論 說

電燈の定額料金制に関する二三の考察*

正會員 工學博士 密田良太郎

A few Observations on the Electric Lighting Rate Schedules of Constant Monthly Charge System.

By Dr. R. Mitsuda, Member

内 容 梗 概

本稿は(1)電燈の燭光別による料金の相違、(2) 照明に対する電球代及び電力代、(3) 電力単價と需給關係、(4) 電球の經濟的壽命、(5) 負荷率の高上

による電燈料金の遞減、に分ちて理論的推理をなし數字例を假定して具體的説明をなして居る。

Synopsis.

There is shown in this paper that (1) the lighting rate schedules for different sizes of electric lamps follow a logarithmic law, and (2) the cost of electric lamps and electric power cost, (3) proper electric power cost for the different

demand and supply conditions, (4) economical life of a lamp, (5) reduction of the lighting rates by improving the load factor, are discussed with examples.

〔1〕 燭光別による料金の相違

電燈の燭光別による定額料金の相違は多年の経験によつて適當に定められて居る譯であるが、之には一定の理論的關係が含まれて居るように思はれる。

光の價値は之が効用或は人が之によつて受くる視感の程度に正比例すべきである。而して光力 L が人に與ふる視感度 S は

$$S = S_0 \log \frac{L}{L_0} \dots\dots\dots (1)$$

なる對數曲線の關係にある。但し S_0 , L_0 は定數である。

故に光力 L が多くなつても視感度 S は之に伴ふて左程増加しない。電燈料金は此視感度に正比例すべきであるから之を R とせば

$$R = R_0 \log \frac{L}{L_0} \dots\dots\dots (2)$$

の如く同じく燭光の對數關係になる。但し R_0 は定數である。

(2) の關係を實例に徴して見るに、我國六大都市に於ける電燈の定額料金の平均を見るに一ヶ月につき次表の通りになつて居る。

定額燭光 L	8	10	16	24	32	40	50
月定料金 R (錢)	52	55	63.5	77	92	95	110

* 到着月日, 4 月 22 日

此關係を上式(2)にあてはめて見るに

$$R = 71.3 \log_{10} \frac{L}{1.76} \dots\dots\dots (2)'$$

となる。更に之を曲線圖に示せば第一圖のようになる。斯くの如く多年の経験上適當に判斷されたことが單純なる理由に因らざるべきも能くも上述の推理に合致せることは興味のあることである。

〔2〕電球代と電力代

定額料金の電燈も其經費は電球代と電力代から成り立つて居る。而して電球代は事實上電球の購入代と斷線壽命とによつて支配され、主なる電氣事業者につきて調査した處によれば電燈一燈につき電球が一ケ年一個半乃至二箇の割合に使用せられ之が一ケ月當の電球取替入費及び之を差引いた月額電力代は次表の如くなる。

定 格 燭 光 L	8	10	16	24	32	40	50
一ケ月當電球取替代(銭)	4.56	3.77	3.68	5.0	5.0	5.5	6.02
差引月額電力代(銭)	47.2	51.2	59.8	72	87	90	104

かくして求め得た月額電力代は實際消費した電力量(kWH)に對し幾何の代價になるかは屢々吟味して見る必要がある。殊に定額料金制と従量料金制との權衡を見る場合に必要である。又電力に餘裕のない場合に増燈、増燭の要求が相當にあるとき電球の經濟的壽命を見出す場合にも必要になる。

今 R_1 を一ケ月當電球取替代とし、電燈を毎日 t 時間點燈し、又電球の平均發光能率(1 ワツ

ト當燭光數)を y とし、1ヶ月を30日として推算すれば

$$R - R_1 = C \cdot \frac{L}{y} \cdot t \cdot 30 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (3)$$

となる。但し C は電力量 1kWH 當の單價(單位:錢)を示す。

(3) 式に於て一定の月額電力料に對し點燈時間 t が多くなれば電力量の單價 C が小さくなる。而して點燈時間 t を幾干に見積るかは屢場合々々によつて意見の相違を見るのである。然し乍ら電燈は照明効果に對する施設として價値を認めねばならぬ。假令定額料金であるから晝間又は深夜間に點火しても自由であり、料金に變りはないとしても料金は照明價値のない點火に對して支拂べき理由がない。此見解の正しき事は論を俟たぬ所であるけれども實際に於ても定額料金と従量料金制との區別によつて同一の必要なる電燈効果を得る爲めの料金に相違を生ずる理由がないのである。

(3) 式より

$$C = \frac{R - R_1}{\frac{L}{y} \cdot t \times 30 \times 10^{-3}}$$

之に(2)式の關係を挿入すれば

$$C = \frac{C_0}{Lt} \log \frac{L}{kL_0} \dots\dots\dots(4)$$

となる。但し $C_0 = \frac{R_0 y}{0.03}$, $\log k = \frac{R_1}{R_0}$

故に一定燭光 L の電燈に對して電力單價は毎日點燈する時間に反比例する。之は當然の歸結である。

(4) 式に實際の數値を入れるゝ爲めに (2)' 式を使用し $y=0.8$, $R_1=3.7$ とすれば

$$C_0 = \frac{71.3 \times 0.8}{0.03} = 1900, \quad \log_{10} k = \frac{3.7}{71.3} = \log_{10} 1.126$$

となり

$$C = \frac{1900}{Lt} \log_{10} \frac{L}{1.88} \dots\dots\dots(4)'$$

となる。之を燭光 L に對して曲線圖に示せば第二圖の如くなる。

〔3〕 電力の需要と其料金

一般に電燈料金は電力料金より高い。此の理由は(1) 電燈の需要が夕方一時にこみ合ふこと(2) 一日中短時間の需要しかなきこと、(3) 極めて少ない小分けした電力なること、(4) 光としての需要價值相當に大きいこと等である。

電燈事業經營の立場から考ふれば殊に水力發電によつて居るものは兎に角一定の必要なる費用がかかる。此入費を電力の料金収入で支辨して行かねばならぬ。火力發電の場合も同様であるけれども燃料代が點火の間しかいらぬだけの相違がある。

電燈電力の供給に要する諸入費は如何に之等の需要者に公平に割當て負擔せしめらるべきか、然かも計理、集金等の取扱に手数を省くべきかは極めて緊切にして興味ある問題である。實際に行はれて居る料金制は種々の方便も加へられたる常識判斷に基づくものにてこれが永年の體驗から案出せられ最も廣い意味の合理的歸結である。此歸結を理論的に分析し筋道を立て吟味して見ることは多少將來の參考にもなり大變好都合と考へる。

凡て「物價は需要供給の關係によつて定まる」ことは經濟上の原則である。電燈、電力の料金も此經濟原則の支配を受けぬとは思はれぬ。從來多くの場合に於て電氣料金を生産費から割り出して定めて居るのは一面の理由であるけれども完全とは思はれぬ。例へば不當に多額の入費が電力の供給にかかつたとて需要者の關知する理由はない。結極供給者の採算の取れる條件が需要者の利用價值に相當なる場合に於て需給契約が成立するのである。若し發電所其他生産費のみを以て律すとせば電燈と電力との間に料金の差が付け難くなる。

物價の定まる需要供給の關係は抽象的の言辭に過ぎずして如何なる數理的關係にあるかは定つて居らない。

今便宜の爲め「電力の單價が需要總電力に正比例し、餘剩電力に反比例する」と考へる。即ち電力の需要狀況は需要總電力に依つて律せられ其需要價值が表示されるし、又供給力の方は餘剩

電力の多寡によつて表示されると認むることは大體に於て妥當なる假定と考へる。尤も此假定に従へば電力の需要が極めて旺盛であつて餘剰電力が無くなつて居る場合には如何に代償を多く提供しても電力が得られない譯であるから電力の價が著しく高くなるけれども事實上記假定の如く無限大になることはない。其所に自ら經濟上の制限があつて需要も亦法外に激越することもないし又供給の方も餘剰電力が無くなつたからとて急に電力單價を引き騰げる譯にも行かない。之が爲めには便宜上發電供給電力を若干大きく考へて假令事實上電力の剩餘がなくなつて居ても尙相當の剩餘があるように取扱ふことにすれば不都合がなくなる。又上記假定に従へば電力の需要が皆無の場合は電力單價が零となる。之は當然である。如何程多量の電力の提供あるとも需要が皆無であるから勿論價値がない譯である。

斯の如くにして今 P_m を電力供給の全能力, P を實際使用されある電力とすれば電力單價 C は

$$C \propto \frac{P}{aP_m - P}$$

$$= \frac{C_0 P}{aP_m - P} \dots \dots \dots (5)$$

第 三 圖

$$C = C_0 \frac{\left(\frac{P}{P_m}\right)}{a - \left(\frac{P}{P_m}\right)}$$

となる。但し a , C_0 は定數である。

例へば半負荷の状態に於て電力單價 C が 1kWH につき 5 錢とし、全負荷状態に於て同しく 15 錢であるとすれば $C_0=15$, $a=2$ となる。尙此關係を定數の二三の値につき曲線圖に示せば第三圖の如くなかなか興味のある圖になる。

茲に P_m 即ち電力供給の全能力は負荷の端子に於て提供し得る全電力であつて總發電々力ではない。通例發電送電配電に於て多量の電力が失はれるし殊に發變電豫備其他止むを得ざる過剩設備のある場合には全電力 P_m は發電々力より遙かに小さいものになる。故に發電々力を P_0 とすれば $P_m=bP_0$ となり b は常に 1 より小さい、負荷によつて變化する係數である。例へば大きい水力發電に於ては b の値は全負荷のときでも 0.6 以上になることは難しい。

(5) 式は需要負荷 P の變化に伴ふて其都度電力單價が變化するように見ゆるけれども例へば晝間、夜間、深夜間の如き階段の料金につきて之を適用すればよいのである。

〔4〕 定額料金制の電燈に用ふる電球の經濟的壽命

電燈照明に要する費用は電球の取替代と電力代から成立つことは前節に述べた通りである。而して定額料金の電燈に必要な電力代は前述の通り使用時間の多寡によつて著しき相違があるけれども公平に觀察すれば現行料金は他の従量料金に比して著しく不廉であるものが多い。

電力代が不廉であれば成る可く電力を消費せぬ電球、即ち發光能率のよい電球を使用することによつて假令電球の壽命が多少短くなつても却て經濟になることは定説として廣く稱へられて居るのである。然し茲に此定説を是認するに當り前提條件のあることを注意しなければならぬ。即ち電力の需要供給が自由であることである。折角電力を節約しても節約した電力が右から左へと直に他の方面に於て利用されなければ何にもならない。

電力が過剰で之が消化に苦しんで居るときは全く此前提條件にあてはまらない。電燈事業經營の立場から申せば電力の消化が困難である爲め収入が増さないから自然失費を減ずる方針になり電球は成る可く壽命の永いものを選ぶことになる。此場合には壽命の永いもの程よい譯であつて何時間の壽命のものが一番經濟的であるかと言ふ問題にならない。之を強いて上記定説に合して決めようとする電力代を無理に種々の理屈をつけて廉いものにして取扱はねば採算がとれぬことになる。従つて「定額電燈は點火隨意であるから毎日 24 時間點火するものとして電力單價を考ふべきである」などとの不可解な議論を聞くこともあるのである。之は大變の間違であつて此の論者も定めし内心腑に落ぬ處があらうと思ふ。

能率の悪い電球は電力を比較的多量に喰ふけれども永持する。然し白熱織條の熱度が低くなるために光が赤つぽくなる。そこで電燈は照明の目的で使用するのであるから光の何たるにお構ひなしに入費の事許に捉らはれることは本末を誤まるものである。尤も光が赤つぽくはなるけれども斯様に大きい問題にならぬかも知れぬ。兎に角永持する電球ほど光が赤つぽくなる。之が甚しくなれば或は照明に差支を生じ、作業能率、裝飾效果等に惡影響を來し又は却て不愉快の感を起さしむることになるから此點から電球の壽命を適度に定めねばならぬと思ふ。

〔5〕 晝間又は深夜間負荷の電燈料金に及ぼす影響

電燈事業經營の立場から申せば兎に角要する丈の入費を電燈、電力其他の需要者より支拂はるれば足りるのである。而して前にも述べた通り殊に水力發電による場合は事業經營に要する入費は負荷の多寡に關係することが極めて少い。故に晝間や深夜間に相當に有價值の電力の需要があれば夕刻の電燈料金をそれだけ輕減することが出来る譯である。然かも兩者の關係を適當に按配し電燈、電力其他の需要に對し妥當なる權衡を保たしむることは極めて必要の事と思ふ。

今電氣事業一日の總收入を考ふるに或時間に於ける負荷を P とし之に相當する電力單價を C とすれば一日中の總收入 Q は

$$Q = \sum_0^{24} CP \dots\dots\dots (6)$$

となる。而して之に (5) 式の關係を挿入すれば

$$Q = \sum_0^{24} C_0 \frac{P^2}{aP_m - P} \dots\dots\dots (7)$$

となる。

火力發電の場合には燃料に要する費用が消費電力に比例するから一日中の總收入 Q は一定基本額 Q_0 と燃料による消費電力量に正比例する額 Q_1 との和になる。即ち

$$Q = Q_0 + Q_1, \text{ 而して } Q_1 = q \sum_0^{24} P \dots\dots\dots (8)$$

となり q は比例係數である。

推理を簡単にする爲めに以下水力發電の場合とし又一日を晝間の t_1 時間、夕夜間の t_2 時間及び深夜間の t_3 時間の三つに區分し之等の時間に於て夫々一定電力 P_1, P_2, P_3 が使用せられ、之に相當する電力單價が夫々 C_1, C_2, C_3 とする。然るときは一日中の總收入 Q は

$$Q = C_0 \left(\frac{P_1^2 t_1}{aP_m - P_1} + \frac{P_2^2 t_2}{aP_m - P_2} + \frac{P_3^2 t_3}{aP_m - P_3} \right) \dots\dots\dots (9)$$

となり、更に $p_1 = \frac{P_1}{P_m}, p_2 = \frac{P_2}{P_m}, p_3 = \frac{P_3}{P_m}$ と置けば (9) 式は

$$Q = C_0 \left(\frac{p_1^2 t_1}{a - p_1} + \frac{p_2^2 t_2}{a - p_2} + \frac{p_3^2 t_3}{a - p_3} \right) P_m \dots\dots\dots (10)$$

となり更に前節〔3〕に於て述べたる所により P_0 を總發電力とすれば

$$\frac{Q}{P_0} = C_0 b \left(\frac{p_1^2 t_1}{a - p_1} + \frac{p_2^2 t_2}{a - p_2} + \frac{p_3^2 t_3}{a - p_3} \right)$$

となる。而して左邊 Q/P_0 は發電力 1kW 當りの一日中の平均收入であつて之は自ら定まつて居る。大略の話であるけれども發電力 1kW に對する電氣事業の總投下資本は約 1,000 圓であつて年額收入は資本額の約 2 割に當つて居る。然らば Q/P_0 は凡そ 55 錢になる。これ丈の收入は事業を相當に經營する上に於て是非必要になるのである。即ち之に必要な電力單價を定めねばならぬのである。従つて

$$C = \frac{C_0 P}{aP_m - P}, \quad P_m = bP_0$$

内二箇を豫め想定せなければ他はきまらぬ。例へば晝間電力単價と夕夜間の電力単價との相對關係を代表する定數 a と晝間負荷 p_1 とを適宜假定すれば之に相當する夕刻及び晝間に於ける夫々の電力單價の實際額が定つてくる。

第四圖は如上の假定に基づき夕刻電力單價 C_2 及び晝間電力單價 C_1 と晝間電力 p_1 との關係を種々の a の値につき示したものである。

尙電燈に對する電力單價 C_2 と晝間電力單價 C_1 との比較に便する爲めに第四圖を表記すれば上の如し。

第四圖或は上表を見れば上記假定せる諸種條件の下に定めらるべき電燈に對する電力料金單價 C_2 と之に相當する晝間電力料金單價 C_1 とが定められる。例へば晝間負荷、 $p_1=60\%$ のとき前者を 1kWH につき 18 錢 6 厘とすれば之に相當する後者は 8 錢弱となる。

上記假定の數字例は計算方法を示すに過ぎないから之が當否は目的でないけれども實例にあてはまる場合も少くはないと思ふ。尙諸多の實例につきて上記計算を行ひ種々の場合に於ける妥當にして合理的なる電力料金を定めたいと思ふ。(終り) 昭和 4 年 4 月 21 日稿。