Preparation of Oil-in-Water Emulsion with a Good Texture of Use and Waterproofness Using the Gemini Surfactant*

Norio Sekiguchi, Katsuya Shimizu

Functional Surfactant Research & Development Department, Asahikasei Chemicals Co. **

We investigated the development of an o/w emulsion with a good texture of use and waterproofness. We considered the Gemini-type surfactant, which can disperse oil using a small amount of emulsifier, to be suitable to achieve the objectives, and investigated using sodium dilaureamidoglutamate lysine (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients (INCI) name; a Gemini-type compound obtained by treating sodium lauroyl glutamate with lysine). We report that the expected good results were obtained. The critical micelle concentration of sodium dilaureamidoglutamate lysine was found to significantly decrease compared with a monomer (sodium lauroyl glutamate), and we evaluated the emulsifying capacity. As a result, sodium dilaureamidoglutamate lysine, can emulsify various types of oil with a small amount (0.03 to 0.1%) regardless of the blended amount (10 to 50%), and the emulsion showed good stability (almost no change in the particle size between the baseline and after 1 month at 50°C). In a comparison of the waterproofness between the emulsion prepared with sodium dilaureamidoglutamate lysine and that emulsified by a non-ionic surfactant using the cup-shaking method, the former contained more components in the oil phase in the skin or hair. In addition, it was less oily, could be spread more smoothly, and provided a fresh texture of use after application compared with a non-ionic surfactant since it was emulsified in a small amount.

Key words : a good texture of use, waterproofness, o/w emulsion, Gemini-type surfactant, sodium dilaureamidoglutamate lysine, good stability, sodium lauroyl glutamate, small amount of emulsifier, particle size, almost no change

* Received, August 17, 2015; Accepted, July 7, 2016

** 1-3-1, Yakoh Kawasaki-ku, Kawasaki 210-0863, Japan

ジェミニ型界面活性剤を用いた使用感に優れた耐水性 O/W エマルジョンの調製*

関 口 範 夫, 清 水 克 也

旭化成ケミカルズ株式会社 機能活性剤技術開発部**

使用感が良好で耐水性に優れた O/W エマルジョン製剤の検討を行った。油と水の界面張力を下げるノニオン系界面活性剤を用いた乳化物は、使用感や再乳化され耐水性が悪いことから、物理的な力で（機械的に）乳化させ、乳化剤は少量で行うことができれば使用感も良好であると予測した。この機能を達成するにはジェミニ型の界面活性剤が適していると考え、ラウロイルグルタミン酸 Na をリジンで連結させたジラウロイルグルタミン酸リシン Na を合成し、表面張力測定や乳化力、カップシェイク法による耐水性などの検討を行った。その結果、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na はモノマーに比べ臨界ミセル濃度が低く、少量（0.03~0.1%）で油の種類や量に関係なく乳化が可能であり、経時による粒径変化が少なかった。また、少量の界面活性剤で乳化された乳化物は、ノニオン系界面活性剤による悪い使用感（べたつき感など）が少なく、再乳化されにくいので耐水性に優れ、皮膚や毛髪に油分を多く残存する結果でもあった。以上の結果から、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na を乳化剤として使用すると、使用感が良く耐水性にも優れた乳化物が得られることがわかった。

1. 緒 言

クリームや乳液などの乳化製品は大きく分けて油相成分、水相成分、乳化剤から構成されており、配合する成分によって使用感も大きく異なる。乳化剤の配合比は油相成分や水相成分と比較すると少ないが、使用感に大きな影響を及ぼすことが一般的に知られている。そのため多くの処方担当者は乳化剤の配合量を少なくする工夫（D 相乳化や転相乳化など）や使用感の良い乳化剤を選択したりしているが、乳化剤の選択を誤ると分離などの化粧品本体の品質に影響を与える可能性が大きい。そこで処方担当者は実績のある乳化剤や配合比での検討を優先的に行うことが多く、新規の乳化剤を検討する場合は、慎重な作業と大変な労力が必要とされている。一般的には乳化力が強く実績もある EO 付加の乳化剤が汎用されているが、石油系の界面活性剤として消費者から嫌われる傾向にあり、近年は植物系のイメージをもつポリグリセリン脂肪酸エステルやショ糖脂肪酸エステル系のノニオン系界面活性剤を配合する傾向にある。しかし、乳化ができる油種が限定されたり、乳化力が弱く分離しやすいため乳化剤の使用量を多くする必要が発生したりするので、乳化が難しくコストなどの問題

に直面するといわれている。

また、サンスクリーン製剤は日焼けを防ぐ目的で開発されているために紫外線吸収剤や散乱剤を長時間にわたって肌に留めておくよう、W/O のように連続相を油相とする剤型が一般的である。そのため使用感が「油っぽい」感触になり消費者に嫌われやすい。一方、連続相を水相にした O/W にすれば「みずみずしく、しっとり」とした使用感になるが、水と油の界面張力を下げて乳化しているので、水や汗によって再乳化され、紫外線吸収剤や散乱剤は流れやすく、日焼けを防ぐ性能が低下しやすいという問題がある。これを解決する目的で O/W 製剤に耐水性が高い皮膜形成剤を配合する処方が提案されているが、「塗布時の伸びが悪く、塗布後の閉塞感がある」など使用感が劣ることが多い。

そこで使用感が良好で耐水性に優れた O/W エマルジョンの開発を目的に検討を行った。この目的を達成するには、使用感は界面活性剤量が少ないほうが、耐水性は乳化粒子に吸着する界面活性剤の分子数が少ないほうが良い（乳化粒子が壊れやすく油を放出しやすい）と思われる。吸着する分子数を少なくするには、単純に界面活性剤の分子量を大きくすれば良いと考えられるが、単純に親水基を大きくすると、最少ミセル濃度が高くなり配合量を多くする必要が生じたり、逆に親油基を大きくすると W/O エマルジョンになりやすい。親水基と親油基の両方を大き

* 2015.8.17 受付, 2016.7.7 採用

** 〒210-0863 川崎市川崎区夜光 1-3-1

くすると、HLB が変化したり融点が高くなり扱いにくくなることが予想された。そこで、従来の一鎖一親水基などの界面活性剤を用いると分子設計が難しいと推定されたので、分子量を上げられ親油基と親水基性の両方をバランス良く高められる構造をもつ、ジェミニ型（多鎖多親水基）の構造式が適していると考えた。そこで、2つのラウロイルグルタミン酸 Na（一鎖一親水基）をリジンで連結させてジェミニ化（多鎖多親水基）した化合物を合成し、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na を用いて検討を行った (Fig.-1)。ジラウロイルグルタミン酸リシン Na は植物由来のペプチド骨格を有するジェミニ型のアニオン系界面活性剤であり、ラウロイルグルタミン酸 Na と比較して cmc が低く、乳化剤として用いると上記の課題が解決できることがわかった。すなわち、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na は低濃度（0.03～0.1%；濃度はすべて固形分で表示）

で油種や配合量に関係なく乳化が可能であることに加え、アニオン系であるために、O/W エマルジョンにした場合の油滴の周りはアニオン性を帯びているので、合一が起きにくい乳化物であることがわかった。また、少量（0.1%以下）の乳化剤で乳化しているので、使用感が良好で従来の HLB 方式に代表されるような油と水の界面張力を下げて乳化するのでなく、機械的に分散するため、皮膚に塗布した乳化物の皮膜は、汗や水分が付着しても再乳化されにくいために耐水性も優れた乳化物であることもわかった。

2. 実験方法

2.1. 表面張力の測定

Wilhelmy 法（25℃）で行った。

2.2. 乳化物の調製

油相と水相を 80℃ まで加温したのち、ホモミキサーで

Fig.-1 Structural formula of Sodium dilauroamidoglutamide lysine (Gemini compound of Sodium lauroyl glutamate using Lysine).

Fig.-2 Cup-shake method.
Water resistance test of the coated film and quantitative determination of UV absorber using the Cup-shake method.

Fig.-3 Measurement of the surface tension using the Wilhelmy method at 25℃.

攪拌しながら (5000 rpm) 水相に油相を添加し (ジラウロイルグルタミン酸リシン Na は水相に添加), 5 分間攪拌を続けた。終了したら手攪拌で室温まで冷却を行った。

2.3. 粒子径測定

レーザー回折散乱式粒度分布測定装置 (LA-920; HORIBA 社) を用いて測定を行った。

2.4. 耐水性試験

試料 0.01 g/cm² を前腕部内側に塗布し 5 分程度乾燥した。その後, カップシェイク法により 1 分間上下に振ったのちカップに移行した成分を液体クロマトグラフィー (HPLC) (Prominence; 島津製作所社) を用いて分析を行った (Fig.-2)

2.5. 撥水性試験

撥水性は, 乳化物などを実際の肌に塗布した表面を, 携帯式接触角計 (PG-X; マツボー社) を用いて測定を行った。

2.6. 毛髪に残存する油分量の測定方法

毛髪に残存する油分の耐水性は, 毛束 (5 g, 10 cm) に乳化物を 3 g 塗布⇒水洗 (200 ml)⇒常温で一定時間放置⇒10 ml のクロロホルムで抽出⇒ガスクロマトグラフィー (GC) (GC-2014; 島津製作所社) を用いて分析を行った。

2.7. 生分解性試験

生分解性試験は OECD ガイドライン 301 に準じて試験を行った。

3. 結果と考察

3.1. ジラウロイルグルタミン酸リシン Na の cmc (臨界ミセル濃度)

ジェミニ型の界面活性剤の「ジェミニ (= 双子)」とは, 1991 年に Menger らにより報告された論文の表題にある “Gemini-Surfactants” に由来する^{1), 2)}。「ジェミニ型界面活性剤」とは, その名のとおおり, 2 つの一鎖一親水基型化合物 (モノマー) を連結 (スパーサー) した構造であり, 従来のモノマーと比較して界面活性剤として高い機能を有する。その特徴は, 「親水性の保持」と「疎水性相互作用の強化」というトレードオフの関係を解消している点であり, 約 25 年前から現在に至るまで, その特徴に関心がもたれ, 多くのジェミニ型化合物が合成され, ジェミニ型構造にすることで得られる物性上の特徴などが多数報告されている^{3)~6)}。

そこで, われわれも上記の特長に着目し, ラウロイルグルタミン酸 Na (モノマー) をスパーサーとしてリジンをを用いて連結させたペプチド骨格 (グルタミン酸-リジン-グルタミン酸のトリペプチド) を有するジラウロイルグルタミン酸リシン Na (Fig.-1) を合成し, 実際に Wilhelmy 法で表面張力の測定を行った。その結果, ジェミニ型界面活性剤ジラウロイルグルタミン酸リシン Na の cmc (臨界ミセル濃度) は約 0.01 wt% であり, ラウロイルグルタミン酸

Table-1 The results of emulsification of various types of oil using 0.03 % Sodium dilaureamidoglutamide lysine.

Evaluated result		
INCI name (Oils)	Particle size at baseline	Particle size after a month at 50°C
Ethylhexyl palmitate	8.1 μm	8.2 μm
Olive	9.3 μm	9.2 μm
Mineral oil (5.8-8.9 mm ² /s)	11.1 μm	11.1 μm
Cyclopentasiloxane	7.8 μm	8.0 μm
Caprylic/capric tryglyceride	6.7 μm	7.4 μm
Dimeticone (6 mm ² /s)	8.4 μm	8.6 μm
Evaluated formulation		
INCI name	Component (wt%)	
Various oils	20	
Carbomer	0.2	
Sodium hydroxide	Adequate amount (to be adjusted to pH 7)	
Sodium dilaureamidoglutamide lysine	0.03	
Water	100 in total	

Na と比較すると約 50 倍も低いことがわかった (Fig.-3)。この cmc が低くなる現象は、一般的にいわれているジェミニ化することによる特長と一致した。

3.2. ジラウロイルグルタミン酸リシン Na の乳化能

各種油をジラウロイルグルタミン酸リシン Na 0.03% で乳化した結果を Table-1 に示す。粒子径は【初期】と【50℃, 1 ヶ月後】ではほとんど変化していないことから、油種によらず安定な乳化物が得られていることがわかる。これは、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na の構造がジェミニ型であることから低濃度で高い界面活性を有するため乳化ができており、さらにアニオン系界面活性剤であることから、O/W エマルジョンの油滴の周りはアニオン性を帯びているために合一が起きにくく安定であることによると考えられる。さらにジラウロイルグルタミン酸リシン Na 0.1% で油の種類と量を変化させて試験を実施した結果、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na の濃度に依存せず安定な乳化物が得られることもわかった (Table-2)。

通常の HLB の概念で乳化の検討をすると、油と水の界面張力を下げて乳化させるので油の種類や量が変わることにより、ノニオン系界面活性剤の量や配合比を変更したりする必要がある。しかし、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na を乳化剤として用いると、そのような検討が不要で、簡便に乳化が可能であることから処方検討の開発期間が大幅に短縮できるメリットがある。

ただし、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na を用いた乳化は機械的に分散させた油の周りに界面活性剤が集まって乳化させるので、乳化するときには下記の注意が必要である。

- ・水相にジラウロイルグルタミン酸リシン Na を添加
- ・水相に油相を添加（反転乳化や転相乳化はできない）
- ・機械的な攪拌力が必要（ホモミキサーで 5000 rpm 5 分が目安）

このようにジラウロイルグルタミン酸リシン Na を乳化剤として配合した場合、ノニオン系界面活性剤と比較して少量（0.1% 以下）で乳化できるので、使用感（べたつき感など）は格段に良くなることが明らかである。

3.3. ジラウロイルグルタミン酸リシン Na 乳化物の塗布膜に対する耐水性

乳化物を皮膚に塗布した膜には乳化剤と油相成分および一部の水相成分が混在する。ノニオン系界面活性剤乳化物の場合、数% のノニオン系界面活性剤（特に高 HLB）が混在するために、水が付着すると表面張力の低下に伴い再乳化して油相成分が流れ落ちてしまうが、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na 乳化物は、そもそもジラウロイルグルタミン酸リシン Na が少量しか混在せず、かつ機械的な分散が必要であるために、水が付着しても再乳化されにくいことが予想される。

そこで、塗布膜に対する耐水性試験を Fig.-2 のような

Table-2 Tests by changing the type and amount of oil using 0.1% Sodium dilaureamidoglutamide lysine.

Evaluated result			
INCI name (Oils)	Required HLB (Approx. value)	Particle size (μm)	
		Oil content 10%	Oil content 50%
Triethylhexanoïn	4	7.0	4.6
Olive	7	13.8	6.9
Cyclopentasiloxane	7.5	8.5	6.9
Ethylhexyl palmitate	8	8.3	5.4
Mineal oil	10	11.3	7.3
Dimethyl phthalate	15	1.0	1.1
Evaluated formulation			
INCI name	Component (wt%)		
	Oil content 10%	Oil content 50%	
Various oils	10	50	
Carbomer		0.2	
Sodium hydroxide		Adequate amount (to be adjusted to pH 7)	
Sodium dilaureamidoglutamide lysine		0.1	
BG		0.1	
Water		100 in total	

Table-3 Water resistance test formulation (containing organic UV absorber).

INCI name	Content (wt%)	
	Nonionic emulsion	Sodium dilaureamidoglutamide lysine emulsion
Glyceryl stearate	1.0	—
Ceteth-20	1.0	—
Sorbeth-40 tetraoleate	0.5	—
Behenyl alcohol	5	5
Triethylhexanoin	7	7
Ethylhexyl methoxycinnamate	6	6
Benzophenone-3	2	2
Carbomer	0.3	0.3
Sodium dilaureamidoglutamide lysine	—	0.1
Sodium hydroxide	Adequate amount (to be adjusted to pH7)	Adequate amount (to be adjusted to pH7)
Water	100 in total	100 in total

Fig.-4 Residual ultraviolet absorber on the skin surface.
Residual ratio on the skin (%) = (Theoretical value-measurement) / theoretical value × 100.

カップシェイク法で、皮膚に塗布した乳化物中 (Table-3) に含まれる有機系紫外線吸収剤がカップに移行した量を HPLC で定量を行った (Fig.-4)。この結果から、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na 乳化物はノニオン乳化物と比較し、明らかに有機系紫外線吸収剤を皮膚に残存させる効果に優れることがわかった。

さらに、サンスクリーン剤として市販されている製品とジラウロイルグルタミン酸リシン Na を用いて調製した乳化物の比較を行った (Table-4)。Fig.-5 に示すとおり、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na 乳化物の耐水性は、市販の O/W 製品 (製品 B, C, D) に対し優れていたのはもとより、W/O 製品 (製品 A) に匹敵するレベルであることがわかった。市販品 D は O/W 製品のなかで比較的高い耐水性を示したが、これはジラウロイルグルタミン酸リシン Na が配合されている影響であると推測される。

一方、撥水性に関しても、ジラウロイルグルタミン酸リ

Fig.-5 Comparison of water resistant performance with commercial products.

Residual ratio on the skin (%) = (Theoretical value-measurement) / theoretical value × 100.

シン Na 乳化物は市販の W/O 製品 (製品 A) より劣るものの、O/W 製品 (製品 B, C, D) と同等以上のレベルにあることがわかった (Fig.-6)。

以上のように、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na 乳化物は少量で乳化できるため、耐水性に優れた O/W エマルジョンであり、ノニオン系界面活性剤の使用量が少ないので使用感も良好であることがわかる。

3.4. 毛髪に対する香料と油相成分の残留性

香料は油相成分として配合されるのが一般的であることから、Table-5 に示す乳化物の調製後、毛髪に残存する油分の測定の実験を実施した。

その結果は Fig.-7 に示すとおりで、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na で乳化した乳化物は非常に多くの香料が毛髪に残存することが判明し、明らかな差が認められ

Table-4 Emulsion blend table and characteristics of commercial sunscreen.

INCI name	Content (wt%)	Features of commercial product	
Sorbitan stearete	1.0	Commercial product A	W/O formulation
PEG-2 diisostearate	0.2		SPF50 +
Behenyl alcohol	0.5		PA + + + +
Titanium dioxide, Aluminum hydroxide, Stearic acid	5.0	Commercial product B	O/W formulation
Ethylhexyl methoxycinnamate	7.5		SPF50 +
Octocrylene	5.0		PA + + + +
Cyclopentasiloxane	3.0	Commercial product C	O/W formulation
Cethyl dimethinone	1.0		SPF50 +
Polymethylsilsequioxane	1.0		PA + + + +
Sodium dilauramidoglutamide lysine	0.1	Commercial product D	Containing Sodium acrylate/sodium acryloyldimethyl taurate copolymer
Butylene glycol	3.1		O/W formulation
Pentylene glycol	2.0		SPF50 +
Hydroxypropyl methylcellulose stearoxy ether	0.2	Commercial product D	PA + + + +
Carbomer	0.2		Containing Sodium acrylate/sodium acryloyldimethyl taurate copolymer, Sodium dilauramidoglutamide lysine
Xanthan gum	0.2		
Phenoxyethanol	0.5		
Ethylhexylglycerin	0.5		
Water	100 in total		
Potassium hydroxide	0.02		
Alcohol	4.75		

Comparison of the emulsion prepared with Sodium dilauramidoglutamide lysine and commercial products sold as sunscreen agents.

Fig.-6 Comparison of water repellent performance with commercial products.

た。さらに、乳化物中の油相成分（ミネラルオイルとセタノール）が毛髪に残存する量も同様に測定すると、Fig.-8に示すとおり、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na で乳化した組成物が一番多くの油相成分を残存することもわかった。

このように、ノニオン系界面活性剤やカチオン系界面活性剤と比較し、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na で乳化した組成物は、毛髪に塗布したのち水で濯いでも香料や油相成分が毛髪に残留しやすいことから、処方中の香料の

配合量を減らせたりカチオン系界面活性剤を使用しないコンディショナーへの応用が期待できる。

一方、数十年前は無香料または微香性などの製品が多く見られたが、近年は匂いを楽しむような製品が市場に多く出回っているように思える。シャンプーやトリートメントも無香料や微香性といった製品は少なく、むしろ匂いによって消費者は製品購入を決めているような風潮があると思われる。

そこで、前に述べたように、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na で香料を乳化すると香料成分が毛髪に残留しやすいことから、カチオンコンディショナーの中にジラウロイルグルタミン酸リシン Na で乳化した香料を添加した場合の残香性につき、表面積の大きい高純度のシリカゲルに気体を吸着・捕捉し、溶剤抽出して GC 分析を試みた。その結果、カチオンコンディショナーに単に香料を添加した組成物と比較し、カチオンコンディショナーの中にジラウロイルグルタミン酸リシン Na で乳化した香料の乳化物を添加したほうが、毛髪に香料がより多く残存することがわかった。

Table-5 Formulation of fragrance and oil content amount remaining on hair.

INCI name	Content (wt%)		
	Sodium dilaureamidoglutamide lysine emulsion	Cationic emulsion	Nonionic emulsion
Cetanol	5.0	5.0	5.0
Mineral oil	5.0	5.0	5.0
Limonene (Top note)	10.0	10.0	10.0
Benzyl acetate (Middle note)	10.0	10.0	10.0
Musk ketone (Last note)	10.0	10.0	10.0
Acrylates/alkyl acrylate (c10-30) crosspolymer	0.2	-	0.2
Sodium hydroxide	Adequate amount (to be adjusted to pH 7)	Adequate amount (to be adjusted to pH 7)	Adequate amount (to be adjusted to pH 7)
Betaine	0.5	0.5	0.5
Water	100 in total	100 in total	100 in total
Sodium dilaureamidoglutamide lysine	0.1	—	—
Glyceryl stearate	—	—	0.5
Ceteth-20	—	—	1.0
PEG-20 hydrogenated castor oil	—	—	1.0
Cetrimonium chloride	—	0.75	—
Behentrimonium chloride	—	0.75	—

Fig.-7 Result of remaining perfume amount test on the hair (after drying for 4 and 24 h).

Fig.-8 Result of remaining oil amount test on the hair (after drying for 4 h).

3.5. ジラウロイルグルタミン酸リシン Na の生分解性

上記のようにジラウロイルグルタミン酸リシン Na は一般的なノニオン系界面活性剤より少量で乳化ができることから、ジェミニ型にすることにより乳化剤市場全体の使用量削減が期待できる。使用量の削減は環境に対して優しいことから、OECD ガイドライン 301 に従ってジラウロイルグルタミン酸リシン Na の生分解性試験を行った。その結果、Fig.-9 に示すとおり生分解性は良好であることから、ラウロイルグルタミン酸 Na をリシンで連結したジェミニ型構造であるジラウロイルグルタミン酸リシン Na は「環境に優しい界面活性剤」としての活用が期待できる。

Fig.-9 Biodegradability of Sodium dilaureamidoglutamide lysine.

4. 結 論

ジラウロイルグルタミン酸リシン Na は 2 鎖 3 親水基を有するジェミニ型の構造を有しているため、ノニオン系界面活性剤を乳化剤として配合する場合と比較して、以下のような特徴がある。

- ①油種や油の配合量に関係なく少量（0.1% 以下）で乳化ができる（簡便に乳化ができるので開発期間の短縮が可能）。
- ②少量で乳化ができるのでノニオン乳化剤と比較して使用感が良い。
- ③皮膚に塗布したあとの皮膜は耐水性が強いため紫外線吸収剤や香料成分などの油相成分が皮膚や毛髪に残存しやすい。

また、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na を用いた乳化物の粒径は少し大きく、かつ少量で乳化しているため油の感触がダイレクトに感じられ、皮膚に塗布したときの伸びが良く軽い使用感であることも特徴である。

一方、耐水性に関しては緒言でジェミニ型化合物が適しているという論理を記したが、実際に試験を実施し観察すると、本考察の論理のほうが現象を的確に捉えていると思われる。

このように、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na を乳化剤として用いると、使用感に優れた耐水性 O/W エマルジョンが簡便に調製できることがわかった。また、ノニオン系界面活性剤を使用した既存処方にも、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na を添加すれば、ノニオン系界面活性剤の配合量を大幅に減らすことも可能で、得られた乳化粒子もジラウロイルグルタミン酸リシン Na 単独での乳化に

比べ、細くなることも確認できている。2 鎖 3 親水基のジェミニ型界面活性剤であるジラウロイルグルタミン酸リシン Na は、従来では考えられない極少量の配合量で乳化が可能であるなど、未知の可能性をもった素材であることがわかった。

最後に、ジラウロイルグルタミン酸リシン Na を約 30% 含む水溶液は、医薬部外品（薬用化粧品の化粧水や薬用歯みがき類等）に新規添加剤として認められており、安全性が確認されている。モノマー（ラウロイルグルタミン酸 Na）と同様に安全であることがわかる。また、生分解性（OECD301C）もモノマーと同様に良好であることがわかった。今後はジェミニ化することにより、乳化剤や可溶化剤などの使用量が減らせることから「環境に優しい界面活性剤」としての活用が期待できる。

引用文献

- 1) F. M. Menger, C. A. Littau, J. Am. Chem. Soc., 113, 1451 (1991)
- 2) F. M. Menger, C. A. Littau, J. Am. Chem. Soc., 115, 10083 (1993)
- 3) 山本政嗣, 富田 忍, 新井裕之, フレグランスジャーナル, 37 (5), 42 (2009)
- 4) R. Zana, J. Xia, Gemini Surfactants: Synthesis, Interfacial and Solution-Phase Behavior, and Applications, Marcel Dekker Inc., New York, 2003
- 5) M. J. Rosen, CHEMTECH, 23, 30 (1993)
- 6) 阿部正彦, 鈴木敏幸, 福井 寛 編, 最新化粧品の機能創製・素材開発・応用技術, エヌ・ティー・エス, 2007, p.193-232