

Perfluorinated Compounds (PFCs) 안정화 시스템의 연구

최 봉 기[†] · 조 희 원 · 김 효 정 · 이 주 동

(주) 엔프라니 피부과학연구소
(2007년 11월 10일 접수, 2007년 12월 4일 채택)

The Study of Emulsion System Containing with Perfluorinated Compounds (PFCs)

Bong-Ki Choi[†], Hee-Won Cho, Hyo-Jung Kim, and Joo-Dong Lee

Skin Care R&D Center of Skin Science and Cosmetics, Enprani Co., Ltd., 40-2, 3Ga, Shinghung-Dong, Chung-Gu, Inchon
400-103, Korea

(Received November 10, 2007; Accepted December 4, 2007)

요 약: PFCs는 독특한 사용감과 특성으로 인하여 화장품에 응용되어질 때 많은 특징점을 가지고 있다. 그러나 이러한 장점에도 불구하고 화장품 제형에 적용하기에 많은 어려움을 가지고 있다. 즉, 물과 오일에 불용성, 높은 비중, 높은 증기압 등과 같은 원료의 특징으로 인하여 PFCs는 화장품에 적용하기 위하여 특별한 안정화 시스템을 필요로 한다. 본 연구에서 PFCs를 안정화하기 위하여 gel network, spherulite lamellar, nanostructure 이상의 세 가지 시스템을 이용하였으며 사용된 세 가지 시스템 중 nanostructure system이 가장 안정함을 알 수 있었다.

Abstract: When Perfluorinated Compounds (PFCs) are applied in cosmetic products, they have many merits because of unique feeling and characters. However, it is very difficult to use them as cosmetic ingredients because they are insoluble material in oil and water and have high specific gravity. To develop a special system to stabilize PFCs in cosmetic products, we compared three systems, of gel network system, spherulite lamellar system, and nanostructure system. We found that nanostructure system was the optimal system for stabilizing PFCs.

Keywords: perfluorinated compounds (PFCs), gel network system, nanostructure system, spherulite lamellar system, cosmetic products

1. 서 론

Perfluorinated compounds (PFCs)는 물리·생물학적으로 불활성을 가지며 기체들에 대해서 높은 투과성을 가지는 등의 독특한 특성을 나타내는 물질이다. 그러나 PFCs는 물뿐만 아니라 대부분의 오일에 대해서도 불용성이며 대부분의 PFCs는 높은 비중을 가지고 있다. 또한 그것들 중에 일부는 높은 증기압을 가지고 있기 때문에 화장품 원료로써 응용하기에 어려움이 있다.

본 연구에서는 gel network system (GN system), spherulite lamellar system (SL system), nanostructure system (NS system)을 이용하여 PFCs의 안정화를 시도하였다 [1-6]. GN system은 점증제와 계면활성제를 사용하여 연

속상인 수상의 점도를 증가시켜 PFCs를 분산 안정화한 시스템이다[7]. Spherulite란 계면활성제의 이중층이 여러 겹의 원형의 껍질을 형성하여 연속상인 수상에 분산된 구형의 lamellar이다. SL system은 이러한 spherulite들로 구성된다[8,9]. NS system은 PFCs를 계면활성제와 기계 기술을 이용하여 나노 크기로 안정화한 시스템이다[10].

2. 실험재료 및 방법

2.1. 실험재료

본 연구에서 PFCs는 methyl perfluoroisobutyl ether & methyl perfluorobutyl ether (PFE) (3M, USA)와 poly-perfluoromethylisopropyl ether (PFPE) (Solvay Solexis SpA, Italy) 두 종류가 사용되었다[1-7].

사용된 PFE는 비중 1.52 g/mL, 증기압 202 mmHg로

[†] 주 저자 (e-mail: chlqhdr@enprani.com)

Table 1. Formula of SL Systems to Stabilize PFE and PFPE

Classification	Test-1 [Label A]	Test-2 [Label G]
Distilled water	To 100	To 100
Sodium trideceth sulfate Sodium lauroamphoacetate Cocamide MEA Guar hydroxypropyltrimonium chloride Cyamopsis tetragonoloba (Guar) gum	15.93	15.93
PFE	5.00	
PFPE		5.00
Citric acid	0.40	0.40
Sodium chloride	4.00	4.00

높은 증기압을 가지고 있으며 사용된 PFPE는 비중 1.76 g/mL, 증기압 10 mmHg로 높은 비중을 가지고 있다.

PFCs를 안정화하기 위한 세 가지 시스템에서 계면활성제 및 분산안정화제로서 ammonium lauryl sulfate, sodium laureth sulfate, disodium laureth sulfosuccinate, sodium laureth sulfate (Stepan, USA), cocamidopropyl betain, sodium trideceth sulfate, sodium lauroamphoacetate (Clariant, Germany), cocamide DEA, myristic acid, lauric acid, PEG-120 methyl glucose dioleate (Degussa, Germany), decyl glucoside, ethylene glycol distearate, cocamide MEA (Cognis, Deutschland), guar hydroxypropyltrimonium chloride (Rhodia, France), PEG-7M (Amerchol, USA), cyamopsis tetragonoloba (Guar) gum (Rhodia, France), dimethicone PEG-7 phosphate, polyhydroxystearic acid, sodium cocamidopropyl PG-Dimonium chloride phosphate, isononyl isononanoate, ethylhexyl isononanoate (Phoenix, USA), guar hydroxypropyl trimonium chloride, xanthan gum (CP Kelco, USA), poloxamer 188 (BASF, Germany), potassium cetyl phosphate (Roche, Switzerland), triethanolamine (Union, Korea), citric acid (Jungbunzlauer, USA)을 사용하였다.

또한, PFCs를 나노 사이즈로 분산 안정화시키기 위하여 microfluidizer 110Y (Microfluidics corporation, USA)가 이용되었다.

2.2. 실험방법

본 연구에서는 PFCs의 안정화를 위하여 사용된 세 가지 시스템의 처방을 Table 1 ~ 3에 나타내었다.

SL system을 제조하기 위하여 실온에서 정제수에 계면활성제 및 분산안정화제를 분산한 후 pH 조절제와 PFCs를 서서히 분산하여 투입한다. 분산을 위하여 호모

Table 2. Formula of NS Systems to Stabilize PFE and PFPE

Classification	Test-3 [Label C]	Test-4 [Label H]
Distilled water	To 100	To 100
Polyhydroxystearic acid Sodium cocamidopropyl PG-Dimonium chloride phosphate Isononyl isononanoate Ethylhexyl isononanoate	5.53	
Poloxamer 188 Potassium cetyl phosphate		6.01
PFE	5.00	
PFPE		5.00
Disodium laureth sulfosuccinate Sodium laureth sulfate Dimethicone PEG-7 phosphate Guar hydroxypropyl trimonium chloride Xanthan gum	10.70	10.70

Table 3. Formula of GN Systems to Stabilize PFE and PFPE

Classification	Test-5 [Label D]	Test-6 [Label I]
Distilled water	To 100	To 100
Ammonium lauryl sulfate Sodium laureth sulfate decyl glucoside Cocamidopropyl betain Cocamide DEA Myristic acid Lauric acid	18.61	18.61
PEG-120 methyl glucose dioleate Ethylene glycol distearate Cetyl alcohol Guar hydroxypropyltrimonium chloride PEG-7M		
PFE	5.00	
PFPE		5.00
Triethanolamine	0.50	0.50

믹서를 이용하였다.

NS system을 제조하기 위하여 실온에서 정제수에 분산안정화제를 투입하여 분산하고 나노 사이즈로 분산 안정화된 PFE와 PFPE를 투입하고 분산하여 제조하였다. 분산을 위하여 호모믹서를 이용하였다.

GN system을 제조하기 위하여 가온하여 정제수에 계면활성제 및 분산안정화제를 분산한 후 냉각하고 pH 조절제와 PFCs를 서서히 분산하여 투입한다. 분산을 위하여 호모믹서를 이용하였다.

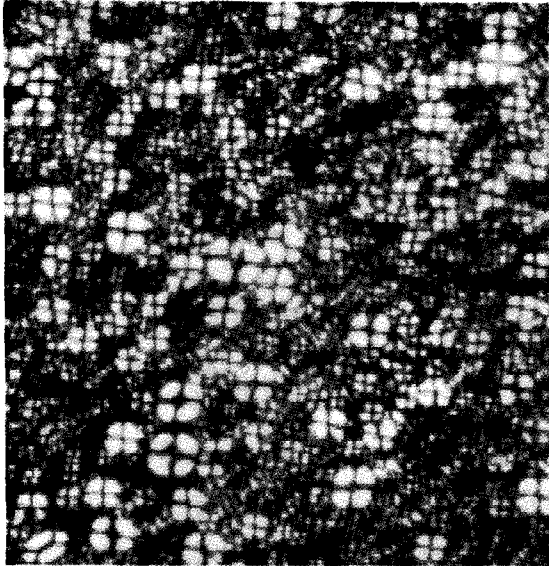


Figure 1. Texture of spherulite lamellar phase obtained by formula of Test-1, observed between crossed polarizers and using an optical microscope.

Test-1, 3, 5는 제조 직후 유리 샘플용기에 가득 채워 bubbling이 일어나지 않도록 밀봉하였다.

3. 결과 및 토론

제조된 Test-1의 SL system의 구조 분석을 위하여 광학현미경(JENVAL, Germany)을 사용하여 400 배율로 측정하였다. 그 결과를 Figure 1에 나타내었다.

Figure 1에서 고밀도의 multilamellar의 SL system이 형성되었음을 확인하였다.

제조된 Test-2의 NS system의 구조 분석을 위하여 scanning electronic microphotometer (JEOL CO., Japan)을 이용하여 15배율로 측정하였다. 그 결과를 Figure 2에 나타내었다.

Figure 2에서 평균입자 사이즈가 100 nm인 NS system이 형성되었음을 확인하였다.

PFE를 안정화한 세 가지 시스템의 안정성을 비교하기 위하여 제조된 샘플(Test-1, 3, 5)을 투명 유리병에 각각 10 mg씩 담고 상온에서 1 h 동안 반치 후에 PFE의 끓어오르는 높이를 측정하여 시스템의 안정성을 측정하였다. 측정된 결과를 Figure 3과 Figure 4에 나타내었다.

PFE를 안정화한 세 가지 시스템의 안정도 측정결과 끓어오르는 높이가 SL system은 4.0 cm, NS system은 0.2 cm, GN system은 2.8 cm로 높은 증기압으로 인하여 불안정한 PFE를 NS system에서 가장 잘 안정화시킬 수 있음을 알 수 있다.

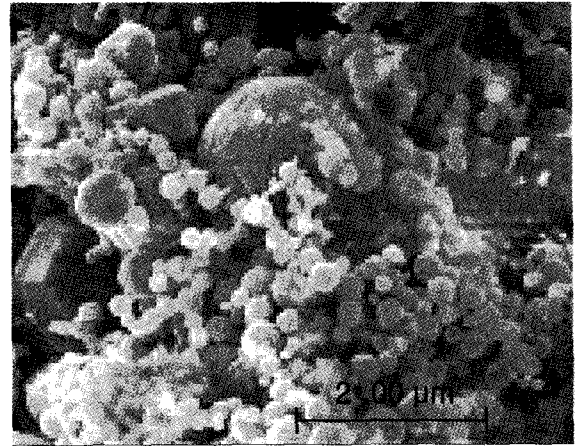


Figure 2. Texture of nanostructured emulsion obtained by formula of Test 2, observed scanning electron microscope.

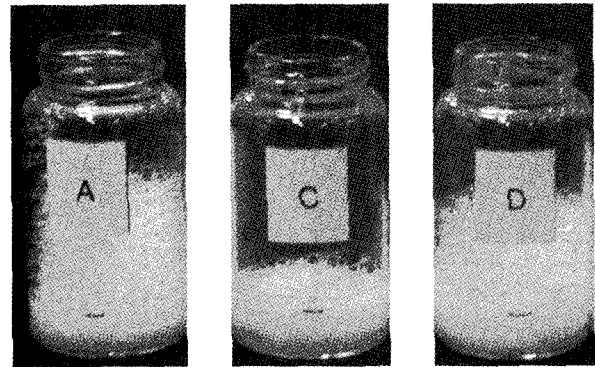


Figure 3. Bubbling height of three systems to stabilize PFE in open system (A = SL system, C = NS system, D = GN system).

PFPE는 높은 비중과 불용성으로 인하여 불안정한 상을 형성하여 상분리 현상이 빠르게 일어나게 되는데 PFPE를 안정화한 세 가지 시스템의 상안정성을 비교하기 위하여 제조된 샘플(Test-2, 4, 6)을 40 °C, 4 °C, cycle, 25 °C의 incubator에 넣어 일주일 및 한 달 후 시스템의 안정성을 측정하였다. Cycle 조건은 -5 °C, 25 °C, 40 °C에서 각각 8 h 동안 순환시켰다. 측정된 결과를 Table 4에 나타내었다. PFPE를 안정화한 상기 시스템의 상안정도를 확인하기 위하여 원심분리기(HITACHI, Japan)를 사용하였으며 8,000 rpm, 40 min, 20 °C의 원리분리 조건에서 시스템의 안정도를 측정하였다. 측정결과를 Figure 5에 나타내었다.

PFPE를 안정화한 세 가지 시스템의 각 온도 조건에서의 안정성을 측정결과 높은 비중으로 인하여 NS system에서 가장 잘 안정화시킬 수 있음을 알 수 있다.

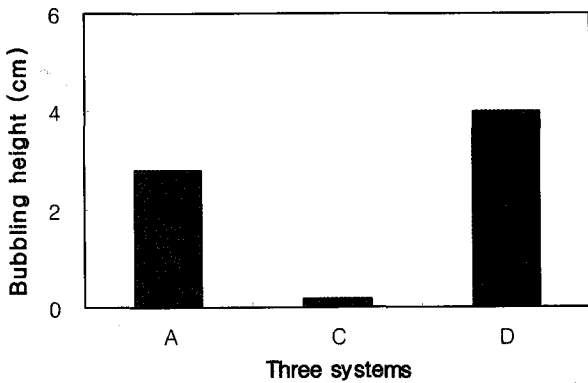


Figure 4. Bubbling height of three systems to stabilize volatile PFE in open system (A = SL system, C = NS system, D = GN system).

4. 결 론

본 연구에서는 독특한 물성 때문에 화장품의 원료로서 적용하기에 많은 어려움을 가지고 있는 PFCs를 안정화한 시스템의 비교를 시도하였다.

GN system, SL system, NS system의 세 가지 시스템으로 안정화를 시도하였다.

PFE를 안정화한 세 가지 시스템의 안정도를 측정한 결과 끓어오른 높이가 SL system 4.0 cm, NS system 0.2 cm, GN system 2.8 cm로 높은 증기압으로 인하여 불안정한 PFE를 NS system에서 가장 잘 안정화시킬 수 있음을 알 수 있다.

PFPE를 안정화한 세 가지 시스템의 각 온도 조건에서의 안정성을 측정한 결과 높은 비중으로 인하여 불안정한 PFPE를 NS system에서 가장 잘 안정화시킬 수 있음을 알 수 있다.

따라서 본 연구에 사용된 세 가지 시스템 중 NS system에서 물과 오일에 불용성, 높은 비중, 높은 증기압 등과 같은 원료의 특징으로 인하여 화장품 제형에 적용하기 어려운 PFCs를 가장 잘 안정화시킬 수 있음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. G. Malinvero, G. Pantini, and J. Bootman, Safety evaluation of perfluoro polyethers: liquid polymers used in barrier creams and other skincare products, *Food Chem. Toxicol.*, **34**, 639 (1996).
2. G. Pantini, R. Forestieri, F. Brunetta, and P. L. Bencini, Treatment of irritant contact dermatitis in workmen with perfluoropolymethylisopropyl ether,

Table 4. The Stability Test of Three Systems to Stabilize PFPE after One Month in Incubator of 40 °C, 4 °C, Cycle, and 25 °C

	Test-2 [Label G]	Test-4 [Label H]	Test-6 [Label I]	
40 °C	△	○	X	○ : Stable
4 °C	○	○	○	△ : Little Separation
Cycle	△	○	X	X : Separation
25 °C	○	○	X	

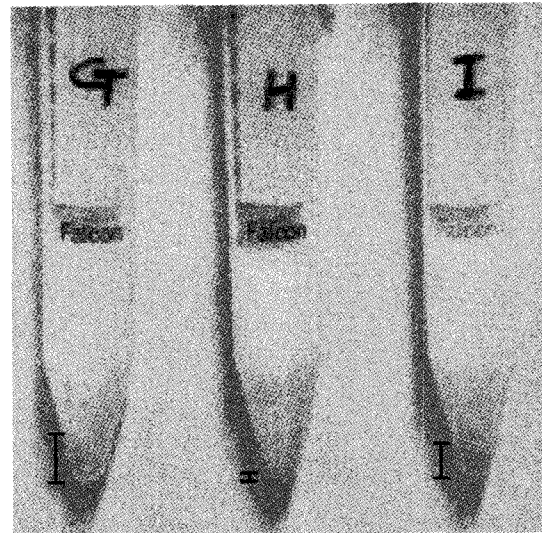


Figure 5. Stability test of three system to stabilize PFPE by using of centrifuge at 8,000 rpm, 20 °C for 40 min.

Int. J. cosmetic Sci., **12**(6), 273 (1990).

3. C. Crosti, P. L. Bencini, F. Brunetta, and G. Pantini, Perfluoropoly ethers (Fomblin HC) for treatment of chronic irritant dermatitis of the dermatitis controlled study, *SOFW Journal*, **16**, 1020 (1990).
4. P. L. Bencini, A. Lodi, G. Chiarelli, C. Crosti, and G. Pantini, Creams for treatment of chronic irritant dermatitis, *Drug Cosmet. Lnd.*, **28** (1990).
5. F. Pasquariello, P. L. Bencini, and G. Pantini, The protective effect of a perfluoropolyether against skin irritation caused by aqueous vapours containing hydrogen sulphide, *Hospital Management*, **14** (1992).
6. G. Pantini, Perfluoropolyethers: status and new developments, *Cosmetics & Toiletes*, **106**(10), 71 (1991).
7. P. Simard, D. Hoarau, M. N. Khalid, E. Roux, and J. C. Leroux, Preparation and *in vivo* evaluation of

- PEGylated spherulite formulations, *Biochimica et Biophysica Acta*, **1715**, 37 (2005).
8. C. M. Douaihy, V. Koka, C. Mingotaud, and F. Gauffre, Tunable sustained release properties of "onion-like" phospholipids multilamellar vesicles, *J. Colloid Interface Sci.*, **303**, 280 (2006).
 9. R. H. Müller, M. Radtke, and S. A. Wissing, Solid lipid nanoparticle (SLN) and nanostructured lipid carriers (NLC) in cosmetic and dermatological preparations, *Adv. Drug Deliv. Rev.*, 131 (2002).
 10. R. Jimmie and J. Baran, Winsor I \Rightarrow II \Rightarrow III microemulsion phase behavior of hydrofluoroethers and fluorocarbon/catanionics surfactants, *J. Colloid Interface Sci.*, **234**, 117 (2001).