内藤幸雄 大島久美

The adsorption of keratin hydrolysate to hair and its effect

Sachio Naito Kumi Ōshima

The sorption of keratin hydrolysate, as an inter-molecular cystine rich polypeptide, to hair and the cosmetic effect have been studied.

The amount of keratin hydrolysate sorbed to hair was determined by a novel method: the determination of the amount of sulfhydryl residues (R-SH) in keratin hydrolysate produced by the chemical interaction between cysteine residues (R-SH) in hair being reduced and cystine residues (R-S-S-R) in keratin hydrolysate. A large amount of R-SH was produced in keratin hydrolysate when reduced hair was immersed in the medium of the buffer solutions containing keratin hydrolysate, whereas only a trace amount of R-SH in the control buffer was found when keratin hydrolysate was not present. The chemical alteration of hair was examined by the fluorescent microscopic observation of R-SH after labelled with N-(7-dimethylamino-4-methylcoumarinyl)-maleimide (DACM). Intensive fluorescence was observed on the reduced hair, whereas reduction of fluorescent intensity was observed on the keratin hydrolysate treated hair. The result showed a decrease of R-SH in the reduced hair. The decrease of cystine residues of the permed hair was also found by amino acid analysis, when the hair was treated with keratin hydrolysate after reduction in the permanent waving process. As the cosmetic application of keratin hydrolysate, the effect of keratin hydrolysate on the bleached and permed hair was demonstrated in the process of permanent waving as the waving efficiency.

These results implies that the sorption of cystine-rich keratin hydrolysate to the reduced hair was due to SH/SS interchange reaction between the hair and the keratin hydrolysate. It was also suggested that the effectiveness of keratin hydrolysate on the waving efficiency was based on the increase of hair elasticity due to the newly formed covalent bonds between the hair and the keratin hydrolysate.

1. 緒 言

コラーゲン、シルク、ケチン等、蛋白質の加水分解物あるいはその誘導体は毛髪のコンディショニング成分として頭髮製品に広く使用されている。しかしながら、これら蛋白質加水分解物の毛髪への吸着性とその効果との関係が十分に理解されているわけではない。唯一、コラーゲンの加水分解物についてのみ、毛髪には存在しないアミノ酸であるヒドロキシプロリンを含有しているため、このアミノ酸を指標として毛髪への吸着量が定量さ

れている。

他の蛋白質加水分解物、特に毛髪と同様システム含有率の高いケラチン加水分解物については、アミノ酸組成が毛髪と類似している点で毛髪への高い親和性が期待されているものの、反面毛髪との相互作用を解析する上では困難な要因となっていた。そのため、ケラチン加水分解物処理前後の毛髪重量変化から吸着量を求める方法²⁾の他に例を見ない。

そこで、毛髪へのケラチン加水分解物の吸着性の新たな解析方法を検討した。すなわち、毛髪のシステイン残基(RSH)とケラチン加水分解のシステイン残基(RSSR)間の化学反応によって生じるケラチン加水分解中のシステイン残基を定量する方法を検討した。又、ケラチン加

花王(株)東京研究所：東京都墨田区文花2-1-3
Kao Corporation., Ltd. Tokyo Research Lab. 1-3,
Bunka, 2-chome Sumida-ku, Tokyo, 131 Japan

水分分解物の吸着による効果としては、コールドパーマ処理過程で、還元処理後に応用したときのパーマのかかりへの影響について検討した。

2. 実験

2.1 ケラチン加水分解物の調製

羊毛をリン酸水溶液で加熱加水分解した後、水酸化カルシウムで中和し、リン酸を水不溶のカルシウム塩として除去することによりケラチン加水分解物水溶液を調製した。Table-1に示すようにシスチン含有率の異なる種々のケラチン加水分解物を調製した。但し、最も分子量の小さい MW 560 のケラチン加水分解物については希塩酸を用い、加熱加水分解した後、減圧蒸留、及びビオン換樹脂を用いて脱塩し調製した。

2.2 ケラチン加水分解物の構造

Table-2に示すようケラチン加水分解物のアミノ酸組成は毛髪と非常に類似している。また、シスチン残基を含有している点でコラーゲン加水分解物とは異なる構造を持っている。そこで次にシスチン残基がペプチドの分子内あるいは分子間を架橋しているかどうかについて検討した。

Fig.-1 に1分子の中に0.9個のシスチン残基を含有する分子量2300のケラチン加水分解物について、還元処理前後における分子量の変化を示した。還元処理後ケラチン加水分解物の分子量はおよそ1/2に低下した。すなわち、コラーゲン加水分解物が一本鎖のペプチドであるのに対して、ケラチン加水分解物は、分子量のほぼ等し

Fig.-1 Gel filtration profile of keratin hydrolysate, and S-carboxymethylated keratin hydrolysate.

Analysis condition:

Sample Size	25 μ l
Column	TSK Gel 3000SW+4000SW
Column Size	75 $\times$ 600nm
Mobile size	0.05M Phosphate buffer (pH 5.4)
Flow Rate	1.0ml/min
Pressure	50Kgf/cm ²
Chart Ppeed	5mm/min
Detector UV	210nm
AUF	0.64

い2分子のペプチドがシスチン結合により架橋されていることが示された。ケラチン加水分解物がシステイン残基を含まず、かつ2分子のペプチドの架橋体であること

Table-1 Cystine Content in keratin hydrolysate with Various Molecular Weight

Average Molecular Weight	Cystine ^{a)} Content (wt/wt%)	Number of cystine ^{b)} Residues (Residues/mole K.H)
560 ^{c)}	6.10	0.14
760	7.01	0.22
1050	7.58	0.33
1300	7.88	0.43
1800	7.85	0.59
2300	9.32	0.90

a) Average molecular weight was determined by Gel filtration chromatography using Sephadex G-50 gel.

b) Cystine cintents were determined by following method: Cystine residues in keratin hydrolysate were reduced completely by Sodium Borohydride (NaBH₄). After decomposition of remaining NaBH₄ by adding Acetone, the amount of Cysteine residues were determined by Ellman method³⁾. Cystine contents were calculated from the fact that the half amount of cysteine equaled the amount of cystine.

c) Hydrolyzed by dil.HCl aqueous solution.

Table-2 Amino Acid Composition of Hair, Keratin Hydrolysate and Collagen Hydrolysate

Amino Acid	Hair ^{a)}	Keratin Hydrolysate	Collagen Hydrolysate
Cysteic acid	0.4	1.0	—
SCMC ^{b)}	0.1	—	—
Cystine	7.8	2.8	—
Methionine	1.0	0.7	0.5
Aspartic acid	6.5	7.0	4.5
Glutamic acid	14.1	12.9	7.5
Arginine	6.4	7.2	4.9
Lysine	2.9	2.1	2.7
Serine	13.4	11.7	3.5
Threonine	8.3	6.7	1.7
Glycine	7.0	10.6	33.0
Alanine	5.6	6.3	11.2
Valine	5.7	5.6	2.1
Isoleucine	3.0	3.2	1.2
Leucine	7.2	7.1	2.3
Tyrosine	2.5	4.2	0.2
Phenylalanine	1.9	3.0	0.6
Histidine	0.9	0.9	0.5
Proline	5.0	4.1	15.2
Hydroxyproline	—	—	8.6

^{a)} Japanese untreated hair which have not been dyed and permed yet.

^{b)} SCMC; S-carboxymethyl-cysteine⁵⁾

は本解析を進める点で重要なポイントとなる。

2.3 毛髪試料の調製

コーカシアン健常毛髪, 日本人健常毛髪を用いた。ブリーチヘア, パーマヘアは次に示す方法を用いて調製した。

(1) ブリーチ; 毛束を 30°C の過剰の 3% (wt/wt) 過酸化水素水 (pH 8) に30分浸漬した。次にイオン交換水で十分にすすいだ後, 1N酢酸水溶液に10分浸漬し, 更にイオン交換水で十分にすすぎ, 乾燥した。

(2) パーマ; 毛束を 30°C の過剰の 7% (wt/wt) チオグリコール酸水溶液 (pH 9.6) に15分浸漬した。次にイオン交換水で十分にすすいだ後, 7% (wt/wt) 臭素酸ナトリウム水溶液に10分浸漬し, 更にイオン交換水で十分にすすぎ, 乾燥した。

2.4 緩衝液の調製

一定の pH, イオン強度の水溶液におけるケラチン加水分解物の吸着挙動を解析するため, 以下に示す緩衝液を調製した。

(1) コントロール緩衝液; 0.2M リン酸緩衝液 (pH 4

～9) に適量の塩化ナトリウムを添加し, イオン強度を 0.3 に調整した。

(2) ケラチン加水分解物含有緩衝液; 上記の緩衝液にシスチン濃度が 6.5×10^{-3} M となるようにケラチン加水分解物を溶解させた。

2.5 SH基の定量

1g の毛束を 30°C 7% (wt/wt) のチオグリコール酸水溶液 (pH 9.6) 7ml 中に15分浸漬した。次ぎに還元処理毛髪に残留しているチオグリコール酸や水に可溶な低分子のシステイン残基を含むオリゴペプチドを除去するためイオン交換水で十分にすすいだ。その際, 毛髪に生成されたシステイン残基が空気酸化を受けないように操作は窒素雰囲気下で行った。次ぎに, 還元処理毛髪を室温, 窒素雰囲気下で 10ml のケラチン加水分解物含有緩衝液に浸漬した後, 水溶液中の SH 基を Ellman 法³⁾を用いて定量した。対照実験として還元処理毛髪をコントロール緩衝液に浸漬し, 毛髪から遊離してくる SH 基を定量した。

2.6 SH基の蛍光染色処理毛髪の顕微鏡観察

還元処理毛髪及び還元後ケラチン加水分解物処理を行った毛髪を二枚のプラスチック板の間にはさみ、酢酸エチルを用いて固定した。次に MT-2B Ultra-microtome (Sorval Dupon Instrument) にガラスナイフをセットし、およそ 2μ の厚さの毛髪切片を作成した。次に毛髪切片を 0.1 mM N-(7-dimethylamino-4-methylcoumarinyl) maleimide (DACM), 0.86% 塩化ナトリウムを含む, 5 mM トリス酢酸緩衝液 (pH 7.5) を用いて染色し⁴⁾, 蛍光顕微鏡下で観察した。

2.7 アミノ酸分析

システイン残基をカルボキシメチル化した後⁵⁾, 正確におよそ 1 mg を秤量し, 十分に脱気した 6 N 塩酸を用い, 窒素雰囲気下で 110°C , 22時間加水分解した。アミノ酸分析は日立 835 型アミノ酸分析機を用い, 定法に従い定量した。

2.8 ウェーブ形成

パーマメントウェーピング処理によるウェーブ形成 (パーマのかかり) の評価は Fig.-2 に示す方法を用いて行なった。すなわち, 15 cm の毛髪10本の束 (およそ 12 mg) を 10 mm のガラス管に各々の毛髪が重ならないように注意深く巻きあげ, 次にガラス管をまず 30°C の 7% (wt/wt) チオグリコール酸水溶液 (pH 9.0) 2.5 ml 中に15分浸漬した。十分にイオン交換水ですすいだ後,

30°C のケラチン加水分解物含有緩衝液 (pH 8.0) 2.5 ml に10分浸漬した。対照として, 還元後の毛髪をコントロール緩衝液で同様に処理した。次に, これらの処理毛髪を 4% (wt/wt) 臭素酸ナトリウム水溶液 2.5 ml に10分浸漬し, 十分にイオン交換水ですすいだ後, 毛髪をガラス管から注意深くはずした。ウェーブ度は Fig.-2 に示した計算式から求めた。

3. 結果及び考察

3.1 還元処理毛髪とケラチン加水分解物の反応

3.1.1 ケラチン加水分解物含有緩衝液へのSH基の遊離

Fig.-3 にコーカシアン還元処理毛髪から pH 4, pH

Fig.-2 Method of Keratin Hydrolysate Treatment and Evaluation of Waving Efficiency

Fig.-3 Liberation of SH Residues from Reduced Hair Treated with Keratin Hydrolysate

Influence of reaction time. Each Keratin Hydrolysate (M.W1800) buffer contain 6.53×10^{-5} mole cystine residues.

9 のケラチン加水分解物含有緩衝液、及び各々のコントロール緩衝液への SH 基の遊離量と浸漬時間との関係を示した。分子量1800のケラチン加水分解物及びコーカンアン還元処理毛髪（システイン残基： 18.6×10^{-5} mole/g hair）を用いた。ケラチン加水分解物含有緩衝液に遊離される SH 基量は経時的に増加し、30分でほぼ一定に達した。最大反応量は pH 9 では 1.9×10^{-5} mole/g hair、pH 4 では 0.8×10^{-5} mole/g hair となり、アルカリ性緩衝液へ SH 基は顕著に遊離された。一方ケラチン加水分解物を含有しないコントロール緩衝液へは pH によらず遊離される SH 基は僅かであり、pH 9 でも 1.5×10^{-6} mole/g hair とケラチン加水分解物含有緩衝液の 1/10以下であった。

処理時間10分における SH 基の遊離量に対する緩衝液の pH の影響を Fig.-4 にまとめた。いずれの pH においてもコントロール緩衝液への遊離量は僅かであり、ケラチン加水分解物含有緩衝液へのみ遊離量が増加していることが示された。

3.1.2 ケラチン加水分解物緩衝液中のSH基含有物質の同定

ケラチン加水分解物を含有する緩衝液中へ遊離される SH 基含有物質について、処理前後のケラチン加水分解物含有緩衝液及びコントロール緩衝液中のシステイン残

Fig.-4 Liberation of SH Residues from Reduced Hair Treated with Keratin Hydrolysate
Influence of pH of buffer solution. Each Keratin Hydrolysate (M.W1800) buffer contains 6.53×10^{-5} mole cystine residues.

基をアミノ酸分析により同定 (SCMC : S-カルボキシメチルシステイン) した (Fig.-5)。ケラチン加水分解物は元々システインを含有していないペプチドであるが、

Fig.-5 Amino Acid Chromatogram (tracing) of Keratin Hydrolysate

処理後はシステインが生成されていることを確認した。一方コントロール緩衝液中にはシステインは勿論、他のアミノ酸も殆ど遊離されてなかった。すなわちケラチン加水分解物含有緩衝液に毛髪から遊離される SH 基は毛髪のシステイン残基とケラチン加水分解物のシスチン残基が反応し、新たにケラチン加水分解物に生成されたシステイン残基であることが強く示唆された。

3.1.3 毛髪のシステイン残基量とケラチン加水分解物の反応性

次に、システイン含有量の異なる毛髪に対するケラチン加水分解物の反応性を検討した (Table-3)。システイン残基量が極めて少ない未処理毛髪、システイン残基量が多いブリーチ毛髪の還元処理毛髪を用い比較した。その結果、pH 8 のケラチン加水分解物含有緩衝液において SH 基の遊離量は未処理毛髪では 9.1×10^{-7} mole/g hair, 未処理毛髪の還元処理毛髪では 8.6×10^{-6} mole/g hair, ブリーチ, パーマ各1回処理毛髪の還元処理毛髪では 1.9×10^{-5} mol/g hair となり、毛髪のシステインの増加により、遊離量も増加した。一方コントロール緩衝液への遊離量は毛髪中のシステイン残基量に関わらず極めて僅かであった。

以上の結果から、ケラチン加水分解物の毛髪への反応機構を考察した (Fig.-6)。シスチン、システインを含有する水溶性蛋白質をアルカリ性水溶液に溶解させると、蛋白質分子間で SH/SS 交換反応が生じることが知られている⁷⁾。毛髪のシステイン残基 (R-SH) とケラチン加水分解物のシスチン残基 (R-S-S-R) 間で SH/SS 交換反応が生じるとすれば、ペプチド分子間にシスチン架橋を有するケラチン加水分解物では (Fig.-1), 一方のペプチド分子にはシステイン残基が生成され処理液中に遊離され、他方のペプチド分子は毛髪蛋白質と新たに SS 結合を形成して結合 (吸着) すると考えることがで

Fig.-6 Schematic Diagram of Chemical Interaction between Keratin Hydrolyzate and Reduced Hair

きる。

そこで、以後の検討では、ケラチン加水分解物の毛髪への吸着量の指標として、ケラチン加水分解物含有緩衝液に遊離された SH 基量とコントロール緩衝液に遊離された SH 基量との差分 (A)-(B) を用いることとし、ケラチン加水分解物の毛髪に対する反応量として表すことにした。

3.2 ケラチン加水分解物の毛髪への浸透性

Fig.-4 では緩衝液の pH 6 以上で、毛髪へのケラチン加水分解物の反応が顕著に増加することが示されている。この原因としては、毛髪の等電点より高い pH 領域で毛髪が膨潤することにより、ケラチン加水分解物が毛髪の内部まで浸透している可能性が考えられる。そこでケラチン加水分解物の毛髪内部への浸透性について、分子量や、毛髪の膨潤を促進する尿素等の添加による反応

Table-3 Influence of Cysteine Content of Hair on The Amount of SH-Residues Liberated into K.H. Buffer and Controle buffer

Hair		Amount of R-SH Liberated from Hair			(A) - (B) (mole/g hair)
Sample	Cysteine Content (mole/g hair)	K.H. Buffer (A) (mole/g hair)	Controle buffer (B) (mole/g hair)		
(1)	Untreated	4.4×10^{-6}	9.1×10^{-7}	4.2×10^{-7}	4.9×10^{-7}
(2)	Reduced (Untreated)	1.8×10^{-4}	8.6×10^{-6}	4.8×10^{-7}	8.5×10^{-6}
(3)	Reduced (Bleached and Permed once)	3.8×10^{-4}	1.9×10^{-5}	3.2×10^{-7}	1.9×10^{-5}

量への影響や、処理毛髪組織化学的变化について検討した。

3.2.1 分子量の影響

分子量 760, 1300 及び 1800 のケラチン加水分解物を含む pH 8 の緩衝液及び還元処理日本人毛髪を用いた。**Fig.-7** に示すように、分子量 1300 及び 1800 のケラチン加水分解物を用いた場合、反応量は10分で一定に達した。しかしながら分子量 760 のケラチン加水分解物を用いた場合、10分以後も反応量は増加した。

3.2.2 尿素添加の影響

反応量が10分の処理で一定に達する分子量1800のケラチン加水分解物を用い、尿素添加の効果を検討した(**Fig.-8**)。8M 尿素を添加した場合には分子量が1800のケラチン加水分解物でも10分以後反応量は増加し、分子量の 760 ものと同様な反応性を示した。次にケラチン加水分解の浸透性を組織化学的に検討した。

3.2.3 ケラチン加水分解物処理毛髪組織化学的变化

毛髪中の RSH 基を指標として、ケラチン加水分解物処理前後の還元処理毛髪に対し、N-(7-Dimethylamino-4-methyl-coumarinyl) maleimide (DACM) 処理により SH 基を蛍光ラベル化し、蛍光顕微鏡下で観察した。実験には分子量 760 のケラチン加水分解物含有緩衝液(pH

Fig.-7 Effect of Molecular Size of Keratin Hydrolysate on The Amount of Reacting Keratin Hydrolysate to Reduced Hair

Each Keratin Hydrolysate (M.W.1800) buffer (pH 8) contains 6.53×10^{-5} mole cystine residues.

Fig.-8 Effect of 8M Urea on The Amount of Reacting Keratin Hydrolysate to Reduced Hair

Each Keratin Hydrolysate (M.W.1800) buffer (pH 8) contains 6.53×10^{-5} mole cystine residues.

8)を用いた。**Fig.-9-a**, **Fig.-9-b**に毛髪の横断面及び表面の観察結果を示す。還元処理毛髪内部及び表面のエッジ部分に強い蛍光が認められた。一方、還元処理後、ケラチン加水分解物処理を行った毛髪では、蛍光強度の減少が観察された。

以上のように、低分子量のケラチン加水分解物の反応量が高いこと、毛髪の膨潤処理により毛髪への反応量が増加すること、組織化学的にも毛髪内部の RSH 基が減少していることから、ケラチン加水分解物は還元処理毛髪内部に浸透し反応することが強く示唆された。また、毛髪表面にはシスチンは少なく、ブラッシングやコーミングなどの機械力で損傷を受けている毛表皮のエッジではシスチンを多く含有する Exocuticle や A-layer が露出しているため⁸⁾、還元状態でシステイン残基となりケラチン加水分解物とがよく反応することも強く示唆された。

3.3 ケラチン加水分解物処理毛髪のアミノ酸組成変化

次に、ケラチン加水分解物処理毛髪における一次構造の変化を検討した。通常のパーマメントウェーブ処理に準じ、還元処理後、酸化処理前にケラチン加水分解物含有緩衝液を塗布した毛髪のシスチン、システインの組織変化を検討した。実験には分子量1800のケラチン加水分解物含有緩衝液(pH 8)を用いた(**Fig.-10**)。繰り返しのパーマメントウェーブ処理によりシスチン残基は減

Fig.-9 Florescent Microscopic Observation of Sulfhydryl Residues of Hair

Fig.10 Alteration of Amino Composition of Permed Hair Treated with Keratin Hydrolysate

少し、一方未酸化のシステイン残基は増加することがよく知られているが⁷⁾、ケラチン加水分解物処理によりシステイン残基の減少、未酸化のシステイン残基の増加ともに抑制された。

4. ケラチン加水分解物の反応による効果

4.1 ウェーブ形成への影響

ケラチン加水分解物は還元処理された毛髪に浸透しシ

ステイン残基と反応することを述べてきたが、次に、パーマネントウェーブプロセスで還元処理後に用いた場合の効果として、ウェーブ形成に対する影響を検討した。

日本人の健康毛髪及びこれにブリーチとパーマ処理を各1回処理を行った毛髪を用い、パーマプロセスで還元処理後、酸化処理前にケラチン加水分解物含有緩衝液処理を行ない、ウェーブ形成への影響を検討した。

ケラチン加水分解物は分子量が560, 1050, 1800及び2300を用いた。Fig.-11に示すように、健康毛髪をパー

Fig.-11 Effect of Keratin Hydrolysate on Waving Efficiency

マ処理した時ウェーブ度は57%に達し、良好なウェーブが得られた。ブリーチとパーマ処理を各1回処理を行った毛髪では38%となり、ウェーブの低下が認められた。ブリーチやパーマ処理などの化学処理を行うと毛髪は多孔質となり⁸⁾、弾性率が低下することはよく知られている^{9),10)}が、ウェーブ度の低下は毛髪弾性率の低下によるものと考えられる。ケラチン加水分解物処理の効果を見ると、健康毛髪ではケラチン加水分解物処理の効果は見られなかったが、ブリーチ、パーマ処理毛髪ではより低分子量のケラチン加水分解物を用いる程効果は高く、最高44%までウェーブ度を向上させることが可能であった。

ブリーチ、パーマ処理毛髪への分子量1800のケラチン加水分解物の反応量 (1.9×10^{-5} mol/g hair) は健康毛髪を用いた場合 (8.5×10^{-6} mol/g hair) の約2倍となることを述べた (Table-3)。したがってケラチン加水分解物が損傷毛髪に多量に吸着することにより、毛髪の弾性率が向上した結果、ウェーブ形成が向上したものと考えている。

また、このような化学的損傷毛髪のウェーブ形成の向上は、シスチンを含まないコラーゲン加水分解では見られないことを確認しており、SS結合のような強固な結合(共有結合)によってペプチドが毛髪に固定されることが重要であると考えている。

5. 総 括

ケラチン加水分解物の毛髪への吸着性について、毛髪のシステイン残基 (RHS) とケラチン加水分解物のシスチン残基 (RSSR) 間の化学反応によりケラチン加水分解物に生成されるシステイン残基 (RSH) を定量することにより解析した。又、パーマネントウェーブプロセスへの応用とその効果についての検討を行った。以下に結果を要約し、ケラチン加水分解物の毛髪への反応性とその効果について総括する。

(1) システイン残基 (R-SH) を有する毛髪に分子間架橋 (R-S-S-R) を有するケラチン加水分解物を含む緩衝液を作用させると、処理液中に毛髪から多量の SH 基が遊離された。SH 基を含有する物質はシステインであることが示唆された。SH 基の遊離量は、毛髪のシステイン含有量が多いほど増加した。一方ケラチン加水分解物を含まないコントロール緩衝液には殆ど SH 基は遊離されなかった。

以上の結果から毛髪へのケラチン加水分解物の吸着は毛髪のシステイン残基 (R-SH) とケラチン加水分解物の

分子間結合を形成するシスチン残基 (R-S-S-R) 間の SH/SS 交換反応により生じることが強く示唆された。すなわち、一方のペプチド分子は毛髪蛋白質と新たな SS 結合を形成して毛髪に結合し、他方の分子にはシステイン残基が生成され毛髪から処理溶液中に遊離されると考えた。

(2) ケラチン加水分解物の反応量は低分子量のケラチン加水分解物程多く、又、アルカリ性の緩衝液や尿素の添加により増加した。

(3) 還元処理毛髪の SH 基を組織化学的(蛍光染色)に解析した結果、ケラチン加水分解物処理 (MW760) により SH 基の減少が観察された。

以上の結果から低分子量のケラチン加水分解物、あるいは毛髪の膨潤、化学処理の履歴によりケラチン加水分解物が毛髪に浸透することが強く示唆された。

(4) 繰り返しのパーマネントウェーブ処理においてケラチン加水分解物処理を行った時、未酸化のシステイン残基の増加、シスチンの減少が共に抑制され、毛髪においてもケラチン加水分解物の反応性が示唆された。

(5) パーマネントウェーブプロセスへの応用とその効果について検討した結果、ブリーチ、パーマ各1回処理毛髪のパーマネントウェーブ処理において、ケラチン加水分解物を中間処理剤として用いると、ウェーブ形成を向上させる効果が認められた。

化学的な損傷毛髪に対してケラチン加水分解物の反応量が多いことから、多孔質毛髪へのペプチドの吸着により、毛髪の弾性力が向上し、その結果ウェーブ形成力が向上したものと考えている。

参考文献

- 1) S.A. Karjala, J.E. Williamson and A. Karler
J. Soc. Cosmetic Chem 17, 513 (1966)
- 2) Y. Kamimura, Mouhatu Kagaku, 46, 35
(1984)
- 3) G.L. Ellman, Arch. Biochem. Biophys., 32,
70 (1959)
- 4) H. Ogawas, T. Tameda, T. Sekine and Y.
Kanaoka, Nippi Kaishi, 88(8) 522 (1978)
- 5) C.H.W. Hirs, Method In Enzymology, Vol.
11, 199 (1967)
- 6) D.H. Spackman, W.H. Stein and S. Moor,
Anal. Chem., 30, 1190 (1965)
- 7) B.K. Seon, H. Toda and K. Narita, J. Bio-
chem., 58, 48 (1965)

- 8) T. Okumura, A. Ishida, T. Sasaki and S. Hayashi, 11(2), 1978)
- 9) C.R. Robbins, J. Soc. Cosmetic Chem., 22, 339 (1971)
- 10) J.G. Gumprecht, Kanupatel and R.P. Bono, J. Soc. Cosmetic Chem., 28, 717 (1971)
- (第14回 IFSCC バルセロナ大会発表論文
昭和62年4月22日受理)