

## 高分子 film의 表面 處理와 化學 루미네센스 特徵

황 명 환\*      우 인 성\*  
Myung-Whan Hwang      In-Sung Woo

### ABSTRACT

Surface treatment and chemiluminescence characteristics of the polymer film.

It was studied that the intensities and rates of treatments are in proportional to condition of the treatment, considering the results of study on treatments to polymer film with discharge and ultraviolet irradiation through the methods such as surface resistance, contact angle, dyeing method, surface tension and so on.

It was also studied that the said has a nice correlation with the concerned result studied by chemiluminescence.

Since the chemiluminescence will enable the investigators to grasp a certain condition caused by quite slight deterioration with high sensitivity, it can be also used as a way for getting an information regarding the decision for degradation-condition and life-estimating of insulation material basically related to some security matters as well as surface condition of treatments through the above method.

### 1. 서    론

電子 사태가 스트리머로 轉換해도 完全한 絶緣 破壞까지 이른다고는 볼 수 없고 대개의 경우 高電界를 형성하는 電極 近接이 局部的으로 破壞되서 安全 狀態를 유지한다. 이러한 局部 破壞를 일으키는 放電을

코로나 放電이라고 한다. 高周波·電力用 케이블의 被覆 絶緣 材料에 있어서는 코로나 放電이 생기면, 방전에 의해 생성되는 活性酸素, 오존, 酸化窒素등의 放電 生成物에 의해 材料는 物理的, 化學的으로 變質한다. 이러한 變質이 계속되면 機械的, 電氣的 性質이 低下하는 劣化가 생긴다. 電氣學會絶緣材料코로나

\* 正회원 : 인천대학교 산업안전공학과

劣化專門委員會의 報告<sup>(1)</sup>에 의하면, 放電으로 생긴 活性酸素는 試料를 심히 酸化하며, 試料는 分解 가스를 發生하고, 또한 放電으로 생긴 오존은 試料의 末端비닐기에 急速히 作用해서, 中間生成物인 오존 나이드 및 有機酸등의 酸化 化合物을 發生한다. 더우기 空氣中の 窒素에 의해 微量의 窒酸에스텔이 放電 直後부터 生成하는 것으로 알려져 있다. 이들의 오존나이드, 有機酸, 窒酸에스텔등 試料에 附着해서 親水性에도 寄與할 것이다. 筆者는 이러한 劣化의 課題가 코로나放電과 고주파 코로나放電 및 紫外線의 環境下에서 發生할 것으로 豫測되므로 이것을 利用해서, 極性基가 적고, 結晶性이어서 接着이 困難하고 또한 印刷性이 좋지 않은 高分子 film의 表面을 處理해서, 活性化시키므로, film表面의 親水性및 染色性을 向上시켰다. 그리고 處理 試料의 絶緣抵抗(酸化의 程度), 表面張力, 接觸角, 化學發光強度(Che-miluminescence) 등을 調査하므로 劣化의 平價, 處理의 機構를 解析하는 것을 試圖했다.

## 2. 시료 및 측정 방법

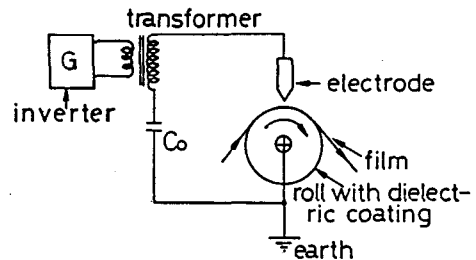
### 2.1 試料 및 前處理

試料는 日立化成(株)製와 大日本樹脂(株)製의 두께  $60\mu\text{m}$ 의 低密度(結晶化度 60%) 폴리에틸렌(以下, 이것을 PE 라 略記한다), Toray(株)製의 두께  $100\mu\text{m}$ 의 폴리에스텔(PET)film, 三菱抽化(株)製의 두께  $\mu\text{m}$ 의 폴리카보네이트(PC) film, 요즈기(株)製의 두께  $100\mu\text{m}$ 의 EVA(Ethylene Vinyl Acetic Acid) film을 使用했다. PE의 結晶化도는 複合形赤外分光光度計(島律製 IR-27)를 使用해서, 結晶, 非晶性의 各 band의 base line 法<sup>(2)</sup>에 의한 吸光度를 求해 算定했다.

다음에 코로나 放電試料의 前處理로서는, 指紋등의 脂肪酸 除去하기 위해 特級벤젠으로 洗淨하고, 더우기 有機酸의 溶解도가 큰 에타놀로 洗淨한 후 室溫에서 自然 乾燥시켰다.

### 2.2 코로나 放電處理用 裝置 및 電極

코로나 放電用의 放電 周波數를 높여주면 이온의 慣性效果때문에 空間電荷가 形成되어, 不平等電界가 緩和되어, 코로나 放電을 連續해서 發生시키므로, 處理群이 發生하지 않을 것이다. 本實驗에 使用한 裝置는 春日電機(株)製(CG-型)의 것으로, 高周波(50KHz) 高電壓의 發生 方法으로서는 우선 商用周波電源을 整流해서, 이 整流된 直流電源을 스위칭 素子에 의해 高周波로 變換한다. 變換한 高周波 低電壓을 트랜스에 의해 昇壓하므로 高周波 高電壓이 얻어진다. 電極(黃銅)은 edge 型으로 길이가 110mm 또는 200mm의 것을 使用했다. 本裝置의 構成圖를 그림 1에 나타낸다. 電極과 處理물러와의 사이에는 1.5mm의 gap을 두어 gap 사이에 試料를 통하게 하므로 處理를 行했다. 處理물러는 鐵棒(直徑 100mm)에 두께 3.3mm의 시라콘고무( $\epsilon_s=3$ )를 씌운 것으로 시라콘고무는 耐壓力, 耐熱, 耐오존성이 매우 좋다.



다음에 고분자 film을 放電에 의해 表面을 均一하게 變質시키는 電極은 平行平板形構成法<sup>(1)</sup>이 最適하므로 이것을 使用했다.

### 2.3 紫外線 照射 方法

紫外線 照射는 東芝(株)製殺菌램프 GL-15(100V, 15W)를 50mm 間隔으로 配列하고 램프로부터 約 60mm 떨어진 곳에 試料를 配置했다. 이 램프의 紫外線의 波長은 約  $254\text{m}\mu$ 이며, 試料表面에 있어서의 紫外線 放射 照度を 付近의 3光源으로부터

터 照度の 合計<sup>(3)</sup> 로서 計算試料表面에의 1時間當의 紫外線 照射量은 約 0.28W/cm<sup>2</sup> 로 된다. 短波長의 紫外線을 사용한 理由로서는 短波長쪽이 光量子의 지니는 에너지가 높고, 有機 材料에 미치는 影響이 큰 것<sup>(4)</sup> 등을 들 수 있다.

## 2. 4 表面 抵抗 測定

폴리에틸렌을 비롯한 프리스틱의 絶緣 抵抗은 表面, 體積 모두 測定限界의 値를 나타내고 있지만, 코로나 放電에 의해 表面을 處理하면 酸化등에 의해 極性基가 增加하여, 絶緣 抵抗이 低下한다. 筆者는 요코카와社製 휴렛트 (HP 모델 4329 A)의 高抵抗메터 (브리지 法) 를 使用하여 各 處理 速度로 코로나 處理한 film의 表面 抵抗을 直流 電壓 500V를 1 分間 印加해서 2 分後의 値를 測定했다.

## 2. 5 接觸角 및 表面 張力 試驗法

紫外線 照射 및 코로나 放電에 의해 試料를 處理하면 表面이 거칠어지고, 또한 酸化에 의해 極性基가 增加하며, 試料에는 液體와 젖기 쉬운 새로운 界面이 形成된다. 接觸角의 測定은 표면 處理에 의한 高分子 film表面의 젖기 쉬운 程度를 나타내는 尺度로 利用되고 있다. 測定方法으로서는 相對濕度 80%, 溫度 25°C의 恒溫 恒濕 槽內에서 注射器를 써서 1mm 以內의 液滴을 만들어 處理film 面上에 떨어뜨려 協和科學 (株) 製 (CA - D 型) 의 接觸角計를 써서 液滴法에 의해 測定했다.

表面張力測定은 處理面에 和光純藥 (株) 의 젖음 指數標準液 (에틸렌그리콜과모노에틸렌의 混合液) 을 綿棒에 充分히 적서어 0.5 秒間에 60mm 정도 塗布하고, 2 秒後의 液膜 狀態로 判定했다.

## 2. 6 染色法에 의한 染色吸光度

高分子 表面의 分子와 液體分子間에 作用하는 酸·鹽基 相互作用을 移用해서 젖기 쉬운 性質을 向上

시켜, 染色하는 方法을 試圖했다. 高分子의 染色法 및 染色 機構 등의 詳細한 것은 成書<sup>(5)</sup>에 쓰여져 있지만, 이번에 筆者는 코로나 放電處理에 의해 PE film에 생긴 오존나이드, 有機酸등의 酸化化合物의 鹽基性 染料와의 染色成을 調査하기 위해 染色性 染料 [保土谷化學 (株) Victoria Pure Blue BOH] 를 使用해서 處理試料를 染色하고 이 染色色線의 吸光度를 島津 (株) 製의 回折格子形 光電比色計 (스펙트 로닉스 20 型) 를 써서 測定했다.

## 2. 7 極微弱 化學 發光 計測 (Chemiluminescence)

近年의 에렉트로닉스의 發展, 特히 高感度の 光電子 増倍管의 開發에 의해 肉眠으로는 感知할 수 없는 10<sup>-13</sup>W/cm<sup>2</sup> 이하의 極히 微弱한 發光을 認定하기에 이르렀다<sup>(6)</sup>. 프라스틱 및 고무등의 高分子가 酸素 存在下에서 加熱되면 酸化 反應때문에 微弱한 化學發光을 나타내게 된다. 이 化學發光의 量을 比較하므로 高分子의 熱 安定性및 劣化 (酸化의 精度) 의 狀態를 判定할 수 있다.

또한 生命 現象 및 生體에 密接한 關聯을 갖는 極히 微弱한 發光인 生物 (Bio) photon 에 의해 生體 情報<sup>(7)</sup>를 많이 얻고 있다. 本 實驗에서도 PE, PC, PET 를 코로나 放電 및 紫外線에 의해 表面 處理해서, 短時間 處理에 의해 생긴 微少한 酸化 反應의 發光을 化學發光 強度計인 東北 電子産業 (株) 製의 케미 루미네센스 아나라이저 -OX-7型을 使用해서 1秒當의 發光量을 구해 測定했다.

## 3. 실험 결과

### 3. 1 表面 抵抗

그림 2는 室溫에서 물리 面上垂直 1.5mm 의 位置에 電極을 固定하고, 各 處理 速度 (m/min)로 코로나 放電 處理한 PET film 室溫에서의 表面 抵抗이다. 여기서 그래프상의 數字는 放電電流를 나타내고

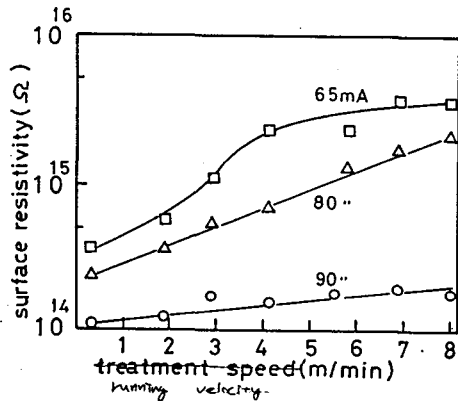
황명환, 우인성

있다. 放電 電流가 작으면 작을수록, 處理速度가 빠르면 빠를수록 表面抵抗이 크게 나타나있다. 表 1에 8 (m/min) 로 處理한 試料의 放電電流에 대한 表面

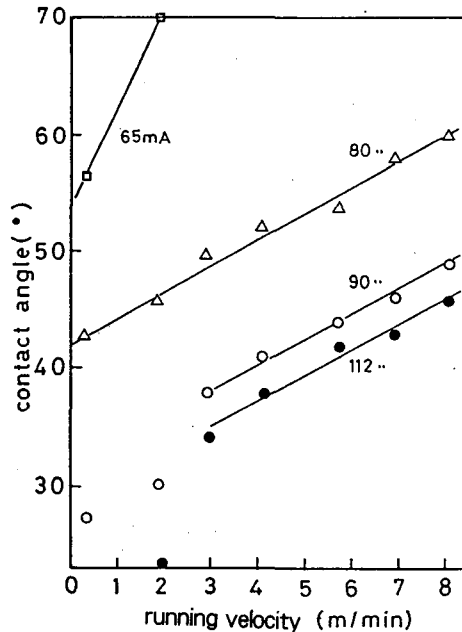
抵抗을 나타낸다. 여기서 微處理 試料는 各 試料마다 表面抵抗  $3.5 \times 10^{16} (\Omega)$ , 體積抵抗  $10^{18} (\Omega \cdot \text{cm})$  이상 이었다.

Running velocing (m/min)	Discharge current (mA)	Surface resistivity of sample ( $\Omega$ )		
		EVA	PE	PET
—	0	$3.5 \times 10^{16} <$	$3.5 \times 10^{16} <$	$3.5 \times 10^{16} <$
8	65	$3.5 \times 10^{14}$	$3.5 \times 10^{16}$	$4.0 \times 10^{15}$
8	80	$3.5 \times 10^{13}$	$3.5 \times 10^{16}$	$2.2 \times 10^{15}$
8	90	$3.5 \times 10^{13}$	$4.0 \times 10^{15}$	$1.8 \times 10^{14}$
8	112	$3.5 \times 10^{13}$	$8.0 \times 10^{14}$	$1.3 \times 10^{14}$

Table 1. Surface resistivity



2에 나타내는 바와 같이 試料에 따라서는 PE film과 같은 特性을 나타내고 있지 않다.



3. 2 接觸角

그림 3은 染色과 關係있는 親水性의 特性으로 그림 2와 같은 方法으로 處理한 PE film의 接觸角을 接觸角計를 써서 測定한 結果이다. 각 放電 電流에 있어서 處理 速度가 늦어짐에 따라 接觸角은 작아지고 處理速度으로 變化하고 있다. 여기서 90mA와 112mA 의 接觸角은 그다지 差가 없으며 80, 90, 112mA 모두 平行線을 이루고 있으며 112mA 放電에서는 電極端에 있어서 沿面 放電에 의한 불꽃이 상당히 큰 것이 觀察되었다. 65mA의 경우는 處理 速度가 빨라지면 3m/min의 處理 速度 附近에서 80 程度의 接觸角을 이루고 있고 그 이상의 빠른 處理 速度에서는 接觸角의 變化는 거의 認定할 수 없었으며 微處理 試料와 거의 歐分할 수 없었다. 그러나 表

Fig 3. Relation between the contact angle and corona running velocity

Table 2. Contact angle

Running velocing (m/min)	Discharge current (mA)	Contact angles of sample (°)		
		EVA	PE	PET
—	—	97	95	77
8	65	76	95	55
8	80	67	60	52
8	90	74	48	50
8	112	82	45	43

3. 3 表面 張力

그림 4는 코로나 放電 (高周波)에 의해 處理한 PET 試料의 處理速度에 대한 表面張力を 市販되고 있는 젓음 指數 標準液을 써서 調査한 것이다. 그림으로 부터 알 수 있듯이 放電 電流 65mA에서는 表面 張力の 크기의 變化가 4m/min 까지도 읽을 수 있었지만 그 이상의 放電電流 및 낮은 速度에 의한 表面 張力은 市販되어 있는 試藥의 指數가 54 (dyn/cm) 까지로 그 이상의 크기에 대해서는 나타낼 수 없었다. 또한 表3은 放電 電流의 變化에 의한 各種 試料의 表面 張力の 相違를 調査한 것을 나타내고 있다.

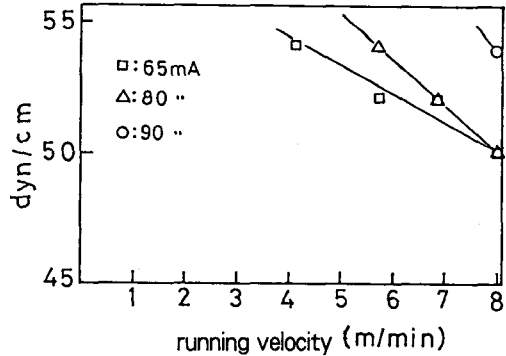


Fig 4. Surface tension of the corona treatment PET film.

Table 3. Surface tension

Running velocing (m/min)	Discharge current (mA)	Surface tension of sample (dyn/cm)		
		EVA	PE	PET
—	—	31>	31	39
8	65	32	39	50
8	80	34	50	50
8	90	35	54<	54
8	112	37	54	54<

그림 5는 試料에 紫外線을 照射한 時間에 對한 表面 張力의 變化를 나타내고 있다. 여기에서 PET, PC는 短時間에 젖기 쉬운 狀態로 되지만 PE의 경우에는 상당한 時間이 걸린다. 그림의 PE(A)는 大日本樹脂製이고, PE(B)는 日立化成製이다.

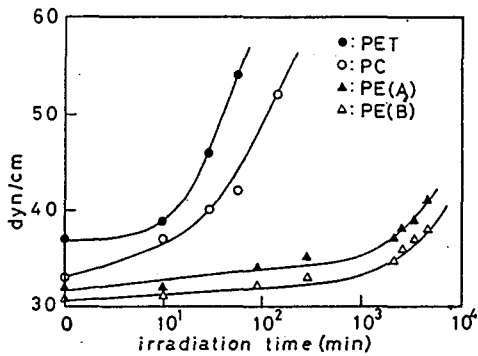


Fig 5. Surface tension of the ultraviolet rays treatment specimens.

### 3. 4 染色 吸光度

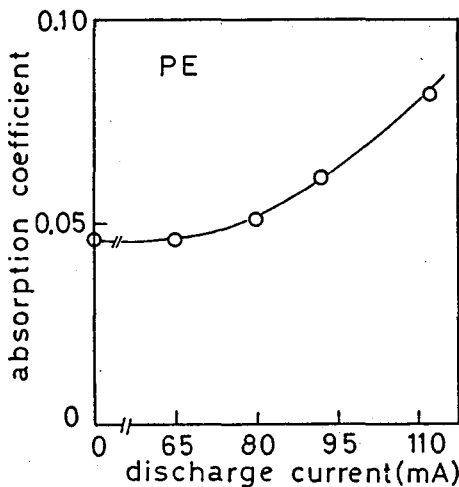


Fig 6. Characteristics of the absorption coefficients by dyeing method.

그림 6은 8m/min의 處理 速度한 試料를 미리 準備해둔(2-6)節의 試料의 水溶液에 10 秒間(60°C에서) 染色한 후 調査한 吸光度를 나타내고 있다. 그림에서 알수 있듯이 染色 吸光度는 放電 電流의 크기에 따라 增加하고 있다.

### 3. 5 處理 强度와 化學 發光 强度

그림 7은 日立化成(株) 製의 PE film을 紫外線으로 照射한 후 直徑 42mm 圓의 크기로 裁斷하여 照射時間에 對한 化學發光强度(各 試料film의 最大發光量)를 各 溫度에서 調査한 것이다. 그림로부터 알수 있듯이 發光量은 測定 溫度의 上昇에 따라 直線的으로 變化하며 照射時間의 增加에 따라 크게 增加한다. 이것은 光照 射時에 生成되는官能基 또는 構造 缺陷이, 發光量에 뚜렷하게 反映되고 있는 것을 나타내고 있다. 또한 95°C 以上에서는 包和하는 現象을 보이고 있다.

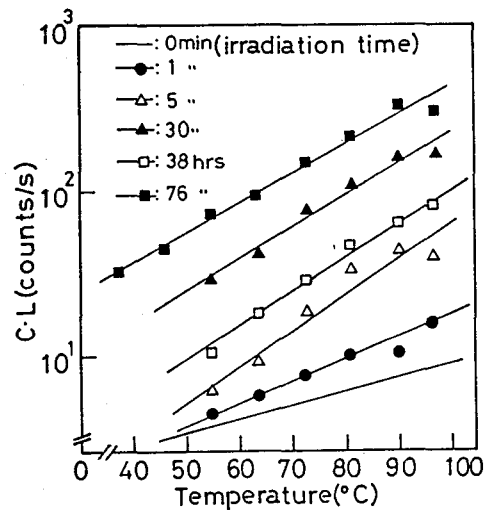


Fig 7. Chemiluminescence of the ultraviolet rays treatment PE film.

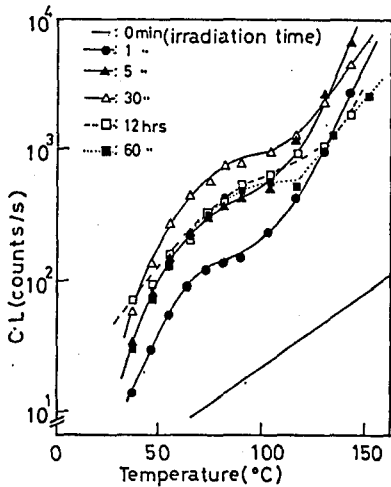


Fig 8. Chemiluminescence of the ultraviolet rays treatment PC film.

그림 8은 PC film을 그림 7의 PE 試料과 같은 방법으로 紫外線을 照射해서 같은 方法에 의해 測定한 것이다. 그림에 나타나 있는 바와 같이 未照射의 경우는 測定 溫度의 增加에 따라 直線의으로 增加하고 있으나 그외의 照射處理된 試料는 曲線을 이루고 增加하고 있다. 낮은 測定溫度에서는 照射時間 30분 까지 크게 增加하지만 照射時間이 길수록 增加가 둔화됨을 나타내고 있다. 高溫測에 있어서는 어느 것도 直線의으로 增加함을 나타내고 있다.

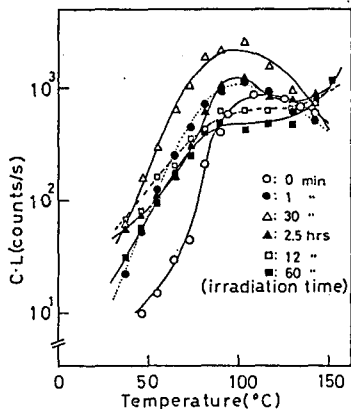


Fig 9. Chemiluminescence of the ultraviolet rays treatment PET film.

그림 9는 PET film을 그림 7과 같은 方法으로 紫外線 照射해서 같은 方法에 의해 測定한 것이다. 그림에서보면 未照射 film 도 極大值가 커지며 30分以上의 照射時間에 대해서는 둔화됨을 알 수 있다.

또한 60 時間에서는 그림 8과 아주 흡사한 형태를 이루고 있다.

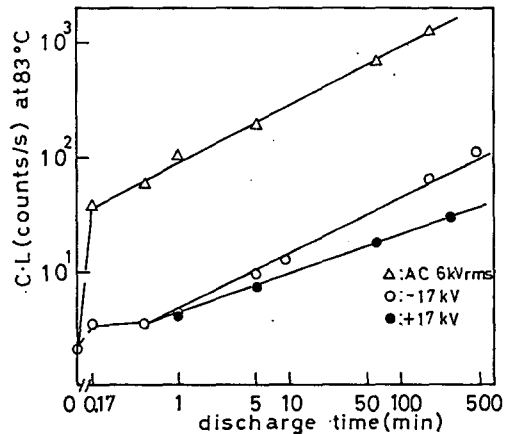


Fig 10. Chemiluminescence of the partial discharged PE film.

그림 10 은 平行平板電極을 써서 交流 6 KVrms 및 直流 17 KV로 放電處理한 PE film의 處理時間에 대한 化學發光量의 變化를 化學發光 強度計에 의해 83°C 에서 調査한 것이다. 여기에서 化學發光量은 處理時間에 대해 直線의으로 變하고 있으며, 放電初期에는 正電壓을 印加했을때와 負電壓을 印加했을때 兩者間에 差가 없지만, 長時間 印加했을때는 負電壓의 경우가 發光量이 크다. 또한 直流電壓을 印加한 경우의 負電壓特性은 交流電壓을 印加한 경우와 平行線을 이루고 있다.

#### 4. 실험 결과에 대한 고찰

코로나 放電處理한 PET film의 表面抵抗은 그림 2에 나타내는 바와 같이 放電電流 處理速度에 크게 좌우되지만, 이러한 表面抵抗의 變化를 가져오는 것은 化學的 變化 즉 오존나이드 또는 酸化反應生成物

황명환, 우인성

(CO, COOH 基), OH 基 등에 의해 물의 薄膜이 形成되어 親水性이 되며, 이것이 導電에 寄與하는 것으로 생각된다. 또한 短期間에 處理된 理由로서는 高周波 放電이므로 상당한 熱이 發生한다. 이 熱은 放電夾 中心部에서 0.1  $\mu s$  이내에 880°K 에 達한다는 報告<sup>(9)</sup>도 있으며, 또한 室溫에 있어서 生性酸素에 의한 試料의 分解 侵食 速度는 0.03  $\mu m/h$  程度로 오조 나이드層의 進展 速度는 0.07  $\mu m/h$  以上이나 된다는 報告<sup>(9)</sup>가 있으나, 이것은 熱이 없는 狀態의 結果로, 熱을 考察하면 試料의 微少한 變質速度는 더 빨리 進行될 것으로 생각된다. 또한 반복 處理한 경우는 處理時間만을 생각하면, 處理速度를 늦췄을 때의 處理時間과 반복處理했을 때의 處理時間은 같을지라도, 表面抵抗은 表面速度를 늦출때가 큰것을 보아서 連續處理하는 편이 効果的인 것으로 觀察됐다. 표 1 은 各放電電流에서 8m/min 의 處理速度로 處理된 3개의 試料의 値를 比較하기 위해 나타냈으며, EVA

試料는 80mA 以上에서는 電流의 크기에 關係없이 거의 같은 値를 나타내고 있다. 그림 4의 表面張力特性은, 現場에서 處理狀態를 쉽게 判定할 수 있는 것으로 顯在 많이 採用되고 있다. 表面 抵抗 및 그림 3의 물에 의한 接觸角 測定에 있어서는 65mA 로 放電處理한 경우 處理 速度가 빠른곳에서는 判定할 수 없었지만, 젖음 指數 標準液의 使用에 의해 僅少한 處理 狀態(表 3과 같이)도 區別할 수 있을 것으로 생각된다. 그림 6의 染色 特性에 있어서의 吸光度는 試料의 狀態 즉 製造段階에 있어서, 添加된 物質의 存在가 染色 吸光度에 큰 影響을 미치고 있는 것은 未處理 試料에 대해서 赤外線 分光光度計에 의한 Carbonyl 基의 吸收와 染色狀態로 부터 確認했다. 경우에 따라서는 放電處理에 의한 染色吸光度의 變化보다 殘存添加物과 染料와의 結合에 의해 染色吸光度의 變化분이 큰 경우도 있어, 處理하는 試料의 選擇에 注意할 필요가 있다고 생각된다.

Table 4. Chemiluminescence

Running velocing	Discharge current (mA)	Chemiluminescence (Counts/s)		
		EVA	PE	PET
—	0	11.0	3.3	11.3
8	65	12.0	6.2	29.6
8	80	15.5	8.7	68.2
8	90	19.3	14.5	75.4
8	112	32.3	35.0	96.1

表 4의 化學發光量의 測定은 이제까지의 表面抵抗, 接觸角, 表面張力, 染色特性의 實驗結果와 상당한 一致를 보이고 있고, ESCA 分析에 의하면 處理電流의 增加와 더불어 酸素도 增加하는 것을 確認한 報告<sup>(10)</sup>도 있으며, 이 測定法과 함께 化學루미네센스의 分析이 處理程度를 判定하는데 重要한 役割을 할 것으로 생각된다. 그러나 赤外線 分光 光度計를 써서 調査한 Carbonyl 基의 吸水 (1715  $cm^{-1}$ ) 는 處理回數를 늘여도, 處理強度를 높여줘도, 코로나放電 處理에 의해 發生하는 Carbonyl 基 (赤外線 吸光度) 는 認定할 수 없었다.

그림 7의 化學發光量은 照射時間의 增加에 따라 거의 平行으로 移動 增加하지만 어느 정도 긴시간 동안 照射하면 낮은 發光量을 나타내다가 다시 增加하는 경향을 보이고 있다. 일정 溫度에 있어서의 PE (90°C), PET, PC (103°C)film 發光量을 그림 11에 나타낸다. 여기서 2時間에서 17時間사이의 照射時間에 대해서는 極小値를 나타내고 있는데 이것은 光에너지 및 오존에 의해 非結晶部의 分子鎖 사이에 생긴 架橋로 인해 分子鎖의 熱振動움직임을 둔화시키기 때문으로 생각된다.



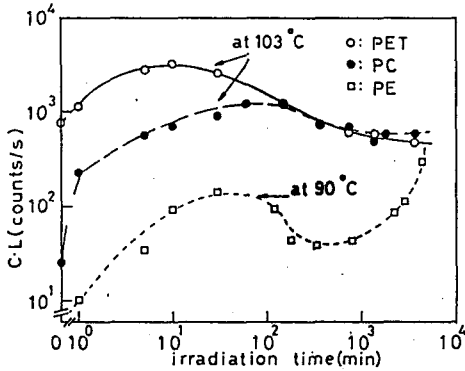


Fig 11. Chemiluminescence vs. irradiation time of the ultraviolet rays.

그림 10의 平行平板電極을 써서 放電한 경우는 赤外線 吸收에 의한 Carbonyl 基의 檢出에서는 60 分以上 放電劣化시키지 않으면 試料의 變質精度를 알 수 없으며, 또한 새로운 劣化檢出方法으로서 電學技報에 紹介하고 있는 染色法에 의한 方法<sup>(11)</sup>에서도 2 分間以上 放電處理 하지 않으면 檢出不可能하지만 化學發光強度를 求하는 化學 루미네센스에 의하면 10 秒以下の 極微小放電處理일지라도 變質의 檢出이 可能하며, 高分子材料의 劣化判定의 導具로서 빠뜨릴 수 없는 것으로 생각된다. 또한 直流에 의한 放電劣化에서는 負電壓을 印加한 쪽이 正電壓을 印加한 경우보다 큰 發生讓을 나타내고 있는데, 이것은 負電壓을 印加했을 경우에 보다 많은 오존이 發生하기 때문에 20여겨진다<sup>(12)</sup>.

### 5. 결 론

以上的 表面處理와 化學루미네센스의 關係를 調査해 다음의 結論을 얻었다.

1) 65 mA 의 放電電流에 의한 處理에 있어서의 表面抵抗值 (PE) 를 구하기 어렵지만, 그 以上の 放電電流에 있어서는 電流의 크기와 處理速度에 대해 明確한 差를 보이고 있다.

- 2) 親水性의 特性인 接觸角測定에 있어서는 接觸角이 處理速度와 處理強度에 상당한 比例關係에 있으며, 處理程度도 評價할 수 있다.
- 3) PE film에 있어서 表面張力 實驗法은 낮은 放電電流에 있어서도 處理狀態를 正確히 判斷할 수 있다.
- 4) 染色法에 의해 處理狀態를 判定하는 경우에는 添加物등의 有無가 染色에 크게 左右된다.
- 5) 處理試料에 對해 化學루미네센스를 이용해서 調査한 結果, 結論의 1), 2), 3), 4)와 상당한 相關關係에 있다는 것을 알았다. 따라서 化學루미네센스에 의한 測定法도 處理 狀態의 判定 方法으로서 有效하다고 생각된다.
- 6) 이제까지 할 수 없었던 極히 微小한 變質, 劣化의 狀態가 化學루미네센스에 의해 判明할 수 있게 되었다. 또한 表面處理狀態뿐만이 아니고, 材料의 壽命 豫測등 앞으로의 安全 問題를 研究함에 도 化學루미네센스를 調査하는 것이 至極히 좋은 手段이 될 것이다.

### 참고문헌

- (1) 電氣學會 絶緣材料 コロナ 劣化 専門委員會: 「絶緣材料의 コロナ 放電 による 劣化, 電學技報, No, 74, 3 (昭和 48 - 8)
- (2) 日本 分析 化學會: 分析 化學 便寶, pp. 1079 (昭 46 - 10) 丸蔞
- (3) 東芝殺菌燈器具: 裝置 Catalog No, 施設 - 5
- (4) 松田: 有機 材料 劣化 問題, 電氣 學會 雜誌, Vol, 77, No, 817, 1957
- (5) 北原, 渡邊: 界面 電氣 現象, pp, 279 (昭 48 - 11) 共立 出版
- (6) 山岸, 稻場: 東北 電子 産業 レポ - ト, PP. 1(昭 54 - 10)
- (7) 稻場: 化學 工業, 40, 135 (1989): 化學 と 工業 第 42 卷, 第 5 號 (1989)
- (8) 堀井, 藤: 電氣 學會誌 Vol, 86 - 4, No, 931 (昭41)

황명환, 우인성

- (9) 電氣學會 絶縁材料 コロナ 専門 委員會：「絶縁材料のコロナ放電による劣化」, 電學技報, No, 74, 34 (昭 48 - 8)
- (10) 筏 義人：高分子表面の基礎と應用 (下), pp. 34 (1986 - 4) 化學同人
- (11) 電氣學會 絶縁材料 微小放電劣化調査専門委員會, 部分放電劣化, 電氣劣化, 電氣學會技術報告 (Ⅱ部), pp. 164, 17 (1984)
- (12) 堺 孝夫：放電現場演習, pp. 111 (1985 - 3) 朝會書店