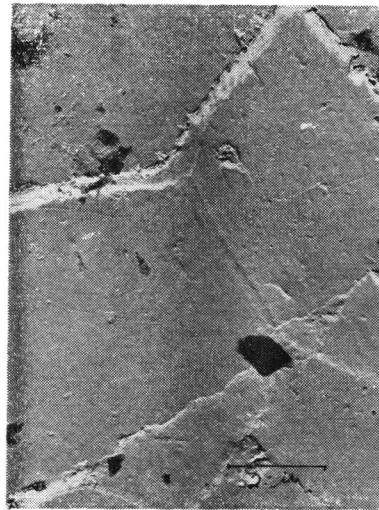
第3図 頭毛(女子頭頂部先端)



第4図 頭毛(男子側頭部)



第5図 頭毛(新生児頭頂部)



第6図 頭毛(1才女子頭頂部)

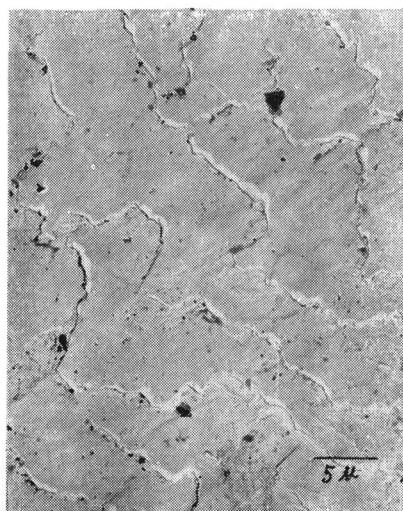
細木論文付図(2)



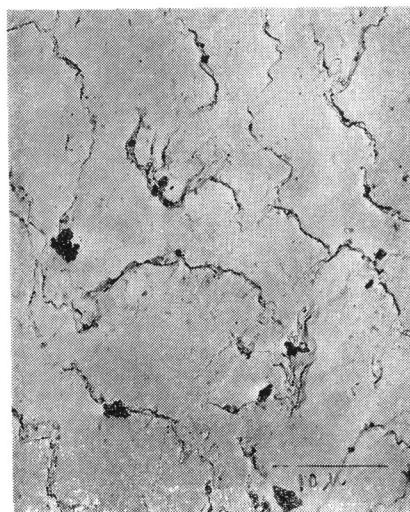
第7図 鼻毛



第8図 腋毛



第9図 陰毛



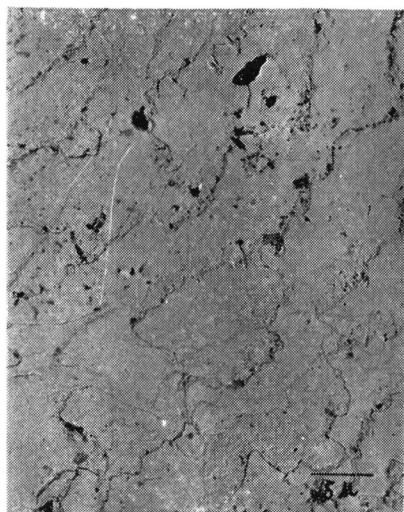
第10図 縮毛



第11図 悪性円形脱毛症



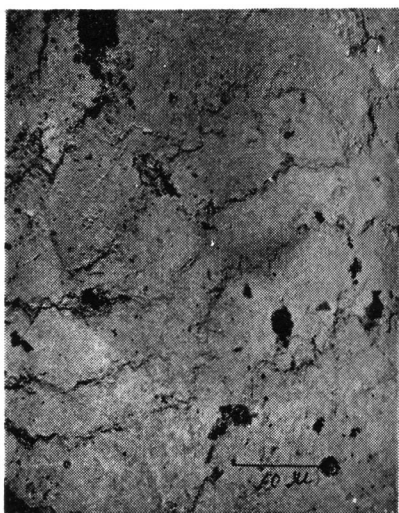
第12図 癩漫性脱毛症



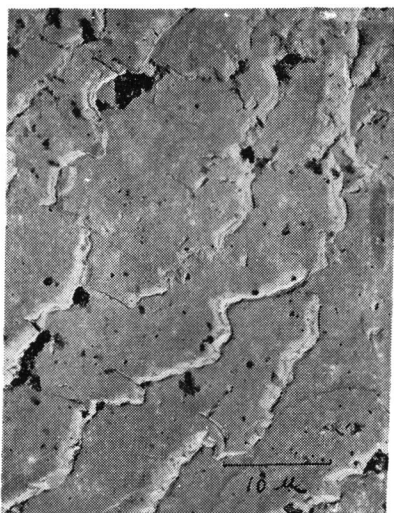
第13図 レントゲン脱毛症



第14図 コールドウェーブ脱毛症



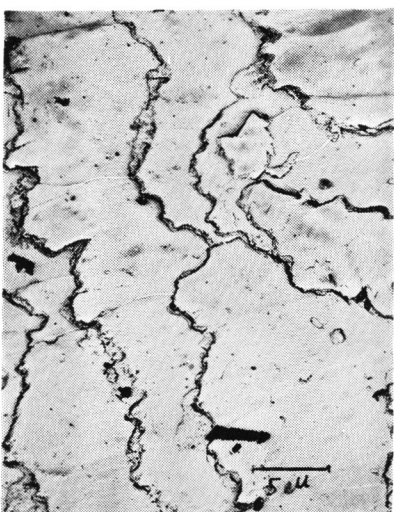
第15図 コールドウェーブ脱毛症



第16図 トリコチロマニー

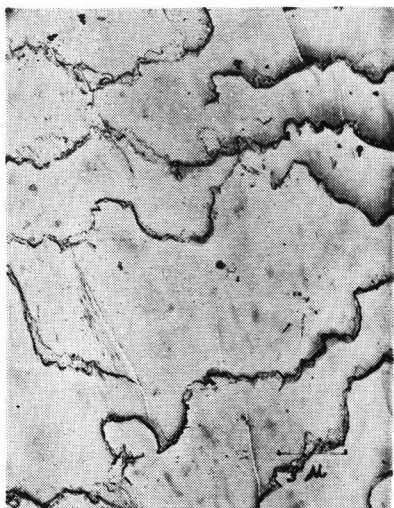


第17図 頭毛 (陰毛発育不全症患者)

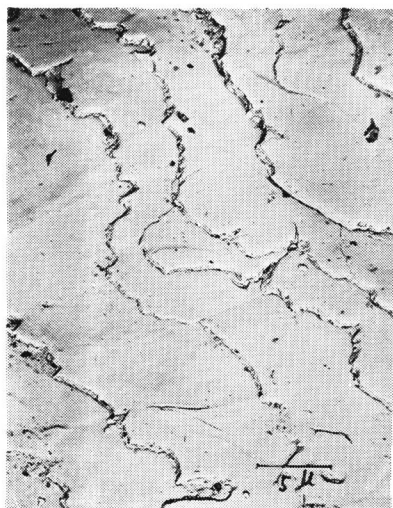


第18図 移植毛 (第17図患者)

細木論文付図(4)



第19図 移植毛 (第17図患者)



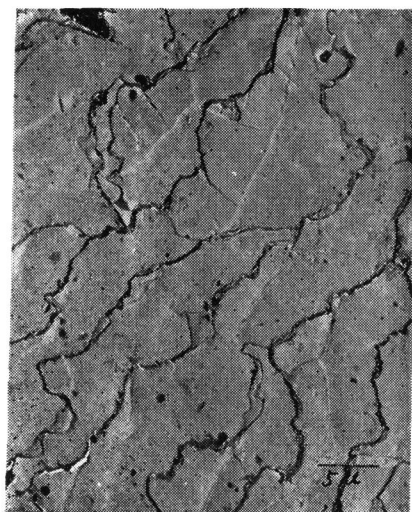
第20図 自然陰毛 (第17図患者)



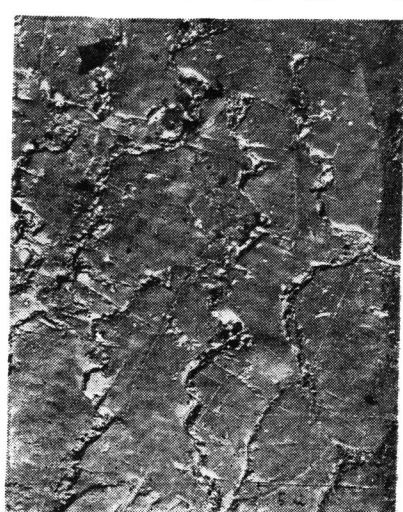
第21図 コールドウェーブ毛髪 (操作直後)



第22図 コールドウェーブ毛髪 (操作2カ月後)



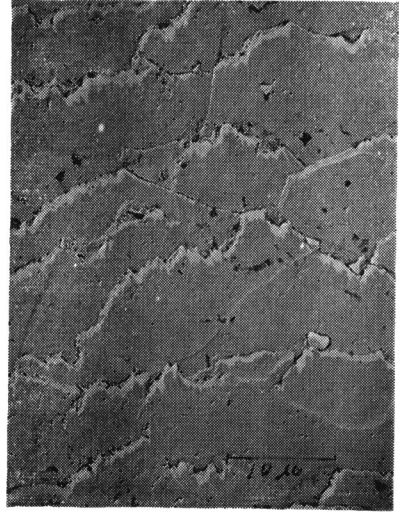
第23図 電熱ウェーブ毛髪



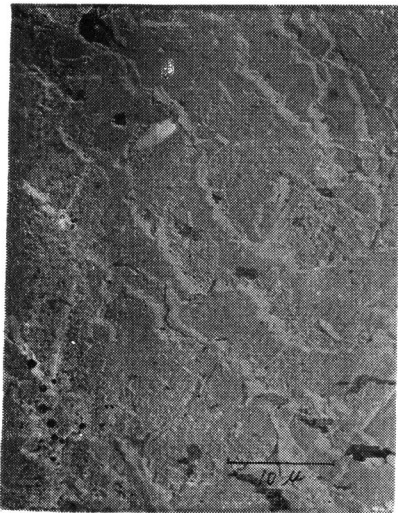
第24図 ヘヤブリーチ毛髪



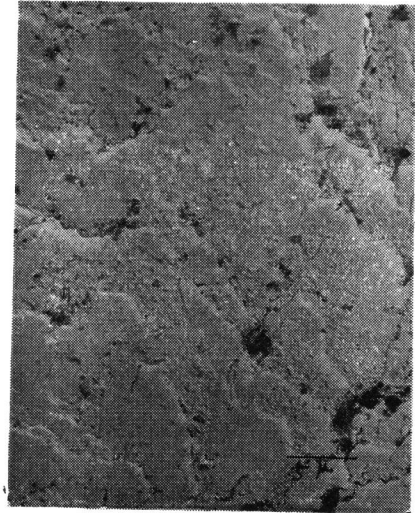
第25図 ヘヤダイ毛髪



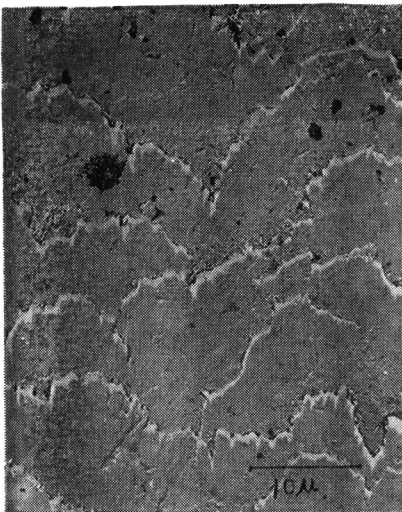
第26図 コールドウェーブ実験前直毛



第27図 実験30分間



第28図 実験50分間

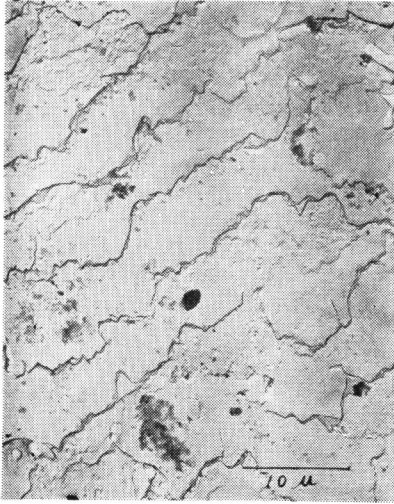


第29図 実験1回

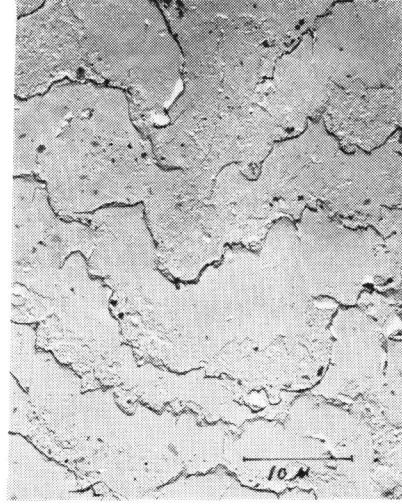


第30図 実験3回

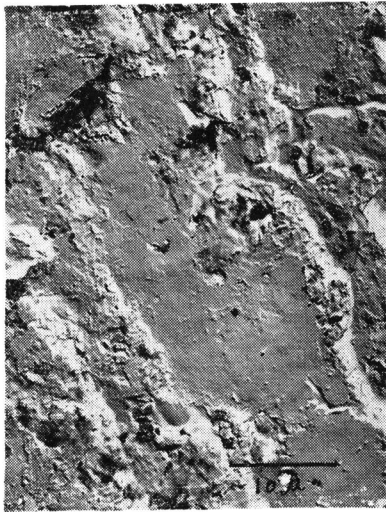
細木論文付図(6)



第31図 ヘヤブリーチ実験10分間



第32図 ヘヤブリーチ実験20分間



第33図 ヘヤブリーチ実験50分間