

外國 자외선제품의 동향과 UV차단 효과 연구

우 건 희
(주)쥬리아 기술연구소

The Trend of Foreign Sunscreen Products and Study of UV Protecting Effects

Gun-hee Woo
(JULIA Technical Research Institute)

Abstract

In these days sun products are developed and produced by the cosmetic scientists in the world. Peoples need strongly to protect themselves from the hazardous UV rays dued to the destruction of ozone layer. Therefore, we, cosmetic scientists must have an effort to produce the more effective goods. In this article the market survey of sun-products as well as the currency of sunscreen agents was investigated. It was found that Benzophenone - 3 and Ocytyl methoxy cinnamate were widely used.

The lotions, using Benzophenone - 3 as the chemical agents, and TiO_2 and micro TiO_2 as the physical agents, were measured the UV-Spectrum in the Dilution and Application method. Photoprotective activity of chemical agents can usually be measured in solution state. However, that of the insoluble physical agents such as TiO_2 is hardly measured in this state. Photoprotective ability of the insoluble physical agents was able to be measured by application of lotions to the surface of UV cells.

It was found by this method that micro TiO_2 showd stronger UV scattering effect than TiO_2 in this method.

I. 서 론

최근 자외선에 대한 관심이 높아지면서 SPF지수에 대한 측정기준과 시험 방법이 시급히 규정되어야 할 필요를 느끼게 되었다. 실제 소비자보호원에서 시판되고 있는 각사별 자외선차단화장품의 SPF 표기지수와 실험효과를 비교 해 본 결과 많은 차이가 있음이 발표된 바있다.*1)

그러면 여기서 자외선과 SPF등에 관하여 잠시 알아보기로 한다. 자외선이란 태양광선의 하나로 태양광선은 적외선, 가시광선, 자외선, X선, 감마선등으로 분류되며 지표로부터 20~ 25 Km의 오존층에 의해 290nm의 단파장은 흡수되고 지표에 도달하는 것은 적외선, 가시광선과 자외선중 일부만이 도달된다.*2) 편의상 자외선은 UVA(400 ~ 320 nm), UVB(320 ~280 nm) 및 UVC(280 nm이하)의 세가지로 분류되며 이중 UVA, UVB만이 지표에 도달한다. 지표에 도달되는 일광중 자외선비율은 자외선 A가 5.5%, 자외선B가 0.5%정도*3) 이지만최근 유기염소화합물등 대기오염으로 오존층이 파괴되면서 지구에 도달되는 자외선량이 증대되고 이에 따라 피부에 악영향을 미치는 자외선에 대한 관심이 고조되었다. 어떤 학설에 의하면, 성층권의 오존층이 10%감소하면 지구에 도달되는 자외선의 양은 20% 증가되고 이에따른 피부종양 발생은 30%증가한다고 한다.*2)

이같은 유해한 자외선을 차단하기 위한 인간의 노력중의 하나가 화장품에 자외선흡수, 차단제를 사용한 Sun Products의 개발이다. 그러나, 이들 제품에는 여러가지 자외선 흡수제가사용되며 그 효능 또한 각양각색이어서 이를 상품화할 때 그 효능을 나타낼 필요가 있게 되었다. 그리하여 이들 제품의 자외선 차단능력을 수치화한 것이 SPF(Sun Protection Factor)이다.

SPF란 제품의 자외선 차단 능력을 나타내는 수치로서 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$SPF = \frac{\text{시료를 사용한 부위의 MED(Minimal Erythema Dose)}}{\text{시료를 사용하지않은 부위의 MED}}$$

이들 SPF를 현재 미국의 FDA법(1978년)을 시초로 독일의 DIN법(1984년), 오스트렐리아의 개정 AS2604(1986년)등 독자적으로 실시하고 있으며*4) 최근 일본에서도 일본화장품공업연합회에서 SPF 측정법기준을 마련하여 92년 1월부터 실시하고 있다.*2), 4), 5) 이들을 비교한 DATA는 표 1과 같다.*6), 7)

위 표를 비교해 보면 광원, 조사증폭량등 다소 틀린 점은 있지만 궁극적으로는 STANDARD의 SPF가 일치되어야 한다고 생각되며 DIN법을 제외하면 STANDARD의 SPF를 4로 통일할 수가 있다.

SPF수치는 그 제품의 효능을 나타내는 것이므로 한 나라에서는 물론 국제적으로도 통일되어야 할 것으로 생각된다. 이는 제품의 수출, 수입이 자유화 되는 국제화 시대에 세계를 하나의시장으로 보면 당연한 것이므로 가능한 한

표 1. 各國의 SPF 測定方法

국 가	서 독	미 국		호 주	일 본
광원	Osram Ultra Vitalux Lamp (PHILLIPS社)	Xenon Arc Solar Simulator	태양광	Xenon Arc Solar Simulator	Xenon Arc Solar Simulator
Panel	일반건강인	자외선에 감수성이 강한 사람 (피부타입 1, 2, 3)		자외선에 감수성이 강한 사람 (피부타입 1, 2, 3)	일본인 10명 이상
도포량	1.3mg/cm ²	2.0mg/cm ²		2.0mg/cm ²	2.0mg/cm ²
조사증폭량	41%증	25%증	33%증	24%증	25%증
SPF 산출법	log 평균	산술평균		산술평균	산술평균
표준 Sunscreen	Parsol MCX 2.7%	Homosalate 8%		Homosalate 8%	Homosalate 8%
8%Homosalate 의 SPF	2	4	2	4	4

국제적인 측정법에 준하여 제정되길 바라며 SPF지수에 대한 기준을 마련하는 기초자료로서 각국의 SUN제품의 동향, UV-abs. 와 SPF와의 관계, Chemical Agents와 Physical Agents와의 차이점을 알아보기로 한다.

Ⅱ. 각국의 Sun제품의 동향

서론에서도 언급되었듯이 자외선에 대한 관심이 높아지면서 Sun제품의 생산이 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 그러므로 우선 Sun제품의 매출과 자외선 흡수제의 사용 현황을 나라 別로 비교해 보도록 한다.

A. Sun제품의 전망

우선 우리와 지역적으로 가까운 일본의 경우를 분석해 본다. 일본은 지리적으로 우리와 가까운 나라이며 SPF측정법 또한 '92년 1월부터

터 시행되어 깊은관심이 간다. 일본의 경우, 통산성 통계에 의하면 표 2와 같다. 87년부터 91년까지의 Sun제품에 대한 생산량, 출하개수, 출하량, 출하액을 비교하였다.

표 2. SUNTAN, SUNSCREEN 用 化粧品出荷金額等

년 도	生産量 (kg)	前年對比 (%)	出荷個數 (千個)	前年對比 (%)	出荷數量 (kg)	前年對比 (%)	出荷金額 (백만엔)	前年對比 (%)
87	655,285	-	9,437	-	652,771	-	7,522	-
88	514,502	78.5	7,406	78.4	488,473	74.8	6,200	82.4
89	598,421	116.3	9,604	129.7	535,317	109.6	6,731	108.6
90	630,471	105.4	9,308	96.9	641,687	119.9	7,550	122.2
91	1,438,981	228.2	11,966	128.6	1,035,521	161.4	8,765	116.1

표 2 에서 보는 바와 같이 88년 이후 매출이 지속적으로 증가되었으며 앞으로도 더욱 늘어날 전망이다. 미국이나 유럽의 경우는 표 3에서 보는 바와 같이 매년 지속적으로 증가하여 왔다. 여러 Maker들은 이 Sunproducts 산업을 앞으로도 계속 성장할 수 있는 분야로 전망하고 있어 *8) 이에 따른 업계의 지속적인 연구와 이를 관리할 수 있는 SPF법의 기준이 필요한 것이다.

B. 자외선 흡수제 사용현황

자외선흡수제는 그 구조에 따라 벤조트리아졸계, 벤조페논계, 살리실산계, 시아노아크릴레이트계로 크게 분류할 수 있으며 이들 원료의 개발은 지속적으로 연구되고 있다. 지난 10년간 특이사항은 이들 4가지 계열중 벤조트리아졸계만이 약 3배 증가된 점이다. 그리고 또한 이계열의 자외선 흡수제는 계속 연구되고 있으나 모두 공업용으로 화장품용은 독자적으로 개발되고 있다.* 4)

주요 자외선흡수제의 사용현황을 조사해 본 결과 표 4와 같다.

표 3. 미국, 유럽의 SUN제품 매출

(단위 : million)

년 도	미 국		프 랑 스		영 국		서 독		유 럽	
	매출액 (\$)	전년대비 (%)	매출액 (FFR)	전년대비 (%)	매출액 (£)	전년대비 (%)	매출액 (DM)	전년대비 (%)	매출액 (Mil \$)	전년대비 (%)
86	405	108.8	660	118.0	57	109.6	185	102.8	485	125.0
87	444	109.6	700	106.1	62	108.8	200	108.1	600	123.7
88	492	110.8	742	106.0	68	109.7	225	112.5	675	112.5
89	537	109.1								
90	580	108.1								

표 4. 주요 자외선흡수제의 사용현황

(%)

(원료)	USA	UK	GERMAN	FRENCH
BENZOPHENONE - 3	92	51	24	49
OCTYL METHOXY CINNAMATE	83	53	95	94
OCTYL DIMETHYL PABA	46	39		
HOMOSALATE	13			
OCTYL SALICYLATE	38			
MENTHYL ANTHRANILATE	6			
BUTYL METHOXY DIBENZOYL METHANE		34	57	20
CAMPBOR DERIVATIVES		23	26	23

위의 표에서 보면 2-EHMC(2-Ethylhexyl-p-Methoxycinnamate ; Octyl Methoxy Cinnamate)와 BENZ-3(Benzophenone-3)가 주로 사용되었으며 미국에서는 BENZ-3가, 유럽에서는 2-EHMC가 선호되었음을 알 수 있다. 기타 원료에서도 미국에서는 Octyl Dimethyl PABA, Octyl Salicylate가 사용되었으나 PABA는 퇴보 추세이며 유럽에서는 Butyl Methoxy Dibenzoyl Methane과 Camphor가 사용된 것으로 나타났다.

자외선흡수제의 혼용사용도를 조사해보면 표 5 ~ 8과 같다.

다음 표에서 보는 바와 같이 자외선 흡수제는 5가지 까지 혼용되었는데 2가지를 사용한 경우가 가장 많았으며 SPF별로 보면 SPF 수치가 높을수록 자외선흡수제의 혼용 수가 많았고 SPF 15이상인 경우는 주로 3 ~ 4가지를 혼용한 것으로 조사되었다.

표 5. UV FILTER DISTRIBUTION (TOTAL)

	1 FILTER	2 FILTERS	3 FILTERS	4 FILTERS	5 FILTERS
USA	4	35	35	23	4
U.K	15	52	33		
GERMAM	7	45	31	17	
FRENCH	21	51	18	10	

표 6. UV FILTER DISTRIBUTION (SPF 1 ~ 5)

	1 FILTER	2 FILTERS	3 FILTERS	4 FILTERS	5 FILTERS
USA	20	80			
U.K	19	62	19		
GERMAM	19	56	19	6	
FRENCH	39	54	6	2	

표 7. UV FILTER DISTRIBUTION (SPF 6 ~ 15)

	1 FILTER	2 FILTERS	3 FILTERS	4 FILTERS	5 FILTERS
USA	9	64	27		
U.K	12	44	44		
GERMAM		46	36	18	
FRENCH	12	57	22	9	

표 8. UV FILTER DISTRIBUTION (SPF 15이상)

	1 FILTER	2 FILTERS	3 FILTERS	4 FILTERS	5 FILTERS
USA		19	42	33	6
U.K	12.5	62.5	25		
GERMAM			50	50	
FRENCH		15	46	38	

Ⅲ. 실 험

1. Analyzer, Reagent & Apparatus

1) Analyzer :

UV - VISIBLE RECORDING SPECTROPHOTOMETER
(MODEL ; UV - 260 , - SHIMADZU -)

< Condition >

- Wave Length ; 400nm (Start) 250nm (End)
- Abs. Range ; 0~0.2 , 0~1.0 , 0~2.0 , 0~4.0
- Cell ; Si cell 두께 1cm

HPLC - Waters (M510, U6K, M441, M740)

< Condition >

- Column ; Bondapak C18
- Mobil phase ; Methanol:Water=70:30
- Flow Rate ; 0.3ml/min
- Detector ; UVD 313nm

2) Reagent

- Absolute alcohol(95% 1급)
- Absolute Methanol(HPLC用-J. T. Baker)
- Pure Water(Milli Q - Millipore)
- 2EHMC(GIVAUDAN)
- MICRO TiO₂(TYCA)
- BENZO. -3(BASF)
- TiO₂(SUN CHEM)

3) Apparatus

- 주정계

2. 전처리

1) 80%-Ethanol제조 : 주정계를 이용하여 80v/v%를 맞춘다.

2) U V 전처리

< 희석 용해법 >

- o 시료 0.5g을 정밀히 계량하고 여기에 80%-Ethanol을 가하여 50ml로 한 후, 분산시킨다. (필요에 따라 가온, Magnetic Bar등을 사용한다.)
- o 上記液(위液)을 0.5ml 취하고 여기에 80%-Ethanol을 가하여 50ml로 한 후, 이것을 검액으로 한다.
- o 80% Ethanol을 대조액으로 하여 파장 250nm ~ 400nm 에서의 Abs.를 측정한다.

< 도 포 법 >

- o UV Cell의 투광면(크기;1×4 cm²)에 sample 약 25mg을 취하여 바른다.
- o 시료를 바른 UV Cell의 투광면이 가능한 한 투명해질 때까지 전체적으로 균일하고 곱게 펴 바르면서 시료량이 0.5mg/cm²이 되도록 하고 나머지는 휴지로 닦아낸다.
- o 파장 250nm ~ 400nm 에서의 Abs.를 측정한다.

3) H P L C 전처리

< 제 품 >

- o U V 전처리 희석용해범용 검액을 사용한다.

< 원 료 >

- o 원료 0.01g(10mg, 즉 10μ)을 달고 70% Methanol을 가해 20ml로 하고 이액을 다시 70% Methanol로 100배 희석한다.

3. TEST

Photoprotection에 영향을 주는 것으로 Chemical Agents는 물론 Physical Agents도 UV Cutting 효과가 있으며 이효과에 對한 크기는 단언하기가 어렵지만 어떤 보고에 의하면 같은량의 내용을 사용해도 그 제조 기술에 따라 자외선방지 효과(SPF수치)가 큰 차이를 보인다*12)고 한다. 다시 말해 무기분체의 입경이 약 0.1~0.5μ일 경우 자외선의 파장과 일치되어 그 차단 능이 극대를 이루는 것으로 보고하고 있다.*14) 그러므로 실제 이 흡수의 차이가 어느 정도인지 실험을 통해 밝히고 각사별로 제품의 UV Spectrum을 측정 한 후 SPF와 비교해 보도록 한다.

처 방	A	B	C	D	E
LOTION BASE	100	99.0	97.0	97.0	97.0
BEZOPHENONE - 3	---	1.0	3.0	1.0	1.0
Titanium Dioxide ; TiO ₂	---	---	---	2.0	---
Micro TiO ₂	---	---	---	---	2.0

A. 처방구성 및 제조

간단한 실험으로 Chemical Agent로 Benzo-3를, Physical Agent로는 TiO_2 와 Micro TiO_2 를 사용하여 다음 처방에 따라 제조한 후 이를 분석하였다.

B. UV Spectrum 측정

(㉠) 회석법에 의한 측정

회석용해법에 의한 결과는 그림 1) 에서 보듯이 Titanium Dioxide 와 Micro TiO_2 는 거의 흡수에 영향을 주지 않았으며 흡수에 영향을 주는 것은 Chemical Sunscreen Agents인 Benz-3의 함량에 비례하여 흡수가 정량적으로 나타났다. 처방 B와 D를 비교해 보면 TiO_2 와 Micro TiO_2 는 흡수에 큰 영향은 없었으나 전반적으로 일정하게 흡수증가의 효과를 나타냈으며 특히 Micro TiO_2 가 Titanium Dioxide보다 다소 흡수 증가 효과가 높게 측정되었다.

(㉡) 도포법에 의한 측정

그러나 도포법에 의한 결과를 살펴보면 그림 2)에서와 같이 처방 B보다 처방 C가 높은 흡수를 나타냈으나 오차가 다소 있었으며 중요한 것은 처방 B, D 및 E를 비교해 볼 때 회석용해법과는 달리 처방 D와 E가 상당히 높은 흡수를 나타내는 것으로보아 회석용해법보다는 도포법이 좀더 실제에 가까운 결과라고 생각된다. 그러나 실제와 가까운 결과라 해도 많은 오차가 있으며 수차례 반복 실험하여 그 평균값을 취해야 하므로 다소 번거롭다.

(㉢) HPLC에 의한 정량

위 내용을 HPLC에 의하여 분석하였다. 우선 STD. 물질로 2-EHMC (5ppm), Benzo.-3(5ppm)을 사용하였으며 측정결과 RT. 10.58, 11.85 분에서 흡수가 나타났다. 그림 3)

그림 1) 희석 용해법에 의한 UV SPECTRUM

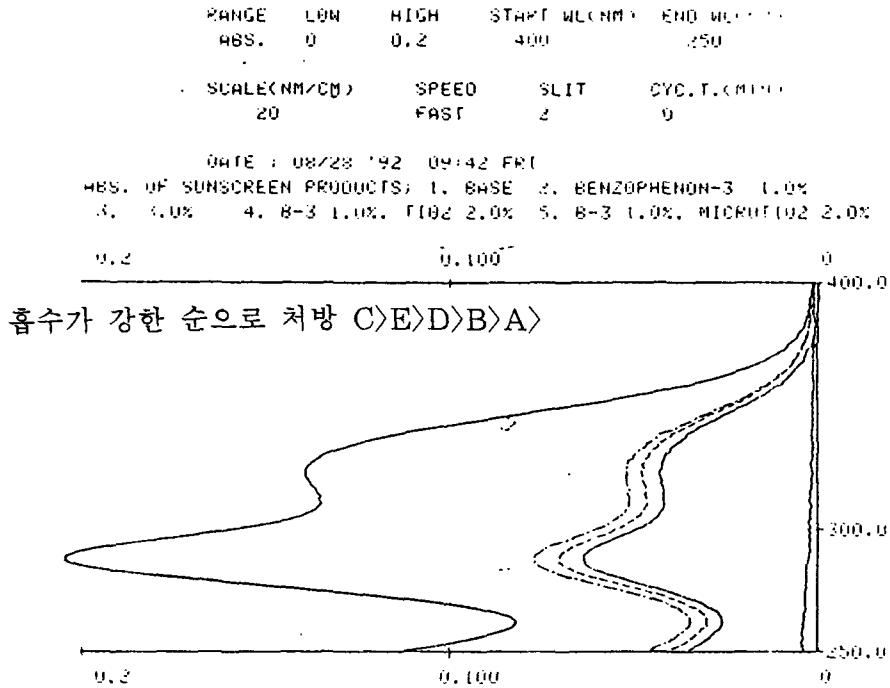


그림 2) 도포-법에 의한 UV SPECTRUM

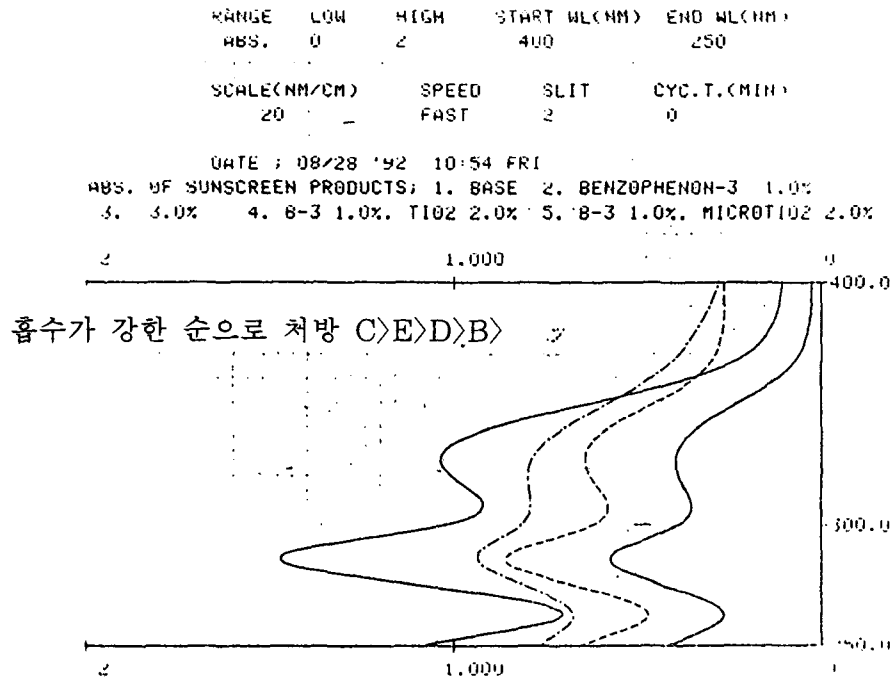
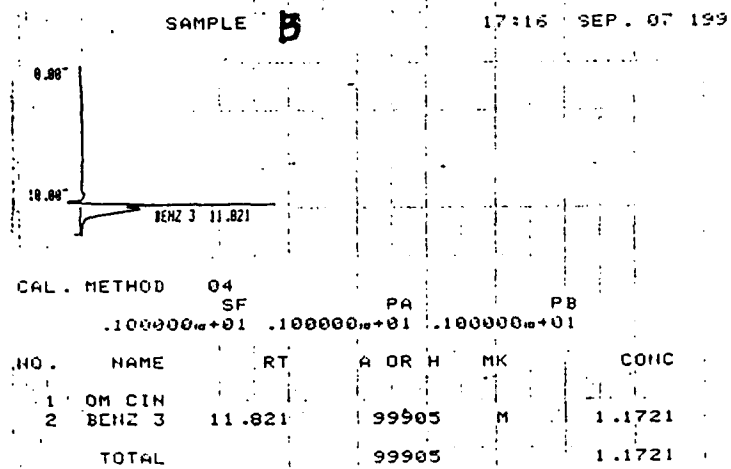
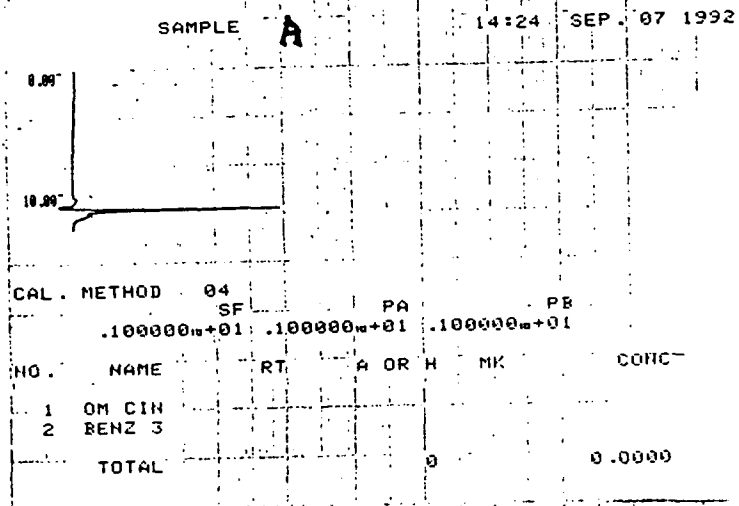
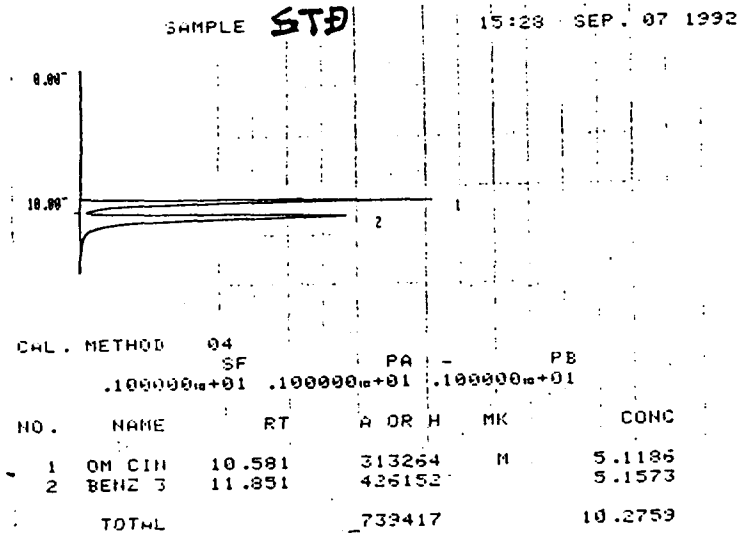
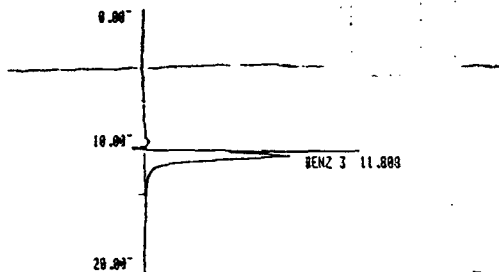


그림 3) HPLC 크로마토그램



SAMPLE C

17:32 SEP. 07 1992

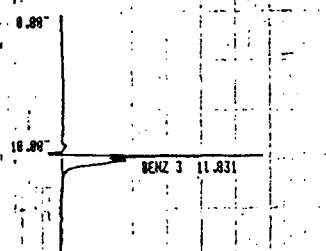


CAL. METHOD 04
 SF PA PB
 .100000e+01 .100000e+01 .100000e+01

NO.	NAME	RT	A OR H	MK	CONC
1	OM CIN				
2	BENZ 3	11.808	264591	M	3.1044
TOTAL			264591		3.1044

SAMPLE D

16:55 SEP. 07 1992

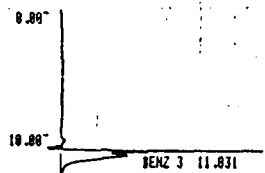


CAL. METHOD 04
 SF PA PB
 .100000e+01 .100000e+01 .100000e+01

NO.	NAME	RT	A OR H	MK	CONC
1	OM CIN				
2	BENZ 3	11.831	96831		1.1361
TOTAL			96831		1.1361

SAMPLE E

15:51 SEP. 07 1992



CAL. METHOD 04
 SF PA PB
 .100000e+01 .100000e+01 .100000e+01

NO.	NAME	RT	A OR H	MK	CONC
1	OM CIN				
2	BENZ 3	11.831	101686		1.1930
TOTAL			101686		1.1930

D. 타사제품의 UV Spectrum과 SPF비교

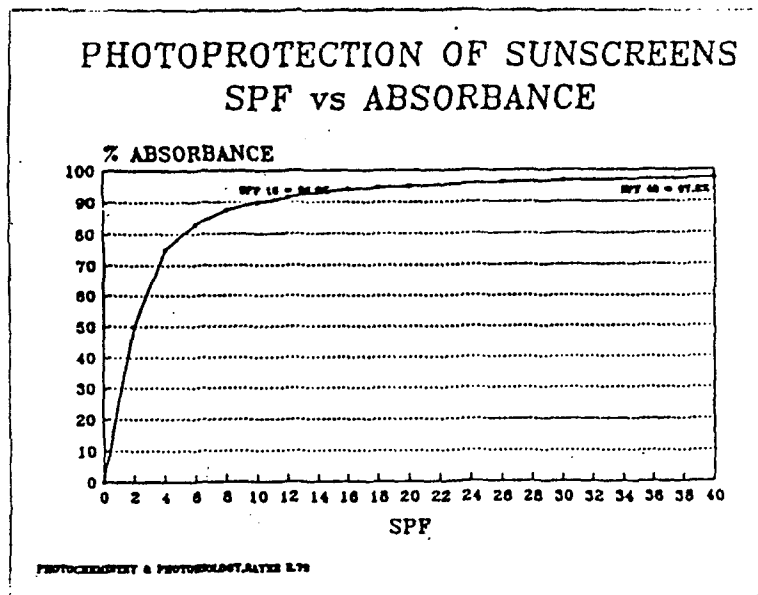
(ㄱ) SAMPLE

구 분	기 초	색 조	합 계
外 製	24	11	35
國 産	5	7	12
합 계	29	18	47

(ㄴ) SAMPLE에 대한 고찰

- * 조사한 제품중 SPF 15인 제품이 10개로 가장 많았으며, SPF 4가 6개로 그 다음으로 많았다.
- * 조사한 제품중 SPF치는 2부터 최고 36까지 있었으며 30이상의 제품도 4개나 되었고 "SPF 0"로 표기된 제품도 있었다.
- * 기초 화장품은 SPF 0 ~ 36까지 다양한 반면, 색조화장품은 모두 SPF 12 이상이었다. 이것은 Physical Agents의 Sunscreen효과를 입증해주는 것으로 생각된다.

그림 4)



- * 앞서 말했듯이 자외선은 편의상 A, B, C로 구분한다. 그중 UVA와 B만이 지표에 도달 하는데 Energy가 큰 UVB는 피부를 태워 Sunburn을 일으키며 투과성이 높은 UVA는 35 ~ 50%가 표피를 통과하여 진피까지 도달되어 서서히 흑화현상(멜라닌형성)을 일으킨다. *2), 9) 참고로 이론적으로는 그림 4)에서 보는 바와 같이 SPF 4는 75.0%, SPF 15는 93.3%의 PHOTOPROTECTION효과가 있다. 일반적으로 Suntan은 하면서 Sunburn만을 방지하기 위한 SPF 수치는 약 2 ~ 4, Suntan 및 Sunburn을 모두 차단하기를 원하는 경우는 약 SPF 15 이상*10)은 되어야 가능하다.
- 이러한 이유 때문인지 조사한 제품중 SPF 15인 제품이 10개로 가장 많았으며, SPF 4가 6개로 그 다음으로 많았다.
- * W/O TYPE 과 O/W TYPE의 제품을 비교해 보면, UV ABS에는 큰 차이없이 추출 분석되었으나 문헌상 W/O에서는 Water Soluble Agents보다 Oil Soluble Agents를 사용할 때 SPF가 극대가 되며, O/W의 경우는 그와 반대로 Water Soluble의 경우 SPF 값이 높은 것으로 나타났다.

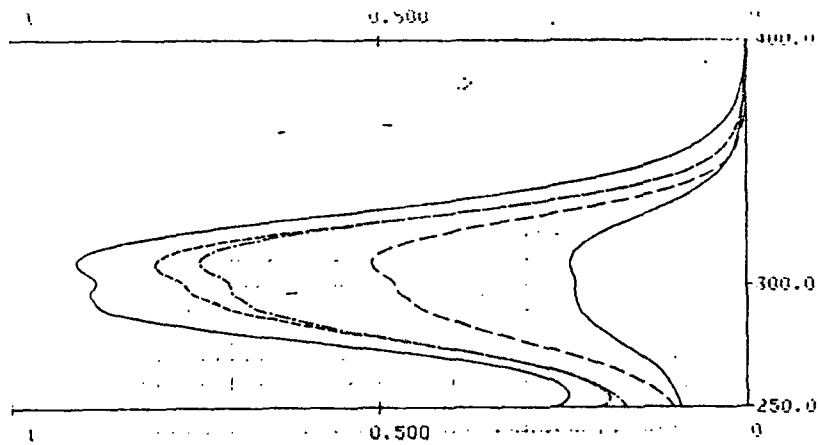


그림 5). D사의 제품별 UV SPECTRUM.

1 : STICK	SPF 15	2 : CREAM	SPF 15
3 : LOTION	SPF 10	4 : MICRO EMULSION	SPF 6
5 : CREAM	SPF 4		

(ㄷ) DATA

- * A사의 제품을 SPF별로 비교하여 측정 한 결과 그림 5)와 같다. 회석용해법에 의한 결과는 같은 회사의 제품의 경우 SPF수치별로 재현성 있게 측정되었다.

도포법에 의한 결과는 재현성이 떨어지고 오차가 크므로 그림 6)에서 보는 바와 같이 여러차례 측정한 결과 흡수에 차이를 보였다.

* 여러회사의 SPF 15로 표시된 제품을 몇개 선택하여 그 흡수를 비교하니 그림 7)과 같이 흡수의 모양과 크기가 거의 유사하였으나 많은 차이가 있는 제품도 있었다.

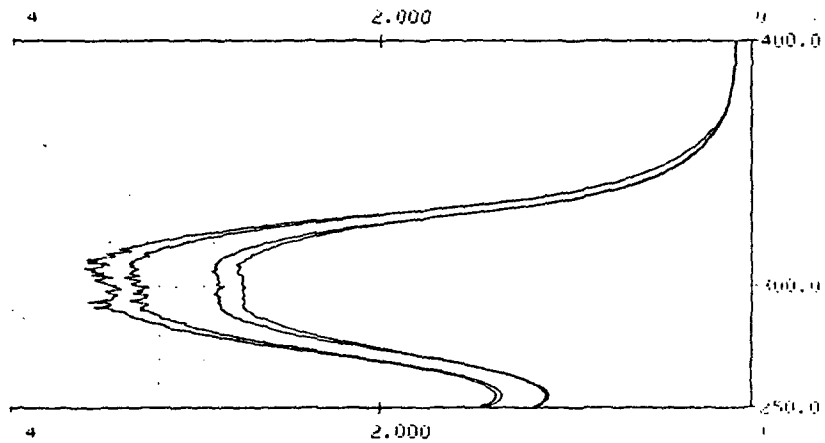


그림 6) 도포법에 의한 오차

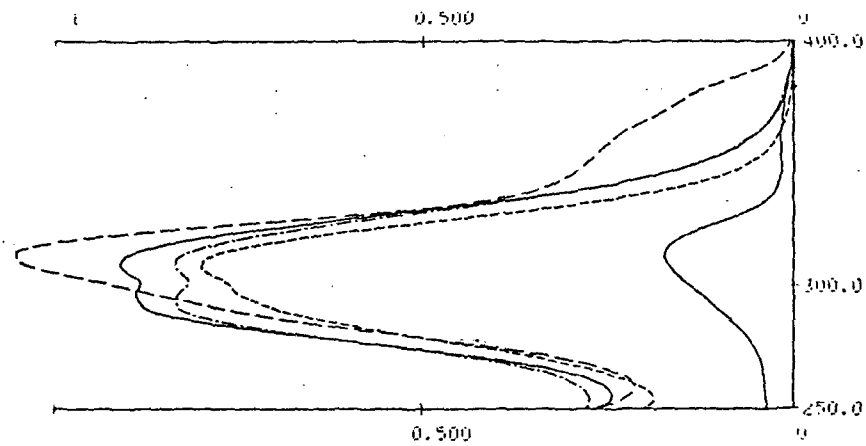


그림 7) 각사별 SPF 15 의 UV SPECTRUM

- | | | | |
|---------------|--------|---------------|--------|
| 1 : LOTION | SPF 15 | 2 : LIP CREAM | SPF 15 |
| 3 : LOTION | SPF 10 | 4 : LIP CREAM | SPF 6 |
| 5 : 남성용 CREAM | SPF 4 | | |

IV. 결 론

이상과 같이 검토해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 이 SUNSCREEN분야는 지속적으로 성장될 것으로 전망되며 자료 조사 결과 자외선 흡수제로 Benzophenone - 3 와 Octyl Methoxy Cinnamate가 가장 널리 사용되었으며 PABA는 점차 퇴보되는 추세이다.
- 2) 단일 원료보다는 2개이상 5가지 까지의 원료를 혼합 사용하였는데 2가지의 원료를 혼용한 경우가 가장 많은 것으로 나타났다.
- 3) UV-ABS를 측정해본 결과, 회석용해법과 단순도포법은 엄밀히 말해 SPF측정법과는 차이가 있겠지만 두가지 방법간의 차이는 역시 Chemical Agents만을 측정하는 것은 회석법이 정확하고 재현성도 있으나 TiO_2 등의 Physical Agents의 측정이 곤란하고, 도포법의 경우 Physical Agents의 측정이 가능하지만 실험오차등 실험자의 많은 숙련도와 여러 번 반복 실험을 해봐야 결과를 얻을수 있다.
- 4) Micro TiO_2 가 Titanium Dioxide보다 자외선 차단효과가 높게 측정되었으며 이는 Physical Agents의 입경이 자외선차단효과에 영향을 주는 것으로 판단된다.
- 5) 최근 고SPF를 지향하는 추세이며 Chemical Agents의 배합량이 규정되어있는 관계로 이 두가지를 해결하기 위해 Physical Agents의 배합이 필요하며 궁극적으로는 최소의 량으로 최대의 효과를 얻기 위한 신기술 개발에 끈임없는 노력이 있어야 할 것이다.
- 6) 각사별 UV Spectrum을 비교해 본 결과 동일 회사의 제품간에는 SPF 지수와 측정된 Abs. 값이 비례하지만 타회사의 제품과는 비례되지 않으며 특히 국내 제품의 경우 회사별로 큰 차이를 보이고 있다. 동일회사의 제품은 측정된 흡수 Spectrum의 모양이 대부분 동일한 것으로 보아 주로 같은 종류의 Sunscreen Agent를 사용한것으로 판단된다.
- 7) 끝으로 새로 제정되는 SPF측정법은 가능한 한 국제적인 측정법에 준하여 제정되길 바란다.

참고문헌

1. 朴善二, 자외선 차단지수 기준이 없다. 조선일보, '92, 7/24
2. 氷井貞義, Science광장, Sunproducts의 과학, C&T 화장품 토일렛타리의 전문지, 65, P. 54, (1992).
3. Ward L. Billhimer, Human Sunscreen Evaluation, C & T. Vol 102 P.83 March (1987)
4. 시평, 국내시장에서 통용되는 신SPF치를, Fragrance Journal, 134, P. 1, 5 (1992)
5. Sunproducts시장확대, 주간잡업, 92, 5/18
6. 福田 實, 長沼雅子, 자외선 흡수효과의 재평가와 측정법 Fragrance Journal, No. 84
7. 일본화장품 공업연합회 SPF측정법 기준 - 일본화장품 공업연합회 -
8. 시장연구, SPF 경쟁이 격화하는 Sunproducts시장, C&T, 65, P. 50, (1992)
9. 岡崎具視, 최근의 자외선 흡수제 개발의 현상, 색제, 65(5) 298~307 (1992)
10. 향장품 기술정보, 포라, 자외선 방지제를 고농도 배합않고 SPF 실현, FRAGRANCE JOURNAL, 92(5), 96, (1992)
11. 무기소재의 광방어와 그 효과, FRAGRANCE JOURNAL, 84, (1987)
12. 田村健夫, 廣田 博, 化粧品科學, 紫外線吸收劑 (1990) p. 229-242
13. 岡谷吉雄, SUNCARE 化粧品과 자외선흡수제, FRAGRANCE JOURNAL SPECIAL ISSUE No. 5, p. 75, (1984)
14. NADIM A. SHAATH, On the theory of Ultraviolet Absorption by Sunscreen Chemicals, JSCC, 82, 193~207, (May/ June 1987)
15. N.A. Shaath Phd, Encyclopedia of UV Absorbers for Sunscreen Products C&T, Vol. 102, 21-36, March 1987