

## 마케팅 의존 수정 확산 모형을 이용한 고효율 기기 보급 모니터링

김진오 · 최청훈

한양대학교 전기공학과 · 롯데 전자

### High Efficient Lighting Monitoring by Modified Diffusion Model Including Marketing Variable

Jin-O Kim and Cheong-Hun Choi

Department of Electrical Engineering, Hanyang University · Lotte Electronics Corp.

#### 요 약

확산 모형은 원래 연속적인 확산과정을 개발하기 위하여 도입되었으나, 기본적인 확산 모형은 많은 제약과 가정을 내포하고 있다. 본 논문은 잘못된 추정의 가능성을 줄이기 위해 많은 제약하에서 유용한 데이터가 별로 많지 않은 상태에서의 파라미터 추정을 시도하였으며, DSM 프로그램의 효과를 예측하기 위하여 피이드 백 방법과 비선형 최소자승법에 의한 파라미터를 추정하였다. 또한 DSM에 많은 영향을 끼치는 광고효과를 반영하기 위하여 본 연구에서는 마케팅 변수에 의존하는 수정된 확산모형을 이용하여 수요관리의 모니터링 시스템을 연구하였다. 본 논문에서는 고효율 조명기기에 의한 사례연구를 통하여 DSM 효과에 의한 전력수요 변화를 추정하였으며, 우리나라처럼 축적된 자료의 양이 적은 상황에서 초반 추정 오류의 가능성을 줄일 수 있는 방안을 제시하였다.

**Abstract** — Diffusion model was originally introduced to predict the continued development of a diffusion process. However, the basic diffusion model has many constraints and assumptions. This paper presents the method of parameter estimation in case of few data with constraints to reduce the possibility of bad estimation. The feedback and nonlinear least-square parameter estimation methods used in this paper enable us to evaluate the status and to predict the effect of DSM program. This paper also presents the method of Demand Side Management Monitoring by diffusion model including Marketing variable which is very important to DSM. Case studies show the diffusion curves and forecasted values of the peak for the high-efficient lighting.

#### 1. 서 론

우리 나라는 지속적인 부하의 증가에도 불구하고 투자 재원 및 부하의 확보난과 환경 등의 문제로 인하여 발전소의 건설이 쉽지 않게 되었다. 따라서 지속적인 부하의 증가를 충당하기 위해 발전용량의 증가만으로는 더 이상 전력수급의 평형을 이루기 어렵게 되었고, 대부분의 에너지를 외국에 의존하는 수입국으로서 에너지의 효율적인 이용은 국가 경쟁력을 위해서도 필요한 일이며 지구 온난화 등의 환경 문제까지 고려할 때, 에너지의 절감과 합리적인 이용은 절실히 요구되는 사안이다. 한편, 현재의 조명 기기를 모두 고효율 조명 기기로 대체할 경우 대

용량 발전소의 시설 용량 이상의 전기를 절약할 수 있으므로 고효율 기기의 개발과 보급으로 에너지 절약을 유도하는 등의 수요관리(Demand-Side Management :DSM)가 활발히 진행되고 있다. 이러한 수요관리 프로그램을 효과적으로 진행하고 방향을 결정하기 위해서는 현재의 성과를 진단하고 앞으로의 효과를 예측하는 모니터링 시스템이 필요하다. 기존의 외국문헌에서 제안되어진 모니터링 시스템<sup>(1)</sup>은 프로그램 사후 평가적 의미로써 평가를 수행하기 위한 자료들을 제공하기 위한 부수적인 시스템 즉, DLC(Direct Load Control), SCADA(Super-visory Control and Data Acquisition), EMS(Energy Management System) 등의 세부적 운용방법으

로 기술하고 있으며, 이를 위해서는 동일 시간대의 모든 전력 수요관리 대상 기기에 대한 직접적인 미터링을 이용한 방법이 가장 이상적이라 할 수 있지만 이는 비용과 기술적인 측면에서 현실적인 한계가 있는 것이 사실이다. 따라서, 현재의 프로그램의 성과에 대한 의미를 부여하고 앞으로의 정책의 방향을 결정할 수 있도록 하는 모니터링 시스템의 필요성이 대두된다. 현재 진행되고 있는 수요관리 프로그램 중 고효율 기기 보급 프로그램의 경우 현재의 상태와 앞으로의 효과 추정을 위한 모니터링은 기기가 어느 정도 보급되고 있는지, 그리고 앞으로 어느 정도 보급될 것인지에 대한 추정이 이루어져야 한다. 즉, 고효율 기기의 보급의 정도가 수요관리 모니터링(DSM Monitoring)을 위한 중요한 인자가 된다.

본 논문은 이러한 점에 착안하여 보다 합리적인 모니터링을 하기 위해 시간에 따라 보급의 정도를 알 수 있는 확산 모형(Diffusion Model)을 도입하여 보급량을 추정하고 이를 적용하여 시스템 최대 부하시 고효율 기기의 보급에 의한 전력 수요의 감소 효과를 추정한다. 그런데, 기본적인 확산 모형은 제한된 전제하에 적용이 가능하고 다양한 변수를 포함하지 못하는 단점이 있다. 따라서, 이러한 단점을 탈피할 수 있는 수정 확산 모형을 제시하고 이를 실제 진행중인 고효율 조명 기기 보급 프로그램에 적용시켜 시스템 최대 부하시 고효율 기기의 보급에 의한 전력 수요 변화를 추정하였다. 또한, 확산 모형을 적용하기 위해서는 확산 계수의 추정이 필요한데 우리나라처럼 축적된 자료의 양이 적은 상황에서 초반 추정 오류의 가능성을 줄일 수 있는 방안을 제시하였다.

## 2. 확산 모형

확산 모형이란 사회체제의 사람들에 의해 새로운 것으로 받아들여지는 생각, 객체, 관습 등이 시간에 따라 어떤 경로를 통해 사회체제에 속한 사람들 사이에 소통되는 것을 함수의 형태로 표현한 것으로 정의된다.

적용되는 상황에 따라 다양한 형태의 확산 모형이 있으나 대체적으로 Bass 모형을 근간으로 하고 있다. Bass 모형은 hazard 함수로부터 식 (1)과 같이 되며, 여기서 p, q는 수요자의 성향을 대변한다.

$$\frac{f(t)}{1-F(t)} = p+qF(t) \tag{1}$$

p: 혁신계수(Coefficient of Innovation)

q: 모방계수(Coefficient of Imitation)

f(t): 시간 t에서의 채택확률

F(t): 시간 t에서의 누적채택확률

여기서 n(t)는 시간 t에서의 수요량, N(t)는 누적수요량, m은 잠재량이라 하면 시간 t에서의 채택확률과 누적채택확률은 다음의 식 (2), (3)과 같이 표현되고

$$f(t) = \frac{n(t)}{m} \tag{2}$$

$$F(t) = \frac{N(t)}{m} \tag{3}$$

이것을 식 (1)에 대입하여 정리하면 식 (4)처럼 되며 이 식의 미분방정식을 풀면 시간 t에서의 수요량과 누적수요량은 식 (5)와 식 (6)처럼 된다

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = p[m-N(t)] + \frac{q}{m}N(t)[m-N(t)] \tag{4}$$

$$N(t) = m \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)t}} \tag{5}$$

$$n(t) = m \frac{p(p+q)^2 e^{-(p+q)t}}{(p+qe^{-(p+q)t})^2} \tag{6}$$

## 3. 수정확산모형

기본적인 Bass 모형은 여러 가지 가정을 전제<sup>1)</sup>로 하고 있고 다양한 변수를 거의 고려하지 않은 모형이어서 모형의 확장에 대한 연구가 활발히 제시되었고 이러한 연구들 중에는 가격, 광고, 인적판매, 유통 등의 변수를 추가한 모형이 있다<sup>2)</sup>.

기본적으로 DSM 프로그램은 전력회사가 고객을 대상으로 수행하는 마케팅활동으로 볼 수 있으며 따라서 그 효과는 신제품 확산에 기업의 촉진전략이나 가격전략이 미치는 영향을 살펴봄으로써 추정이 가능하다.

신제품 확산모형에 이들 전략변수가 추가된 모형을 흔히 마케팅의존 확산모형(marketing dependent diffusion model)이라고 하며 광고변수가 추가된 모형을 광고의존 확산모형(advertising dependent diffusion model), 가격 변수가 추가된 모형을 가격의존 확산모형(price dependent diffusion model)이라 부른다.

마케팅의존 확산모형은 기본 모형인 Bass 모형에 비해 마케팅 변수가 추가로 투입됨으로써 마케팅 변수에 의한 효과를 추정할 수 있게 된다.

### 3-1. 광고 활동과 캠페인

TV나 라디오 등 대중매체를 통한 광고활동은 DSM 프로그램에 있어 중요한 비중을 차지하고 있다. 고효율 기기의 확산에 영향을 미치는 광고활동은 고효율기기 제조업체에 의한 제품광고와 에너지관리공단과 같은 공공

기관에 의한 에너지절약 캠페인으로 구분할 수 있다. 전자의 경우에는 고효율기기의 구매를 직접 촉진하는 효과가 있는 반면에 후자의 경우에는 에너지절약의 중요성을 인식시킴으로써 간접적으로 고효율기기의 확산을 촉진하는 효과가 있다. 소비자를 대상으로 한 광고캠페인은 혁신계수 혹은 모방계수에 영향을 미침으로써 고효율기기의 확산에 영향을 준다.

첫째, 광고캠페인이 혁신계수에 영향을 미친다고 가정하는 경우, 혁신계수  $p$ 는 광고반응함수  $f_i(A)$  (advertising response term)를 포함한 식 (7)과 같이 되며 이를 식 (4)의  $p$ 에 대입하면 식 (8)과 같이 된다.

$$p(t) = p(0) + p_1 \cdot f_i(A) \tag{7}$$

$$n(t) = \left( \alpha + q \frac{N(t)}{m} + \beta \cdot f_i(A) \right) (m - N(t)) \tag{8}$$

둘째, 광고캠페인이 모방계수에 영향을 미친다고 가정하는 경우, 모방계수  $q$ 는 식 (9)와 같이되며 식 (4)의  $q$ 에 대입하면 식 (10)과 같이 된다.

$$q(t) = q(0) + q_1 \cdot f_i(A) \tag{9}$$

$$n(t) = \left( \alpha + q \frac{N(t)}{m} + \beta \cdot f_i(A) \right) (m - N(t)) \tag{10}$$

광고캠페인의 효과는 혁신계수 혹은 모방계수 중 어느 하나에만 영향을 미치는 것으로 보는 것이 타당한데 이는 혁신계수와 모방계수에 동시에 영향을 미치는 것으로 모형을 설정하는 경우 변수간의 다중공선성으로 인해 실증분석이 불가능하고, 또한 광고캠페인이 혁신계수와 모방계수에 동시에 영향을 미친다는 가정 역시 비현실적일 수 있기 때문이다. 한편 광고가 혁신계수나 모방계수에 영향을 미치는 것이 아니라 시장잠재력( $m$ )에 영향을 미칠 것이라는 가정을 할 수도 있으나 이러한 경우는 극히 예외적인 경우라 할 수 있다.

**3.2 광고반응 함수**

광고캠페인의 효과를 추정하기 위해서는 무엇보다 광고반응함수를 정의할 필요가 있다. 광고반응함수  $f_i(A)$ 은 광고효과와 지연구조(lag structure)를 어떻게 정의하느냐에 따라 달라진다. 일반적으로 지연구조에는 다음의 세 가지 형태가 제시될 수 있다<sup>14</sup>. 첫째, 단일기간 광고 모형에서는 판매량  $n(t)$ 가 단일기간에 지출된 광고비의 함수로 주어진다. 즉

$$f_i(A) = \gamma \ln A_{t-\tau} \text{ (지연기간 } \tau \geq 0) \tag{11}$$

둘째, 복수기간 광고모형에서는 판매량  $n(t)$ 가 복수기간에 걸쳐 지출된 광고비의 함수로 주어진다.

$$f_i(A) = \sum_{\tau=0}^T \gamma_{\tau} \ln A_{t-\tau} \tag{12}$$

셋째, Nerlove-Arrow 모형에서는 판매량  $n(t)$ 가 과거 지출된 광고비에 의해 형성된 영업자산의 함수로 주어진다. 아래 식 (13)은 이의 한 예로 여기서  $r$ 과  $s$ 는 탐색절차를 거쳐 결정되며 관찰기간 동안 일정한 값을 가지는 것으로 가정된다.

$$f_i(A) = \gamma \ln G_t \tag{13}$$

여기서 영업자산

$$G_t = \sum_{\tau=0}^T w_{\tau} \ln A_{t-\tau}$$

$$w_{\tau} = \frac{(r+s-1)!}{(r-1)!(s-1)!} \tau^{r-1} (1-\tau)^{s-1} \tag{14}$$

광고캠페인이 제품확산에 미치는 효과는 광고캠페인이 혁신계수에 영향을 미치는가 혹은 모방계수에 미치는가에 의해 두 가지 유형으로 구분되며, 다시 광고반응함수를 어떻게 정의하는가에 의해 세 가지 유형으로 구분된다. 따라서 광고의존 모형으로는 여섯 가지의 대안적 수정확산 모형이 제시될 수 있다.

**4. 광고의존 모형의 정식화와 계수 추정**

여섯 가지의 대안적 광고의존 모형 중에서 실제 사례 연구에 적용하기 위해서 다음과 같은 두 가지 가정을 하였다. (가정)

- 1. 광고는 혁신계수에 영향을 미친다( $p(t) = \alpha + \beta \cdot f_i(A)$ ).
- 2. 당기의 광고효과는 당기에 나타난다( $f_i(A) = \ln A(t)$ ).

(가정) 1과 (가정) 2의 식을 기본 Bass 모형 식을 식 (4)에 대입하면  $t$ 기의 매출은 다음과 같이 추정된다.

$$n(t) = \left( \alpha + q \frac{N(t)}{m} + \beta \ln A(t) \right) (m - N(t)) \tag{15}$$

식 (15)를 전개하면 식 (16)과 같이 된다.

$$n(t) = \alpha m + (q - \alpha) N(t) + m \cdot \beta \ln A(t) - \beta \ln A(t) \cdot N(t) - \frac{q}{m} N(t)^2 \tag{16}$$

여기서, 만약  $t$ 기의 광고비 지출이 없다면 식 (16)에서  $p = \alpha$ 가 되며 기본 Bass 모형과 일치하게 된다.

한편, 이러한 모형을 가지고 판매량을 추정하기 위해서는 확산 계수  $\alpha$ ,  $m$ ,  $q$ ,  $\beta$ 의 추정이 필요하다. 확산 계수는 초반 자료의 양이 적을 경우 추정 오류의 가능성이 매우 크므로 현재 우리나라처럼 축적된 자료의 양이

적은 경우 이를 보완 할 수 있는 방안이 필요하다.

자료가 적은 상태에서 초반 추정오류의 가능성을 줄이기 위해 기존문헌<sup>12)</sup>에서의 경험치와 권고치를 제약조건으로 부여한다. 즉, 자료가 없는 경우의 권고치 ( $0.3 < p+q < 0.7$ )와 음의 값이 나올 수 있는<sup>15)</sup> 최소제곱법의 단점을 보완하고 물리적인 확산 계수의 의미를 갖도록 ( $p > 0, q > 0$ ) 그리고  $p$ 의 경험적인 결과의 범위와 참고문헌<sup>6)</sup>의 결과를 고려하여 ( $p < 0.1$ ) 을 식 (17)에서 처럼 제약조건으로 하는 최소제곱법 방법으로 초기 3년치 자료를 가지고 초반 확산의 추이를 추정한다.

$$\min Z = \sum_{t=1}^3 [n_{\text{real}}(t) - (N(t) - N(t-1))]^2 \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \text{subject to } & 0.3 < p+q < 0.7 \\ & p > 0, q > 0 \\ & p < 0.1 \end{aligned} \quad (18)$$

식 (18)과 같은 제약조건을 가진 식 (17)의 목적함수를 최적화 기법 중에서 수렴성과 속도 특성이 우수한 임의 탐색 방법인 Complex 방법을 이용하여 해를 구하였다<sup>17)</sup>. 이 방법은 제약조건을 만족시키는 임의의 random number를 발생시킨 후 각각의 random number에 대하여 목적함수의 값을 계산하여 가장 큰 값을 갖는 변수의 값을 찾는다. 그리고 그 값을 나머지 값들의 중앙값으로 끌어 들어가면서 새로운 값으로 변화를 시키되 계속적으로 제약조건을 만족시키는 지의 여부를 판단하는 방법이다.

### 5. 사례 연구

본 사례 연구에서는 고효율 기기 보급 프로그램 중에서 기존의 자기식 안정기를 가진 40W 2등용 직관식 형광등을 32W 전자식 안정기를 가진 고효율 형광등 (Fluorescent Lamp: FL)으로 대체하고 소비전력 60W의 백열등을 소비전력 16W의 전구식 형광등 (Compact Fluorescent Lamp: CFL)으로 대체하는 경우의 전력 및 에너지 절감을 기본적인 Bass 모형과 광고 효과를 내포한 광고 의존 모형으로 추정하여 그 결과를 비교 검토하였다. 광고 의존 모형을 적용하는데 있어서 광고는 혁신계수  $p$ 에 영향을 주고, 당기의 광고 효과는 당기에 나

타한다고 가정하여 이를 적용하였다. 또한, 실제 광고홍보비 자료가 구체적인 사용내역이 없어서 지출된 비용이 고효율 형광등과 전구식 형광등 두 가지 모두에 적용된 것으로 가정하였다.

#### 5-1. 고효율 형광등

광고 의존 모형을 사용하여 40W 2등용 32 mm 직관식 형광등은 26 mm 고효율 형광등(전자식 안정기를 포함)으로 교체되는 경우의 확산모형의 계수추정을 통해서 최대 수요전력을 추정하였다.

Table 1은 여기서 적용한 DSM 기술 즉, 기존 기기를 고효율 기기로 대체할 경우 절전 효과에 대한 내용을 나타낸다<sup>18)</sup>. 대상기간은 94년에서 시작하여 2010년에 끝나는 것으로 하였다.

Table 2는 94년 현재 기존 기기 대수와 고효율 기기 대수(단위:1000대)를 나타내며 Table 3은 환전의 수요일리 비용 지출내역을 나타낸다.

광고의존 모형의 계수 추정 결과는 Table 4와 같으며 판매량 추정을 하기 위해서 1998년 이후의 광고비는 4년

Table 2. Data of low and high-efficient FL and CFL. (Unit:1000 ea)

구분	연도	대수	구분	연도	대수
직관식 형광등	1994년	98,241	백열등	1994년	11,920
	1994년	191		1988년	44
고효율 형광등	1995년	267	전구식 형광등	1989년	62
	1996년	440		1990년	104
	1997년	673		1991년	161

Table 3. DSM cost of KEPCO.

(cost: one million-won)

구분	1994년	1995년	1996년	1997년
	소비전력			
	기존	DSM		
부하관리	6,874	17,065	20,033	17,183
심야부하 조정	3,053	2,890	3,532	6,435
고효율 조명	606	2,208	5,331	6,128
연구개발비	5,323	10,123	11,540	18,459
홍보비	630	1,300	1,870	1,389
합계	16,486	33,586	42,306	49,549

Table 1. Comparison of DSM technology.

구분	세부구성기술	DSM 기술	소비전력		절전율
			기존	DSM	
형광등	40W 2등용형광등+ 자기식 안정기	32W 2등용형광등 + 전자식 안정기	94 W	64W	32%
백열등	백열등	전구식 형광등	60 W	16W	75%

Table 4. Result of parameter estimation.

m	q	$\alpha$	$\beta$	$\ln A(t)$
159,880 천대	0.552973	0.001142	0.00000153	$\ln A(1) = 6.45$ $\ln A(2) = 7.17$ $\ln A(3) = 7.54$ $\ln A(4) = 7.24$

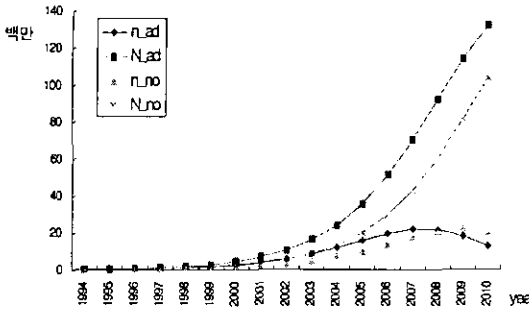


Fig. 1. Comparison of diffusion curves of high-efficient FL.

치 자료의 평균값을 취하여 적용하였다. 광고홍보의 효과는 추정된 판매량에서 수정확산모형의 광고홍보비  $A(t)$ 를 0으로 주었을 때의 추정판매량을 차감하면 얻을 수 있다.

Fig. 1은 Table 4의 결과를 이용하여 광고효과를 고려했을 경우와 광고홍보비의 항목  $A(t)$ 를 0으로 가정한 광고 효과가 없을 경우의 두 가지 방법에 의한 확산 곡선의 모양을 비교한 것으로  $n_{ad}$ 와  $N_{ad}$ 는 각각 초기 4년 동안의 자료의 광고효과를 고려한 광고 의존 모형에 의한 당해연도 수요곡선과 누적 수요곡선을,  $n_{no}$ 와  $N_{no}$ 는 각각 광고효과가 없을 경우의 당해연도 수요곡선과 누적 수요곡선을 나타낸다. 여기서 광고효과에 의해 확산이 빨리 진행되는 것을 볼 수 있다.

광고 효과를 포함하는 광고 의존 모형을 기반으로 한 확산 모형의 계수 추정을 통하여 얻어진 보급량을 가지고 피크시 전력 수요 변화를 추정하여 Fig. 2에 광고 의존 모형과 광고 효과가 없는 경우인 Bass 모형, 두 방법에 의한 기존 저효율 형광등과 고효율 형광등의 피크시 전력 수요 변화를 나타내었다. 여기서  $P_{pk\_ad}$ 는 광고 의존 모형에 의한 피크시 전력 수요를 나타내고  $P_{pk\_no}$ 는 광고효과가 없을 경우의 피크시 전력 수요를 나타낸다. Fig. 2에서 광고 효과에 의해 피크시 전력수요가 광고전 보다 감소함을 알 수 있고 전체적으로 고효율 기기의 확산에 따른 전력수요 감소 효과를 예측할 수 있다.

Fig. 3은 앞에서 추정된 고효율 형광등의 보급대수와 기존 저효율 형광등의 보급추정을 기반으로 하여 피크시 고효율 형광등 보급에 의한 전력감소의 효과를 보여 주고 있다. 이 Figure에서 고효율 형광등은 광고 의존 모

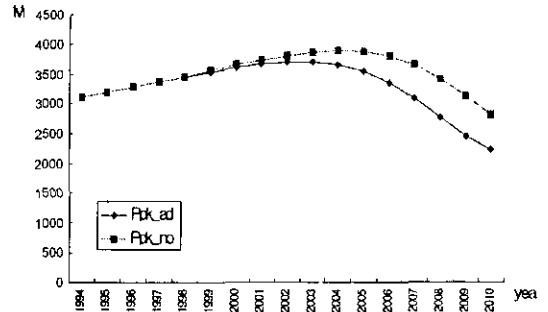


Fig. 2. Comparison of peak demand change of high and low efficient FL in case of ad. and no ad.

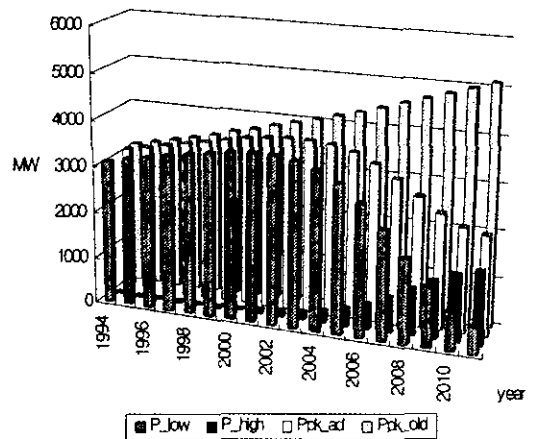


Fig. 3. peak demand change with high-efficient FL diffusion.

형에 의해 추정된 보급대수에 소비전력과 피크부하에 기여하는 정도를 나타내는 수용률을 곱하여 구하였고<sup>[9]</sup>, 수정 확산 모형에 의해 추정된 2010년의 잠재량 값이 94년부터 선형적으로 변한다고 가정하면 연평균 약 3% 성장을 예측할 수 있으므로 매년 전체 기기 보급대수를 알 수 있고 여기에 확산 모형에 의해 추정된 고효율 형광등 보급 대수를 차감 하여 기존 저효율 형광등 보급대수를 추정하였다. Fig. 3에서  $P_{low}$ 는 기존 저효율 형광등에 의한 전력수요,  $P_{high}$ 는 고효율 형광등에 의한 전력수요,  $P_{pk\_ad}$ 는  $P_{low}$ 와  $P_{high}$ 를 합한 것으로 광고 의존 모형 결과에 따른 고효율 형광등 확산을 고려한 피크시 전력수요를 보여주며  $P_{pk\_old}$ 는 고효율 형광등 보급이 전혀 없을 경우 전력수요를 나타낸다. 그 결과 고효율 형광등의 경우는 확산 초기에는 점차 증가하다가 확산이 본격화되면서 감소하는 것을 볼 수 있다.

5-2. 전구식 형광등

고효율 형광등에서와 같은 방법으로 광고 의존 모형

Table 5. Result of parameter estimation.

m	q	$\alpha$	$\beta$	$\ln A(t)$
21,598	0.578123	0.001876	0.00000572	$\ln A(1) = 6.45$
천대				$\ln A(2) = 7.17$
				$\ln A(3) = 7.54$
				$\ln A(4) = 7.24$

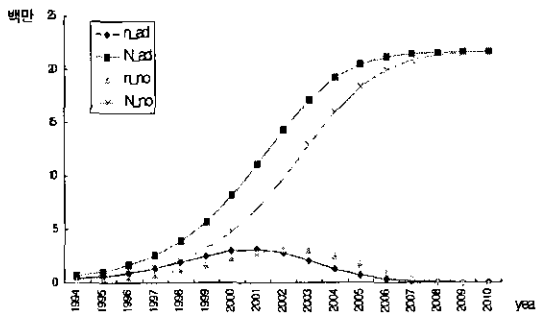


Fig. 4. Comparison of diffusion curves of high-efficient CFL.

을 사용하여 백열등은 전구식 형광등으로 교체되는 경우를 확산 모형의 계수 추정을 통해서 최대 수요전력을 추정하였다. 대상기간은 94년에서 시작하여 2010년에 끝나는 것으로 하였다. 다만 전구식 형광등의 경우는 94년에 조사된 양이 이미 상당히 확산이 진행된 수치여서 확산의 보급원년 시점을 88년으로 가정하였고 광고홍보비의 적용을 위해서 94년 이전의 광고 홍보비는 94년과 동일하다고 가정하였다.

Table 5는 계수 추정결과를 보여주며 이를 가지고 확산 곡선을 나타내면 Fig. 4와 같이 된다. 전구식 형광등의 경우는 Fig. 4에서처럼 최종 고려대상 기간인 2010년 경에 거의 포화되는 것을 볼 수 있다. 고효율 형광등에서와 마찬가지로 광고 효과에 의한 빠른 확산을 관찰할 수 있다.

고효율 형광등에서와 마찬가지로 방법으로 추정된 보급

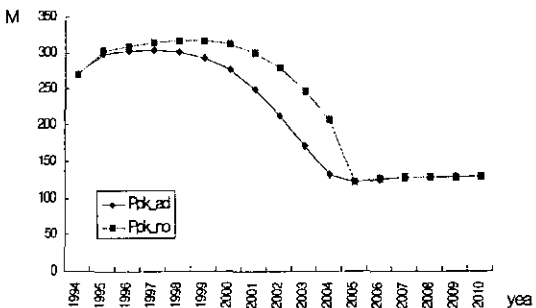


Fig. 5. Comparison of incandescent lamp and high efficient CFL in case of ad. and no ad.

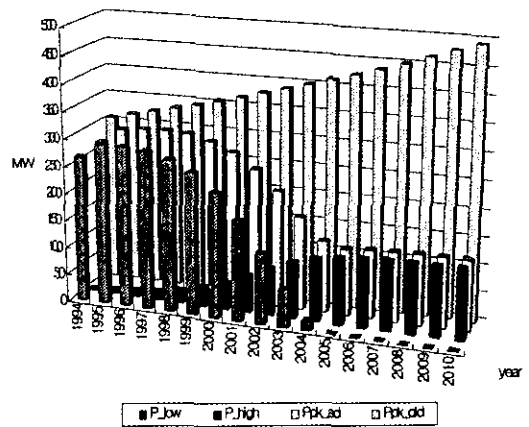


Fig. 6. Peak demand change with high-efficient CFL diffusion.

량을 가지고 피크시 전력 수요 변화를 추정한다. Fig. 5는 광고가 있는 경우와 광고가 없는 경우의 피크시 전구식 형광등의 전력 수요 변화를 비교한 것이며 Fig. 6은 추정된 보급대수를 기반으로 하여 피크시 전구식 형광등에 의한 전력감소의 효과를 보여준다. 이 Figure에 의하면 고효율 형광등의 경우와는 달리 전구식 형광등의 경우는 확산이 어느 정도 진행된 상태에서 초반부터 감소하다가 기존 기기 모두 고효율로 대체되는 약 2005년 이후에는 고효율 기기 자체의 증가에 의해 점차 증가하게 되는 것을 볼 수 있다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 DSM 프로그램 시행 중의 진단 및 향후 예측이 가능한 모니터링 시스템을 구현하기 위해서 시장 보급 특성을 고려한 확산 모형을 도입하였다. DSM은 광고 캠페인의 영향을 받으므로 광고효과를 반영하는 수정확산 모형을 제시하였다. 또한, 확산 모형의 실제적인 적용을 위해서는 확산 계수 추정에 대한 연구가 선행되어야 하므로 최소 자료를 가지고 초기 추정 오류의 가능성을 줄일 수 있는 방안을 제시하였다. 이러한 방법을 현재 진행중인 고효율 기기 보급 DSM 프로그램에 적용하여 현재의 상태를 파악하였고 앞으로의 효과를 예측할 수 있었다. 향후, 신뢰성 있는 자료가 좀 더 많이 축적되어 각 인자에 대한 효과를 알게 되면 더 나은 방안이 제시될 수 있으리라 여겨진다.

## 참고문헌

1. Almeida, A.T. and Vines, E.L.: "Advanced Monitoring

- Technologies for the Evaluation of Demand Side Management Programs," IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 9, No. 3, 1691-1697 (1981).
2. Lawrence, K.D. and Lawton, W.H.: Applications of Diffusion Models: Some Empirical Results, Lexington Books (1981).
  3. Kalish, A. and Sen, S.K.: "Diffusion Models and the Marketing Mix for Single Products," in Innovation Diffusion Models of New Product Acceptance, Vijay Mahajan and Yoram Wind, eds. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Company.
  4. Horsky, D. and Simon, S.: "Advertising and the Diffusion of New Products," Management Science, 1, 1-18 (1982).
  5. Bretschneider, S.I. and Mahajan, V.: "Adaptive Technological Substitution Models," Technological Forecasting and Social Change, 18, 129-139 (1980).
  6. Sultan, F., Farley, J.U. and Lehmann, D.R.: "A Meta-Analysis of Diffusion Models," Journal of Marketing Research (1990).
  7. RAO, S.S.: Optimization: Theory and Applications, Wiley Eastern Limited (1977).
  8. 통상산업부/에너지자원기술개발지원센터, "고효율 조명기기 기술개발 성과 발표집" (1996).
  9. 한국전력공사, "조명 기기 보급실태조사" (1994).