

圖書館運營에 관한 研究 모델

— 資料購入 對 複寫物購入* —

Donald H. Kraft **著

崔 仁 壽***抄譯

1. 序論

大規模 圖書館시스템 혹은 情報시스템의 經營者가 當면하고 있는 여러 가지 복잡한 意思決定 (decision making) 문제 중 가장 어려운 것의 하나는 만약 시스템이 모두 分散되어 있을 경우 이들 分散되어 있는 센터, 예를 들면 情報蓄積센터, 情報分析센터, 情報周知센터 등의 각각에 情報資料를 적절히 配置시키는 일에 관련된 意思決定일 것이다. 本文에서는 어떤 資料를 어떤 센터에 配置시켜야 하느냐 하는 問題에 대해서 記述하고자 한다. 이 問題에 대해서는 文獻上으로도 論議되었으며, 또한 어느 정도 모델化도 되었다. (3~6, 12, 16~18)

情報資料의 配置政策은 센터 相互間의 相關關係에 영향을 미치며 또한 經營構造, 相互貸借 (혹은 複寫)의 範圍, 情報시스템의 總括運營費, 고객 (利用者)의 滿足度 등에 영향을 미친다.

2. 問題點

本文에서 고려되고 있는 圖書館시스템은 中央圖書館과 또한 중요하다고 여겨지는 利用者群에 相對적으로 가까운 곳에 位置한 分所圖書館으로 構成되어 있다. 대부분의 圖書館에서와 같이 본 시스템에서도 資金의 不足이 가장 큰 問題가 되

고 있다.⁷⁾ 따라서 본 시스템이 주어진 資金의 範圍內에서 最大의 效果를 얻기 위해서는 코스트面을 가장 有效適切히 運營해야 한다.

구체적으로 舉論되고 있는 問題點은 分所圖書館의 資料購入 政策이다. 分所圖書館은 具體的인 어떤 資料에 대해서 資料 그 自体를 직접 購入하거나, 또는 中央圖書館으로 하여금 該當資料를 購入케 하여 必要時 그 資料의 複寫物을 購入하는 政策 중 한 가지를 취할 수 있다. 그런데 이러한 意思決定에 관한 모델은 다음과 같이 定立할 수가 있다.

모델의 定立¹⁰⁾에는 다음과 같은 여러 가지 假定을 하였다.

① 分所の 豫算은 固定되어 있으며, 分所는 이 豫算內容을 미리 알 수 있다.

② 分所豫算 중 一定 部分은 순전히 資料購入 및 複寫에 쓰여진다.

③ 分所の 運營費는 固定되어 있으며, 또한 이를 미리 알 수 있다.

上記 ①, ②, ③의 假定은 어떠한 政策에 所要되는 코스트를 決定하는 데에, 또한 豫算에 비추어 보아 이 政策이 과연 어느 정도 妥當한가를 確認하는 데에 도움이 된다.

④ 分所가 만족시킬 수 있는 質問 (利用者의 問議事項)數를 시스템의 有用性 測定手段으로 삼는다. 이 測定法은 어떤 政策이 가장 많이 質問을 충족시킬 수 있는가를 決定해 줄 것이다.

3. 모델

問題點과 관련된 意思決定 모델을 세우기 위해서는 시스템에서의 變數 및 因子를 代數項目으로 表示해야만 한다.

*Buy or Copy? : a Library Operations Research Model. Information Storage and Retrieval, v. 10, n. 9/10, 1974, pp. 331~341.

**College of Library and Information Services, Univ. of Maryland, College Park, Maryland.

***KORSTIC 情報處理部

一例로 N 을 지난 해 中央圖書館이 지니고 있었던 文獻의 數라 하자. N 의 計算에서 서로 중복되는 文獻은 1種의 文獻으로 취급했다. 즉 N 은 中央圖書館이 지니고 있는 異種 文獻의 總數이다. 中央圖書館의 藏書購入은 완벽하다고 假定한다. 즉 ⑤ 어떤 分野의 利用者가 그 分野에 관한 文獻을 中央圖書館에서 찾아보지 못할 確率은 거의 0이라는 假定이다. 이 假定은 必須的은 못되나 數學的 모델을 다루는 데는 어느 정도 도움이 된다.

⑥ 모든 文獻은 항상 이용될 수 있는 狀態로 대기되고 있다고 假定한다. 즉 적어도 각각 1部씩의 모든 文獻이 利用者서비스에 이용될 수 있다고 한다. 따라서 中央圖書館은 複寫圖書館次元의 役割을 담당하는 것이다.⁸⁾ n 을 지난 해 分所 圖書館이 지니고 있었던 독특한 文獻의 總數라 하자. ⑦ 分所는 어떤 文獻이든지 1部씩 밖에 購入하지 않으므로 分所에 있는 n 個의 文獻은 ⑤의 假定을 감안하면 分所利用者에게 가장 도움이 될만한 中央圖書館藏書의 서브세트(subset)와 중복된다. ⑧ 資料選定 政策이 완벽하기 때문에 分所에 所藏되어 있는 n 個의 文獻은 分所利用者를 基準해 볼 때 N 個의 文獻 중 가장 많이 要求되는 n 個로 假定해야만 한다. 대부분의 圖書館이 必要한 資料를 전부 다 購入할 수는 없다. 따라서 항상 資料選定 政策이 問題가 된다. ⑧의 假定으로 인해 이 資料選定 政策은 어떤 文獻을 購入해야 하는가 라는 것에서부터 가장 많이 要求되는 文獻을 얼마나 購入해야 하는가 하는 것으로 그 性格이 바뀐다.

어떤 文獻을 찾으려 分所에 들른 利用者가 該當文獻을 分所에서 發見했다고 하자. 이 때에는 ⑨무조건 利用者は 分所를 이용한다고 假定한다. 더욱 1個의 文獻이 同時에 2名 以上の 利用者에 의해 이용되지 않는다고 假定한다. 따라서 分所에 있는 모든 文獻은 즉시 서비스에 이용될 수 있다. 만약 要求文獻이 分所에 없을 때에는 ⑩利用者は 中央圖書館에서 該當文獻을 複寫해 줄 것을 分所에 要求한다고 假定한다. 이 假定은 要求文獻이 分所에 없을 때에만 複寫서비스가 가능하다는 것을 뜻한다. ⑪中央圖書館은 原本을 貸出하지 않는다. 그러므로 複寫서비스

스만이 유일한 圖書館 相互貸借서비스이다.

①~⑪의 假定을 함으로써 問題點의 運轉을 잡을 수 있다. 즉 얼마나 많은 돈을 새로운 資料의 購入에 使用할 것인가 하는 것과 複寫物 購入費로는 얼마를 준비해야 하는가 하는 것이다. 그런데 이 兩者間에는 항상 最適均衡이 이루어져야 한다.

B 를 새해의 分所豫算이라 하고, $100a$ 를 豫算 중 資料購入 및 複寫費로 할당될 퍼센트라 하자. 또 C_1 을 새로 購入할 單行本 1冊當 平均購入費, C_2 를 페이지當 平均複寫費, C_3 를 1回 中央圖書館에 가서 複寫物을 購入하는 데에 所要되는 平均旅費, $100a$ 를 中央圖書館 藏書의 年間 平均成長퍼센트, m 을 '매일 分所圖書館을 이용하는 고객'의 平均數, p 를 1冊當 複寫要求되는 平均페이지數, d 를 年間 圖書館시스템이 開放되는 日數로 한다. 여기서 $0 \leq a, a \leq 1$ 이다. 마지막으로 x 는 새해에 分所가 새로이 購入할 單行本の 數이다.

모델에 使用될 데이터를 열거하면 다음과 같다. $Ba = \$ 35,000$, $C_1 = \$ 10$, $C_2 = \$ 0.04$, $C_3 = \$ 20$, $d = 250$, $m = 100$, $p = 10$, $N = 300,000$, $a = 0.10$, $n = 30,000$.

4. 資料購入 問題

x 에 관한 最適値를 구하기 위해서는 試行錯誤法을 사용하였다. 즉 x 의 初期値를 x_0 로 잡았을 때에 만약 $C_1 x_0 > Ba$ 이면 單行本 購入費로 배정된 豫算보다 더 많이 쓴 結果가 된다. 따라서 $x_0 \leq \langle (Ba)/C_1 \rangle$ ^{註1)}이 되어야 한다. 여기서 $x_0 \leq \langle 35,000/10 \rangle = 3,500$.

中央圖書館의 藏書數는 N 이고, 이는 年 $100a$ %로 增加되기 때문에 中央圖書館의 藏書數는 年末에 $N(1+a)$ 가 된다. 한편 分所圖書館의 藏書數는 $(n+x_0)$ 가 된다. 資料選定方法을 理想的이라고 假定했기 때문에 $(n+x_0)$ 個의 文獻은 分所의 立場에서 볼 때 가장 有用한 $(n+x_0)$ 個가 된다. 이러한 條件아래 ⑫Bradford-Zipf 法則⁵⁾을 適用시키면, 고객의 問議事項 중 分所

註 1) $\langle Z \rangle = \begin{cases} 0 (Z < 0 \text{ 일 때}) \\ \text{最大整數} \leq Z (0 \leq Z \text{ 일 때}) \end{cases}$

가 만족시킬 수 있는 비는 $\ln(n+x_0+1)/\ln\{N(1+a)+1\}$ 이 됨을 알 수 있다. 分所에 들어오는 1日 平均 問議事項은 m 個이고 分所는 年間 d 日 開放되어 있으므로 고객의 問議事項 중 分所가 年間 만족시켜 줄 수 있는 件數는 (1)式과 같다.

$Oacq = md \ln(n+x_0+1)/\ln\{N(1+a)+1\}$ (1)
또한 顧客이 分所에서 自己가 원하는 資料를 發見하지 못했을 때 中央圖書館에 하루 동안 該當 資料의 複寫物을 要求하는 件數(u_0)는 (2)式과 같이 表示된다.

$$u_0 = m[1 - \ln(n+x_0+1)/\ln\{N(1+a)+1\}] \dots\dots\dots (2)$$

假定 ⑩은, 分所에서 즉각 自己가 要求한 資料를 發見치 못한 顧客 중 100%에 該當되는 固定值의 顧客이 複寫物을 要求한다고 假定함으로써, 그 制約條件이 完化된다. 여기서 γ 의 範圍는 0과 1사이이다. 따라서 (2)式의 u_0 는 $m[1 - \ln(n+x_0+1)/\ln\{N(1+a)+1\}]\gamma$ 로 되어야 한다. 나머지 $100(1-\gamma)\%$ 에 該當되는 顧客은 그대로 만족하지 못한 상태로 되돌아 가거나, 또는 中央圖書館으로 가거나 그렇지 않으면 처음에 의도한 資料를 찾는 대신 전혀 다른 情報源에 接近할 것이다. 그러나 顧客이 여유가 있을 때에는 中央圖書館을 방문해서 처음에 의도한 資料를 구할 수도 있고, 또 大規模 資料를 한차례 살펴봄으로써 새로운 資料를 얻을 수도 있다. 이러한 事實로도 分所에서 資料를 發見치 못했을 경우 즉시 中央圖書館으로 달려 갈 確率은 어느 정도 줄어든다. 따라서 편의상 원래 ⑩에서 假定한 대로 $\gamma=1$ 로 두겠다.

Bradford-Zipf 法則에 의하면 全体 藏書 $N=300,000$ 중에서 가장 有用性이 높은 $n=30,000$ 種은 全体 藏書에 대한 要求의 $82\% \{ \ln(30,001)/\ln(300,001) \times 100\% \}$ 를 충족시킨다고 한다.

Brookes의 모델^{3,4)}에 의하면 顧客이 自己가 원하는 資料를 分所에서 찾아볼 수 있는 確率은 顧客을 中央圖書館으로 가게함이 없이 바로 分所로 오게 할만큼 충분히 높아야 된다고 한다. 또 Brookes에 의하면 이 確率은, v (=顧客이 직접 分所圖書館으로 가는데 드는 費用/顧客이 직접 中央圖書館으로 가는데 드는 費用)보다 커

야한다고 한다.

本 모델에서는 이 確率이 $\ln(n+x+1)/\ln\{N(1+a)+1\}$ 인데 이는 항상 v 보다 크나, 왜냐하면, 分所가 重要하다고 여겨지는 利用者群에 인접해 있어서 이용에 매우 편리하기 때문이다.

$$\ln(n+x+1)/\ln\{N(1+a)+1\} \geq v \dots\dots\dots (3)$$

혹은

$$x \geq \{N(1+a)+1\}^v - (n+1) \text{ 이다.}$$

만약 $\{N(1+a)+1\}^v - (n+1)$ 이 $\langle Ba/C_1 \rangle$ 보다 클 경우는 주어진 豫算의 範圍內에서 單行本을 購入할 수도 없고 分所의 活用度를 높일 수도 없다. 이는 顧客이 더 이상 分所를 이용하지 않고 대신 中央圖書館으로 가기 때문에 결과적으로 分所를 閉鎖시켜야 한다는 結論이다.

$\ln(n+1+\langle Ba/C_1 \rangle)/\ln\{N(1+a)+1\} \cong 0.81$ 보다 크지 않은 모든 v 值에 대해서 分所는 有用性이 있을 것이다. 따라서 顧客이 分所를 이용하는데 드는 費用이 中央圖書館을 이용하는데 드는 費用의 81%를 초과하지 않는 한 分所의 有用性에 관한 問題點은 없게 된다. 前記의 여러 가지 事實을 감안하여 마지막으로 ⑬ 分所는 有用性이 있다고 假定하였다.

資料 購入政策에 관한 이 모델은 Brookes¹⁸⁾가 언급한 바와 같은 複寫物 購入政策에 관한 모델과도 混用될 수 있다.

5. 複寫物 購入政策

本項에서는 여러 가지 複寫政策을 각각의 長短點을 比較하면서 取扱하고 있다. 각각의 政策은 制限된 豫算으로 얼마나 많은 서어비스를 제공할 수 있을 것인가, 또한 이 서어비스를 얼마나 잘할 수 있을 것인가에 대해서 각기 다른 試圖을 하고 있다. 각 政策은 分所시스템이 무엇인가, 分所시스템의 目的은 무엇인가, 또한 分所시스템과 顧客과의 相關關係가 무엇인가에 대해서 각기 다른 哲學과 觀點을 지니고 있다.

첫째 政策은 豫算이 다할 때까지 하루에 한번씩 回分式으로 中央圖書館에 가서 要求되는 모든 資料를 複寫하는 것이다. 分所가 하루도 빠짐없이 連續해서 複寫物서어비스를 顧客에게 제공할 수 있는 年間 平均日數(T)는 다음과 같다.

$T = \text{Min}[\langle (Ba - C_1x_0) / (C_3 + C_2pu_0) \rangle, d]$... (4)
 여기서 $(Ba - C_1x_0)$ 는 x_0 種의 새로운 單行本을 購入한 후 남은 豫算額이며, $(C_3 + C_2pu_0)$ 는 1日間 所要되는 複寫物 平均購入費, T 는 非陰數인, 整數決定變數이다. $T < d$ 인 경우에는 1年 동안 '매일 複寫서어비스를 제공하기에는 豫算이 충분치 못하다. 그러나 $(T+1)$ 日째 요구되는 複寫物의 一部分은 충당될 것이다. $(T+1)$ 日째 分所가 제공할 수 있는 複寫物의 平均件數는 f 이다. 여기서 f 는 $H = \langle [Ba - C_1x_0 - \langle (Ba - C_1x_0) / (C_3 + C_2pu_0) \rangle (C_3 + C_2pu_0)] / (C_3 + C_2pf) \rangle$ 가 陽인 範圍를 지킬 수 있는 條件下에서의 非陰數인 最大整數이다. 만약 $f=0$ 혹은 $T=d$ 일 때에 $H=0$ 이 되면 f 를 0으로 놓는다. $f > 0$ 이면 $F=1$ 로 놓고, $f=0$ 이면 $F=0$ 으로 하면 결국 分所가 年間 複寫物購入을 위해 中央圖書館으로 旅行할 件數는 $T+F$ 가 된다. 여기서 f 의 範圍는 $0 \leq f \leq \text{Min}\{u_0, (d-T)u_0\}$ 이다. 本項에서 論議될 모든 複寫物 購入政策에 上記 f 와 F 의 定義를 使用하려 한다. 따라서 分所가 年間 제공할 수 있다고 기대되는 複寫物件數 ($Odpn$)는 다음 (5)式으로 表示된다.

$Odpn = Tu_0 + f \dots \dots \dots$ (5)
 x_0 를 3,300으로 잡을 때에 $u_0=18$, $T=73$ 이 된다. H 는 $f=0$ 일 때에 0이 된다. 따라서 $f=0$ 으로 잡고 (5)式에 의해 $Odpn$ 을 계산하면 $Odpn = 1,314$ 를 얻는다. 만약 分所가 豫算이 다할 때까지 매일 매일 連續적으로 複寫서어비스를 한다면 全体 複寫物要求量 $du_0 = (250)(18) = 4,500$ 중에서 1,314件만, 250日중 처음 73日間만 複寫서어비스를 할 수 있다. 나머지 177日($d-T-F$)에는 고객의 複寫要求를 거절해야만 한다. 複寫서어비스에 所要될 年間費用($Cdpn$)은 (6)式으로 表示된다.

$$Cdpn = T(C_3 + C_2pu_0) + C_2pf + C_3F$$

$$= (T+F)C_3 + C_2pOdpn \dots \dots \dots$$
 (6)

(6)式을 本項에서 論議될 모든 複寫物 購入政策에 두루 適用시키고자 한다. (6)式을 使用하여 이 첫째 政策에 所要되는 $Cdpn$ 을 計算해 보면 1985.60을 얻는다.

$TC = Cacq + Cdpn \leq Ba$ 의 條件下에서 分所가 충족시킬 수 있는 顧客의 問議事項數 $O = Oacq$

+ $Odpn$ 을 最大化시켜야 한다. 여기서 $Cacq$ 은 4項에서 論議된 바 있는 새로운 資料의 購入費 즉 C_1x_0 이며, TC 는 資料 및 複寫物 購入에 所要되는 分所의 全体 費用이다. O 를 最大化시키기 위하여 다음과 같은 動的 프로그래밍法을 使用한다.¹⁵⁾

- (i) 問題點을 定立하여 $B, \alpha, N, a, n, C_1, C_2, C_3, p, m, d$ 파라미터를 決定한다.
- (ii) $0 \leq x_0 \leq \langle Ba / C_1 \rangle$ 의 範圍內에서 $x = x_0$ 를 決定한다. x_0 를 決定할 수 없다면 이 問題點에 관한 解는 없다. 따라서 이 경우에는 動的 프로그래밍法을 中止시켜야 한다.
- (iii) $Cacq = C_1x_0, Oacq = mdl \ln(n + x_0 + 1) / \ln\{N(1+a) + 1\}, u_0 = m[1 - \ln(n + x_0 + 1) / \ln\{N(1+a) + 1\}]$ 를 計算한다.
- (iv) 複寫物購入에 관한 바람직한 政策을 選定한다.
- (v) $Cdpn \leq Ba - C_1x_0$ 의 條件下에서 $Odpn$ 을 最大化시키는 複寫物購入에 관한 決定變數를 구한다. 가장 適合한 $Odpn$ 및 $Cdpn$ 을 구한다. $O = Oacq + Odpn$ 및 $TC = Cacq + Cdpn$ 을 計算한다.

(vi) 여러 가지 보다 나은 技法¹⁵⁾을 使用하여 보다 適切한 x_0 를 구한다. 보다 바람직한 x_0 를 구할 수 없다면 現 段階에서 作業을 中止하고, 만약 가능하다면 x_0 를 變更시켜 (iii)으로 다시 돌아가 作業을 계속 반복한다.

둘째 政策은 하루에 한번씩 複寫物을 구하려 中央圖書館으로 가는 첫째 政策과는 달리 이를 혹은 사흘에 한번씩과 같이 中央圖書館에 들르는 回數를 줄이는 것이다. 複寫要求가 L 個 모인 다음 中央圖書館으로 가는 경우를 생각해 보자. 물론 $1 \leq L \leq du_0$ 이다. $L = u_0$ 인 경우에는 첫째 政策이 될 것이다. 따라서 이는 豫算이 다할 때까지 平均 매 $W (= L/u_0)$ 日마다 中央圖書館으로 複寫物을 購入하려 간다는 뜻이다. 여기서 W 는 L 이 增加함에 따라 增加한다.

$T = \text{Min}[\langle du_0 / L \rangle, \langle (Ba - C_1x_0) / (C_3 + C_2pL) \rangle]$ 이며,

$$Odpn = TL + f \text{이다} \dots \dots \dots$$
 (7)

또한 $H = \langle [Ba - C_1x_0 - \langle (Ba - C_1x_0) / (C_3 + C_2pL) \rangle (C_3 + C_2pL)] / (C_3 + C_2pf) \rangle$ 이다. 만약

$T = \langle du_0/L \rangle$ 이면 f 는 0이 된다. 여기서 $f \leq \text{Min}(L, du_0 - TL)$, $TL \leq du_0$ 이다. Cd_{pn} 은 (8)식과 같다.

$$Cd_{pn} = (T+F)C_3 + C_2pOdpn \dots\dots\dots (8)$$

本文에서 채택된 여러 가지 파라미터를 사용하여 Cd_{pn} , H 및 T 를 計算하면,

$$Cd_{pn} = 20(T+F) + 0.4(TL + f),$$

$$H = \langle [2000 - \langle 2000 / (20 + 0.4L) \rangle (20 + 0.4L)] / (20 + 0.4f) \rangle,$$

$$T = \text{Min}[\langle 4500/L \rangle, \langle 2000 / (20 + 0.4L) \rangle]$$

이다.

$(B\alpha - C_1x_0)$ 를 초과하지 않는 Cd_{pn} 의 範圍內에서 $Odpn$ 을 最大化시키는 것이 主目的이기 때문에 L 을 가능한 限 無한히 크게 잡을 傾向이 있고, 이 때문에 中央圖書館으로 가는 件數는 줄어든다. 年間 複寫物 件數는 增加하는 반면 複寫서어비스를 제공받기 위해서는 더 오래 기다려야 한다. 이에는 다음과 같은 3가지 경우가 있을 것으로 생각된다.

(i) $C_3 + C_2p > B\alpha - C_1x_0$, $L = +\infty$, $T = 0$, $f = Od_{pn} = Cd_{pn} = 0$

(ii) $C_3 + C_2pdu_0 > B\alpha - C_1x_0$, $T = 1$, $L = \langle (B\alpha - C_1x_0 - C_3) / C_2p \rangle$, $H = \langle (B\alpha - C_1x_0 - C_3 - C_2pL) / (C_3 + C_2pf) \rangle$, $Odpn = L + f$, $Cd_{pn} = (1+F)C_3 + C_2p(L+f)$

(iii) $C_3 + C_2pdu_0 \leq B\alpha - C_1x_0$, $T = 1 + \langle (B\alpha - C_1x_0 - C_3 - C_2pdu_0) / C_3 \rangle$, $L = \langle du_0/T \rangle$, $f = 0$, $Odpn = du_0$, $Cd_{pn} = TC_3 + C_2pdu_0$.

만약 $L \neq du_0/T$ 이면 나머지 $(du_0 - LT)$ 個의 文獻을 複寫하러 中央圖書館에 마지막으로 한번 더 가야 한다.

(iii)의 경우 本文에서 假定한 파라미터值를 이용하여 計算하면 $C_3 + C_2pdu_0 = 1820 < B\alpha - C_1x_0 = 2000$ 이므로 $T = 10$, $L = 450$, $f = F = 0$, $Odpn = 4500$, $Cd_{pn} = 2000$, $W = L/u_0 = 25$ 이다.

둘째 政策은 고객이 複寫物서어비스를 받는데 얼마든지 기다린다는 事實에 基盤을 두고 있다. 대신에 여기에서 顧客이 기다리다 지쳐 複寫物서어비스를 받는 것을 포기한다고 생각해 보자. 포기한 顧客들은 中央圖書館을 방문하거나, 새로운 情報源을 찾거나 그렇지 않으면 완전히 포기할 것이다. 顧客이 複寫物을 받기 위해서 기다리

는 平均 待機日 (W')은 $(L-1)/2u_0 + t$ 이다. 여기서 t 는 中央圖書館에서의 複寫作業日數 즉 顧客이 分所에 複寫物을 신청해서 최종적으로 이를 받아 보는데 까지 걸리는 時間이다. 포기율을 陰指數型으로 보면 每 旅行마다 $Le^{-AW'}$ 個의 複寫物을 가져오는 結論을 얻는다. 여기서 A 는 非陰數이다. $A=0$ 인 경우는 (ii)의 政策과 똑 같아 진다. 이 方法으로 $Odpn$ 과 Cd_{pn} 을 구해보면(9), (10)식과 같다.

$$Odpn = TLe^{-A(L-1)/2u_0 - At} + f \dots\dots\dots (9)$$

$$Cd_{pn} = (T+F)C_3 + C_2pOdpn \dots\dots\dots (10)$$

셋째 政策은 이제 까지의 것과는 다르다. 즉 複寫서어비스에 요금을 부여하는 것이다.¹⁴⁾ g 를 複寫物 1件當 平均 요금이라 하자. 물론 g 는 複寫物 1件當 페이지數 p 의 函數이다. 陰指數型 複寫要求函數를 假定하여 $Odpn$, Cd_{pn} 을 구해보면 (11), (12)식과 같다.

$$Odpn = TLe^{-A(L-1)/2u_0 - ATe^{-Dg}} \dots\dots\dots (11)$$

$$Cd_{pn} = (T+F)C_3 + C_2pOdpn - gOdpn = (T+F)C_3 + (C_2p - g)Odpn \dots\dots\dots (12)$$

여기서 D 는 要求曲線을 나타내는 非陰數 파라미터이다.

(9), (10), (11), (12)식과 같은 복잡한 모델의 解를 구하는 데에는 高度의 技術이 필요할 것이다.¹⁵⁾

넷째 政策은 다음과 같다. K 個 혹은 그 以上의 複寫要求가 있는 그 날만 複寫서어비스를 제공하는 方法이다. 만약 複寫要求가 K 個 미만이면 分所는 顧客의 要求를 거절한다. $K=0$ 인 경우는 첫째 政策을 따른다. 일반적으로 넷째 政策에서는 될 수 있는 한 K 를 적게 잡을 것이 要求되고 있다. 매일 平均 m 個의 資料要求가 있고 이 중 매일 平均 u_0 個의 複寫要求가 있다는 것을 알고 있다. 그러나 실제로 이러한 資料要求數는 날마다 변하기 때문에 m 은 平均值 혹은 中央值가 된다. ⑭주어진 어느 날의 資料要求數 (Z)를 中央值 m 을 가지는 Poisson 任意變數¹¹⁾라고 假定한다. 따라서 어떤 주어진 날에 Z 個의 資料要求가 있을 確率은 $m^{-Z}e^{-m}/Z!$ 이다. 여기서 偏差는 平均值 혹은 中央值 m 과 一致한다. Morse¹¹⁾는 圖書館에서 發生하는 任意的 事實을 記述하는 데는 Poisson 分布가 有用하다고 한다. ⑮서어비스에 관한 要求가 정말 任意로 發

生한다고 假定하면, 複寫要求에 관한 確率分布는 1日當 u_0 의 平均과 偏差를 가지는 Poisson分布가 된다. 이는 어떤 주어진 날 中央圖書館으로 複寫物을 購入하려 할 確率(P_1)이 다음과 같이 表示된다는 것을 뜻한다.

$$P_1 = Pr(z \geq K) = \sum_{z=K}^{\infty} e^{-u_0} u_0^z / z!$$

이 式을 定規分布²⁾를 使用하여 表示하면

$$P_1 \cong \int_K^{\infty} 1/\sqrt{(2\pi u_0)} e^{-(z-u_0)^2/2u_0} dz = \Phi\{(K - u_0)/\sqrt{u_0}\}$$

이다. 여기서 u_0 는 (2)式에서 定義된 것이고 $\Phi(\cdot)$ 値는 定規分布表에서 찾을 수 있다. 따라서

$$Odpn = \langle dP_1 u_0 + d\sqrt{(u_0/2\pi)} e^{-(K-u_0)^2/2u_0} + f \dots \dots \dots \rangle \quad (13)$$

$$Cdpn = (T+F)C_3 + C_2 P Odpn \dots \dots \dots \quad (14)$$

또한 $f=F=0$, $T = \langle dP_1 \rangle$ 이다. 이제까지 使用해온 파라미터值를 適用시키면, $P_1 = \Phi\{(K-18)/4.242\}$, $T = \langle 250P_1 \rangle$, $Odpn = \langle 4500P_1 + 422.5e^{-(K-18)^2/36}$, $Cdpn = 20\langle 250P_1 \rangle + 0.4\langle 4500P_1 + 422.5e^{-(K-18)^2/36} \rangle$ 으로 된다. $K_0=21$ 로 잡으면, $P_1=0.24$, $T=60$, $Odpn=1408$, $Cdpn=1763.20$ 이 된다. $Odpn$ 值를 첫째 政策의 $Odpn$ 值와 比較해 보면 넷째 政策이 첫째 政策보다 약간 더 開發된 것을 알 수 있다. 그러나 複寫要求가 적은 날 分所를 찾아 오는 고객은 複寫서 어비스를 받을 수 없기 때문에 이 政策은 매우 바람직한 政策이라고는 할 수 없다.

上記 4 가지 政策 外에도 여러 가지 모델이 있으나 本文에서는 생략하기로 하겠다. 上記 4 가지 政策은 물론 단독으로도 사용되지만 또한 併用될 수도 있다. 따라서 이 4 가지보다 더 복잡한 모델을 세울 수도 있다. 上記 모델로부터 $Odpn$, $Cdpn$ 과 T , L , g 와 같은 여러 가지 決定變數를 구할 수 있다. 어떠한 政策에 관한 最適解를 구하는 데는 이 $Odpn$, $Cdpn$ 및 여러 가지 決定變數를 使用할 수 있다. 여러 가지 政策에서 얻은 最適解를 서로 比較함으로써 어떠한 政策이 주어진 條件에 제일 합당한가를 알 수 있다.

6. 結論

圖書館運營에 관한 研究에 基盤을 두어 數學

的으로 問題點을 모델化 시켰다. 이 모델로부터 分所圖書館은 有用성이 있고^{3,4)}, 또 經濟的으로도 存續할 수 있다¹²⁾는 結論을 얻었다. 이 모델은 여러 가지 複寫政策을 서로 比較하는 데에 使用될 수 있다.

參 考 文 獻

- 1) W. J. BAUMOL : *Economic Theory and Operations Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliff, N. J. (1961).
- 2) A. H. BOWKER and G. J. LIEBERMAN : *Engineering Statistics*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. (1959).
- 3) B. C. BROOKES : The design of hierarchical information systems. *Inform. Stor. Retr.* 1970, 5, 127-136.
- 4) B. C. BROOKES : The viability of branch libraries. *J. Librarianship* 1970, 2, 14-21.
- 5) B. C. BROOKES : The complete Bradford-Zipf "Bibliograph". *J. Docum.* 1969, 25, 58-60.
- 6) M. K. BUCKLAND, A. HINDLE, A. G. MACKENZIE and I. WOODBURN : *Systems Analysis of a University Library*. University of Lancaster Library Occasional Papers, No. 4, University of Lancaster Library, Lancaster, England (1970), Chap. 4.
- 7) H. L. HACKER : Financial problems of the large library. *Library Quarterly* 1960, 38, 41-57.
- 8) L. B. HEILPRIN : The economics of "on demand" library copying, in: *Proceedings of the Eleventh Annual Meeting and Convention* (Edited by V. D. TATE). The National Microfilm Association, Annapolis, Maryland (1962).
- 9) D. H. KRAFT and T. W. HILL, JR. : A journal selection model and its implications for librarians. *Inform. Stor. Retr.* 1973, 9, 1-11.
- 10) W. T. MORRIS : On the art of modeling. *Mt Sci.* 1967, 13, B-707-B-717.
- 11) P. M. MORSE : *Library Effectiveness: A Systems Approach*. M. I. T., Cambridge, Massachusetts (1968).
- 12) J. RAFFEL and R. SHISKO : Centralization vs decentralization : A location analysis approach for librarians. *Special Libraries* 1972,

- 63, pp. 135-143.
- 13) J. A. RAFFEL and R. SHISKO : *Systematic Analysis of University Libraries : An Application of Cost-Benefit Analysis to the M.I.T. Libraries*. M.I.T., Cambridge, Massachusetts (1969).
 - 14) D. R. SWANSON and A. BOOKSTEIN (Editors) : *Operations Research : Implications for Librarians*, Proceedings of the 35th Annual Conference of the Graduate Library School, The University of Chicago Press, Chicago, Illinois (1971). (See *Library Quarterly*, January, 1972).
 - 15) H. WAGNER : *Principles of Operations Research*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. (1969).
 - 16) G. WILLIAMS, E. C. BRYANT, R. R. V. WIEDERHEHR and V. G. PALMOUR : *Library Cost Models: Owning Versus Borrowing Serial Publications Report*, Center for Research Libraries, Chicago (1968).
 - 17) I. WOODBURN : A mathematical model of a hierarchical library system, in : *Planning Library Services : Proceedings of a Research Seminar, Lancaster, 1969* (Edited A. G. MACKENZIE and I. M. STUART), Occasional Paper No. 3, University of Lancaster Library, Lancaster, England (1969) ERIC ED 045 173.
 - 18) B. C. BROOKES : Photocopies v. periodicals : cost effectiveness in the special library. *J. Docum.* 1970, 26, 22-29.

<p. 36의 계속>

- 9) Allen, T. J. "Performance of Information Channels in the Transfer of Technology," *Industrial Management Review*, 1966, p. 87.
- 10) Gibbons, M. and Johnston, R. D. "The Interaction of Science and Technology," Manchester University, Department of Liberal Studies in Science, 1972.
- 11) Holt, K. "Stimulation of Creativity—Generation of Ideas," Proceedings of the 6th International TNO Conference, Netherlands, March, 1973.
- 12) Hyman, S. *Associations and Consultants*, London ; Allen and Unwin, 1970.
- 13) "Industry, Science and Universities," University and Industry Committee, CBI, July 1970.
- 14) Cox, J. "Committee of Enquiry on Small Firms", Research Report No. 2, H. M. S. O., 1971.