

自我相關需求對物流需求計劃績效影響 之探討

周世玉、廖賢洲

國立中興大學農產運銷學系

摘要

物流需求計劃是近年來在物流系統中常被採用的規劃工具之一。在本研究中，我們以模擬法評估多階通路結構下，自我相關需求對滾動排程(rolling schedule)之 DRP 績效的影響。本研究以一階自我迴歸過程(first order autoregressive process)為例，並以訂購成本、持有成本及缺貨成本之總和為衡量績效的準則。經模擬及統計分析後得到以下的發現。當需求為一階自我迴歸過程，且以正確模式進行預測，在 EOQ 與 PPB 下，當 ρ 愈小，成本績效愈佳。而在 LFL 下，則恰好相反。而在 $\rho < 0$ ，需求波動較劇烈時，PPB 因能彈性調整批量，因此表現明顯優於 EOQ 法。若忽略自我相關而進行預測，系統的平均存貨狀態會隨著 ρ 絕對值增加而出現極端異常的情形。此外，在各種情況下 LFL 的表現均落後於 EOQ 及 PPB 方法。

關鍵詞： 物流需求計劃、自我相關、滾動排程

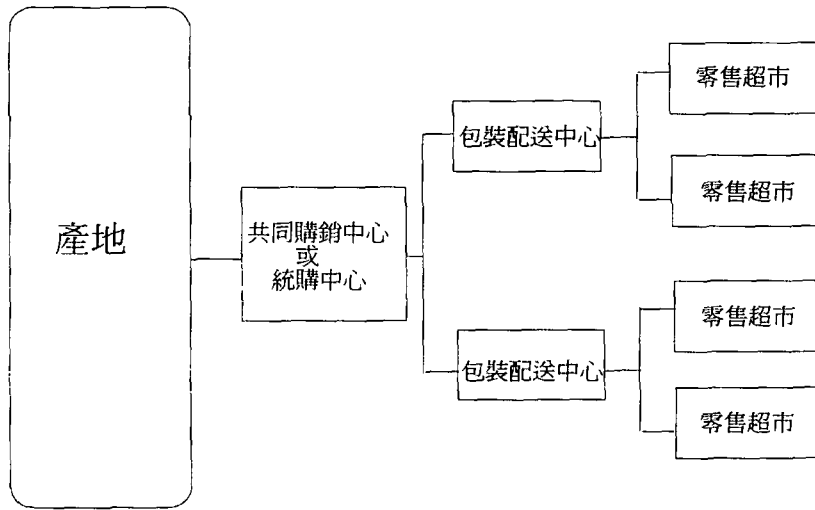
一、前言

近年來由於我國經濟發展快速且國民生活水準不斷提升，農產運銷扮演的角色益形重要。然而多年來台灣地區的農產品運銷卻以形成許多問題，例如通路階層過多，運銷成本偏高；批發市場營運狀況未能達到理想；農民團體辦理共同運銷成功的情形不多；農產品零售的營運效率偏低；…等。對於以上之問題，農產品產地直接運銷是一較具體的解決之道(詹德榮，1996)。在農產品產地直接運銷的制度下，農產品自產地直接運送至區域共同購銷中心或統購中心，完成議價之商品則送往包裝配送中心，經過包裝處理然後送交各地的大型超市或連鎖零售據點，其運銷通路結構如圖(一)所示(212頁)。

欲使農產品直接運銷發揮效率，物流資訊的暢通是一重要因素。「物流需求計劃系統」(Distribution Requirements Planning, DRP)則

是一種協助產生具前瞻性物流資訊的管理工具。周世玉、廖賢洲(1996)討論 DRP 在農產品產地直接運銷應用之適用性，並指出可能遭遇的問題。本研究將進一步探討 DRP 系統績效受需求型態影響的問題。

DRP 系統開始於對產品需求的預測。產品需求往往存在著自我相關(autocorrelation)。儘管已有不少的研究係針對需求不確定性或預測誤差對 DRP 系統績效影響加以探討，但其多半假設各期需求的機率分配為獨立，鮮少有學者針對自我相關需求對 DRP 系統績效的影響做過深入的探討。本研究的目的即在於了解多階通路結構下，自我相關需求對滾動排程(rolling schedule)之 DRP 績效的影響，以及探討若分別採用考慮自我相關之統計模型進行預測，與忽略自我相關並以假設需求為獨立同分配進行預測，對 DRP 績效所產生的差異。



圖(一)：農產品產地直接運銷通路結構圖

資料來源：周世玉、廖賢洲，1996。

二、相關理論介紹及文獻探討

(一)DRP 系統的基本原理

DRP系統開始於通路中最低階層(如零售超市)對未來產品需求的預測。將未來各期需求預測值透過DRP邏輯可導出對上游成員的「相依需求」，意即它是由組織所決定而不必透過預測便可獲得。相同的，該上游成員仍將此相依需求依照DRP邏輯加以運算，導出對更高階上游成員的相依需求。如此重複運作，直到通路中最高階成員依據下游成員的相依需求制定出採購計劃為止。

DRP系統的三個主要輸入檔為：

1. 通路結構檔(bill of distribution)，用以描述產品自進入物流系統至消費者手上所經過的途徑。
2. 存貨狀態檔(inventory status)包括物流系統中各項產品的庫存量(on-hand inventory)、在途量(schedule receipts)、安全存量(safety stock)和前置時間(lead time)等資料。
3. 銷售預測檔(sales forecasting)：根據各零售點對旗下每一項產品未來需求所作的預測。

有了以上三項輸入資料，便可依據DRP邏輯制定出各階層的配銷管理決策，亦即DRP系統的輸出檔。DRP邏輯包括以下四個步驟：

1. 推出淨需求：

各個零售超市將未來各期的銷售預測，亦即「毛需求」，按照本身的存貨狀態資料，扣除可提供之存貨得到「淨需求」。

2. 批量運算：

將未來各期淨需求，依所選擇的批量方法制定出計劃訂購數量。

3. 逆推(offsetting)：

有了計劃開出訂購量後還必須決定出應該在什麼時候向上游成員開出訂單，一般是將計劃收到訂購量的日期向前減掉一個前置時間得到計劃開出訂單的日期。

4. 聚合(implosion)：

最後將所有同一階層各成員計劃訂購量予以加總，形成對上游成員的毛需求，上游成員同樣重複步驟1到4，導出對更高階成員的需求。如此反覆運作直到通路中所有成員計劃都已制定為止。

(二)時間序列模式

在 Box-Jenkins(1976)有限參數個數模式中
有三類可用來描述平穩型(stationary)時間序列
的自我相關結構：1. 自我迴歸過程
(autoregressive process, AR) 2. 移動平均過程
(moving average process, MA) 3. 混合自我迴歸
移動平均過程(mixed autoregressive and moving
average process, ARMA)。p 階自我迴歸過程，
即 AR(p)，可表為：

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) d_t = \delta + \varepsilon_t \quad (1)$$

移動平均則為(1)式的一個特例，即只有前 q
項誤差有非零的係數則：

$$d_t = \mu + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (2)$$

(2)式是 q 階移動平均過程，記作 MA(q)。有
時為了導出較純粹自我迴歸或純粹移動平均更精
簡之模型，而將此兩過程加以混合，得到混合 p
階自我迴歸 q 階移動平均混合模式，即
ARMA(p, q)：

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) d_t = \delta + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (3)$$

在本研究中我們以一階自我迴歸過程為例說
明自我相關的需求結構。需求之時間序列中的某
一觀察值可表為前期需求觀察值、常數項與一隨
機干擾項的線性組合：

$$d_t = \delta + \phi d_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

(三)相關文獻回顧

關於不確定性對 MRP(生產面之物料需求計
畫，運作原理與 DRP 相同)的影響最早提出討論
的是 Whybark 與 William(1976)，他們建立不確
定性對時程化需求計劃影響的架構，並且探討分
別以安全存量及安全前置時間因應需求數量及需

求時間的不確定性。Stenger(1979)評估在需求
不確定性(包括對需求數量的預測誤差及對需求
時間的預測誤差)情況下，傳統的訂購點存貨系
統 ROP(reorder point)與 DRP 系統存貨水準的高
低，結果發現採用 DRP 系統能顯著的節省存貨。
Jonsson(1982)等人將 Stenger 的研究推廣到在
需求不確定情況下，多階 MRP 與 ROP 績效的比較，
主要的發現為 MRP 優於 ROP，但相對的優勢將隨
著高階項增加而減少；若考慮以緩衝策略降低需
求不確定性的影響時，以安全前置時間效果較
佳，並且於此策略下 MRP 仍優於 ROP。Biggs 與
Campion(1982)的研究著重於對需求不確定性的
緩衝，他們認為需求的不確定性所造成的預測誤
差並不能經由改進預測技術就能避免，因此建議
不需要刻意的避免預測誤差，相反的可利用事先
設定的偏誤來使生產/存貨系統有較佳的表現。
經模擬發現預先設定誤差可比避免誤差的做法有
較佳的表現。Lee(1986)的研究也有相同的結論。

De Bodt 與 Van Wassenhove(1982)等人以模
擬法研究在不確定需求下，單階滾動排程之 MRP
系統批量方法及安全存量的配置。所得到的結論
為：不確定性的出現造成成本的劇增，但不確定
性的水準及表現方式則影響較不顯著，而在不確
定性發生時只須少許的安全存量便可大幅減少缺
貨的機率。此外，由於滾動排成引發的系統緊張
度(system nervousness)，使得在該研究中所考
慮的動態批量方法表現反而較 EOQ 等靜態方法
差。De Bodt 與 Van Wassenhove(1983)、Wemmerlov
(1985)則以解析法探討需求不確定情況下，單
階滾動排程之 MRP 系統受預測誤差所導致的成
本增加。Wemmerlov 與 Whybark(1984)研究當
需求數量的不確定性分別發生在靜態及滾動排
程下的批量選擇，主要的研究發現為如果系統處
於確定環境下則目前普遍被採用的 EOQ(economic
order quantity)、PPB(parts period balance)法顯
然不合適，但若將需求的不確定性導入，則這些
批量方法未必表現的比較差。Wemmerlov(1986)
又以非貨幣性的指標如服務水準等評估需求不
確定性對時程化訂購點系統的影響。

Bookbinder 與 Heath(1988)則研究在需求不

確定性下，多階配銷體系、滾動排程之 DRP 系統的批量準則。他們以模擬法研究五種啓發式批量方法的績效，發現在不確定性發生時，批量方法績效的優劣順序會隨之改變。但在各種情況下，LFL(lot-for-lot)均最不適合作為批量方法。Ho(1992)研究在 DRP 下由於運輸時間不確定而頻繁發出重排訊息所引發的系統緊張度的問題。

由以上的文獻回顧可以發現雖然已經有相當多的研究是針對需求不確定性或是預測誤差對 MRP/DRP 系統的影響加以探討，但均假設各期需求分配為獨立，然而在真實環境中，零售超市所面對的產品需求普遍存在者自我相關性，而似乎仍未有研究係針對存在此類型需求對 DRP 績效作過評估，因此本文便以具有自我相關結構的需求對 DRP 績效的影響作為研究主題。

三、研究設計與模擬實驗

(一)研究設計

本研究的假設之通路結構開始於生產者，經過一個物流中心，透過三個零售超市將商品送到消費者手中。通路中每個節點間的前置時間是一期，前置時間指節點與節點間貨品的運輸、理貨、上架及訂單處理所需耗費的時間，因此對零售超市而言，其累計前置時間是兩期，而物流中心的累計前置時間是一期。

在本研究中所考慮的是滾動排程的 DRP 系統。滾動排程是指隨著當期時間經過而將該期從規劃期間去除，新一期的需求預測將被形成，放在預測窗口的最後，並且利用逝去時間內所傳入之新資訊將規劃期間各期的資料修正後形成一個全新的規劃期間，再依據 DRP 邏輯運算一次。這些程序在每期時間經過後都發生一次，由於除了當期之後各期的資料在當期時間經過後有可能因新資訊傳入而被修正，因此只有與當期有關的決策會被採用。此一過程相當於在每個規劃期間先解出有限期間解後，僅與本期有關的部分解會被採用，到了下一個決策點，也就是下一期時，這

個模型中的資料將會被更新以反應新資訊的傳入，因此須對此一新形成之有限期間模型再行求解，相同的，也只有與第一期有關的決策會被採用。在這個決策模式下，每個決策問題變成是當期要不要開出訂單，以及相關的訂購量是多少。一旦決策的結果是要開出訂單，則此一定量將會在經過前置時間後的某一時點抵達。這種決策制定方式在配銷體系中廣泛的被採用(Wemmerlov & Whybark,1984)。而在此一滾動排程的 DRP 系統之下，儘管在每一期開始都進行新的計劃，但只有前置時間加上其後的一期有未被滿足的需求發生時，才有訂單被開出。而訂購的數量由所選擇的批量方法所決定。此一開出的訂購量將在前置時間經過後到達，而在此時間內決不允許對此一訂單進行重排。在 Wemmerlov(1986) Wemmerlov 與 Whybark (1984)以及 Anderson 與 Lagodimos(1989)的滾動排程 MRP 模型也採相同的假設。

本研究假設產品需求是呈現自我相關，且在進行預測時分別以下兩種方法進行：1.假設各期需求為獨立同分配(未能察覺各期需求的相關性或為簡化預測程序)，僅以過去需求的平均值來進行預測，以及 2.考慮各期需求的自我相關，而以 ARMA 模式作預測。探討 DRP 系統的績效是否受到需求的自我相關程度的影響，以及兩種預測方式是否會導致系統績效有所差異。

前面已對本研究的環境予以概括的介紹，現在再針對本研究提出以下數點研究假設：

1. 通路中各成員均無採用安全存量或安全前置時間等緩衝措施。
2. 允許缺貨情形發生，所有未被滿足訂單將會轉成待補的訂單 (backorder)，待補的訂單會在未來若有可提供存貨時補回，若未能補足則將在下次開出訂單時一併考慮，但對缺貨的數量及缺貨的期數處以懲罰成本(penalty cost)。
3. 採用滾動排程的 DRP 系統，更新計劃的週期是一期，通路最末端的成員(零售超市)在每個規劃

自我相關需求對物流需求計劃(DRP)系統績效影響之探討

期間的開始便依據過去產品需求的資料對未來需求進行預測，其預測窗口等於規劃期間的長度。

4. 各階層的平均前置時間為一期，但在物流中心至零售超市階層間的前置時間導因於運輸所需時間的誤差而有不確定性發生。假設在這個通路階段商品有遲到的可能，而且一旦發生遲到的情形則遲到的商品在下一期期初時會送到零售超市。

5. 通路中各成員在每一期期末均進行存貨盤點，並計算發生的成本。

為達本研究之研究目的，我們提出以下的研究假說：

H1：當產品需求為一階自我迴歸過程，且以一階自我迴歸模型進行預測時，需求的自我迴歸參數 ϕ 會影響 DRP 系統的績效。

H1.1：上述對績效影響會因所選擇的批量方法不同而有差異。

H1.2：上述對績效影響會因前置時間不確定性程度不同而有差異。

H1.3：上述對績效影響會因產品需求不確定程度不同而有所差異。

H1.4：在不同的成本參數比下，上述對績效的影響會不同。

H2：當產品需求為一階自我迴歸過程，但以假設需求是獨立同分配為基礎進行預測時，需求的自我迴歸參數 ϕ 會影響 DRP 系統的績效。

H2.1：上述對績效影響會因所選擇的批量方法不同而有差異。

H2.2：上述對績效影響會因前置時間不確定性程度不同而有差異。

H2.3：上述對績效影響會因產品需求不確定程度不同而有差異。

H2.4：在不同的成本參數比下，上述對績效影響會不同。

(二)模擬實驗

在模擬 DRP 系統運作之前須考慮環境、作業及績效衡量等三類變數的設定。在環境變數中包括每一期產品需求的水準，波動形態以及需求的不確定性，在本研究中假設各零售超市所面對的各期產品需求呈現自我相關，平均每一期需求水準均為 18 單位，三個零售超市總共面對的產品需求平均每期為 54 單位。需求波動的形態則取決於自我相關的類型，本研究以一階自我迴歸過程代表需求的自我相關性，當一階自我迴歸過程之參數 $\phi < 0$ 時，由於相鄰兩期的需求為負相關，因而需求的觀察值呈現劇烈的起伏波動，反之則需求觀察值的波動較為平緩。需求的不確定性則可利用白色干擾項產生，本研究中分別以白色干擾項的標準差大小來代表需求不確定性的高低。

在作業變數方面須考慮的有批量方法，規劃期間長度以及前置時間與其不確定性。本研究中所採用的批量方法為 LFL,EOQ 及 PPB 等三種常見的批量制定規則，其中 LFL 與 PPB 因其涵蓋了整數期的需求，因此屬於斷續型的批量方法，而 EOQ 因其涵蓋的期數不一定是整數，所以是連續型的批量方法。在本研究中規劃期間的長度設為固定的 12 期，它也是其它研究中通常所選擇的長度(Bookbinder & Heath, 1988)。

在績效衡量變數方面，本研究以成本作為衡量績效的指標。相關的成本包括訂購成本、存貨持有成本、缺貨時的懲罰成本以及三者的總成本。當系統決定本期須開出訂單時，則有訂購成本發生。我們假設訂購成本為固定的，亦即不論訂購量的多寡均發生一定的成本。在本期的期末進行存貨盤點時，若發現有持有存貨則有存貨持有成本發生，反之如有缺貨發生則產生缺貨懲罰成本。假設對於每一期每單位的多餘存貨

持有或缺貨均發生固定金額的成本。

爲了驗證之前提出的假說，本研究採完全因子設計進行模擬，用以瞭解需求自我相關的形態及程度以及對應的預測方法，在由其它自變數所建構的環境或作業條件下對 DRP 系統績效的影響。因子的設計及其水準如下：

因子 1 需求自我相關的形態及程度：在需求假設爲一階自我迴歸過程下，自我迴歸參數 φ 分別設爲 0.2, 0.5, 0.8, -0.2, -0.5, -0.8 等六個不同的水準。在需求爲一階自我迴歸過程的條件下，若參數 φ 爲負時表示相鄰兩觀察值間爲負相關，則需求呈現劇烈的起伏波動，若爲正表示相鄰兩觀察值間爲正相關則需求波動得較爲平緩。而高低程度不同的參數則使需求產生不同程度的變異及自我相關性。

因子 2 批量方法：分別選取 LFL, EOQ 及 PPB 三種批量方法。

因子 3 前置時間的不確定性：設在途商品受到延誤的機率爲 10% 及 1%，用來分別代表高低兩種前置時間的不確定性。

因子 4 需求的不確定性：利用白色干擾項產生需求的不確定性，假設此一隨機干擾項是平均數爲零的常態分配，而其標準差分別設爲 3 或 9 兩個水準，用來分別代表不同程度的需求不確定性。

因子 5 成本參數的比值：假設高低兩組成本參數比值，零售超市階段訂購成本、持有成本及缺貨成本之間的比值在低成本參數水準下設爲 200/15，在高成本參數比水準下設爲 400/10。在物流中心階段則將訂購成本與持有成本比值設爲 600 及 400 分別代表高低兩種成本參數比。

由以上五個因子及不同的因子水準可產生 6

$\times 3 \times 2 \times 2 \times 2 = 144$ 個組合用來進行模擬實驗。

在模擬實驗的開始先模擬各零售超市所面對的真實需求。按照本研究假設產品需求屬於一階自我迴歸過程，產生呈現一階自我迴歸真實需求序列。接著分別採用以時間序列模型爲預測基礎，以及假設需求爲獨立同分配爲基礎的預測模型進行預測，產生零售超市的主排程 (master schedule)。由於模擬的對象爲滾動排程的 DRP 系統，因此在模擬過程中每個規劃期間的開始，零售超市便依據所觀察到的真實需求值，以所利用的預測模型對規劃期間內各期的需求進行預測，因爲所能利用的資訊只有當期之前的各期需求觀察值，因此相對於處於規劃期間開始之各期，愈靠近規劃期間末端之各期的預測將愈不精確，需求不確定的程度愈高。而在每一期經過之後都會觀察到新的真實需求，所以在每一期時間經過以後都需要再進行一次預測修正，重新產生主排程，以反應新資訊的傳入。

產生出零售超市的主排程之後，再依據 DRP 邏輯制定出零售超市的訂購決策。首先按照前面所述之模型導出零售超市對上游成員預期各期的需求，接著利用所選用的批量方法將此預期需求轉換成計劃收到訂量，然後按照訂貨的前置時間逆推出計劃開出訂量並上傳至上游成員。上游成員則將各零售超市傳來的計劃開出訂量加以聚合，產生該上游成員的主排程之後，再根據 DRP 邏輯制定出訂購決策。以上的步驟將重複進行直到物流系統內各階層的訂購計劃均已訂定爲止。

以上的各步驟均在每一期的期初進行完畢，而到了期末則將系統所制定的訂購決策與實際發生的情形進行比較，計算並記錄已發生的成本。實際發生的情形包括當期真實需求的觀察值，以及因前置時間誤差而受到延誤的在途訂量。

在每一期時間經過之後，物流系統內各零售超市又根據過去一期內所觀察到的真實需求對規劃期間內各期進行預測，以產生出新的主排程，然後重複以上的步驟直到模擬結束爲止。

模擬程式是以 FORTRAN 及 IMSL 撰寫成，並在 VAX 主機執行。模擬實驗的進行分成前後兩個部分，前面先進行 200 期的前導實驗，其目

的在於產生較具典型的期初存貨量及在途量，由於此時系統的績效可能仍不穩定，因此不記錄發生的成本。後半部則是進行長度為 1000 期的穩態模擬(steady state simulation)，並記錄發生的成本，每個子實驗組均有 144 個因子水準組合進行測試，每種組合重複測試五次，每次重複時更換亂數種子。

四、實驗結果分析

(一)一階自我迴歸之需求且以正確模式預測

首先針對當需求為一階自我迴歸過程，以正確的一階自我迴歸模型進行預測的情況下提出的下列數個假說，包括自我迴歸參數 φ 對系統績效的影響，以及它和其他環境及作業變數的交互作用等進行檢定。

表(一)(222 頁)為將模擬此一情況下所得到的資料進行變異數分析的結果。由於多因子的交互效果甚難解釋，且非本研究擬探討之重點，因此僅將主效果及兩因子交互效果列示。由表(一)可知五個假說中除了 H1 2 不被支持外，其餘均為接受。

儘管我們知道各因子效果顯著，然而仍未確知實際差異的情形。因此採用 Duncan 的多重全距檢定(Duncan's multiple-range test, DMR)進行事後檢定，以更清楚的瞭解自我相關的形態及程度對 DRP 系統績效的影響。由於批量方法、成本參數及需求不確定因子等所解釋的變異量占總變異的比例很大，所以若單獨以自我迴歸參數 φ 為因子對 720 個樣本做 DMR 檢定，並無法明確看出 φ 對績效的影響，所以表(二)(222 頁)為在不同的成本參數比及所選用的批量方法下，自我迴歸參數 φ 水準對績效影響。利用 DMR 將其對 DRP 績效的影響按照平均總成本高低順序排列，每一行的最上方表示平均總成本最低(績效最佳)的參數值，愈下方則為愈高的平均總成本(績效愈差)的參數值。

旁有直線者表示這些自我迴歸參數 φ 水準對績效的影響，在百分之五的顯著水準下差異並不顯著。在表中未考慮需求不確定因子的原因是經過實作後發現上述之績效順序並未因該因子程度高低不同而有差異。

觀察表(二)可發現自我迴歸參數對績效的影響會因所選擇的批量方法不同而有差異，在 LFL

與 EOQ、PPB 間的順序甚至完全相反，在 LFL 下 φ 值為正且愈大時成本績效表現愈佳， φ 為負時則差異較不明顯，但在 EOQ 及 PPB 下反而是 φ 為正且愈大時績效愈差，而 φ 為負時績效較佳且其中的差異較不明顯。

由表(三)(223 頁)可看出雖然其順序未隨著 φ 值變動而改變，但在低成本參數比下，當 φ 為正時 PPB 與 EOQ 間沒有顯著差異，但當 φ 為負時 PPB 明顯優於 EOQ，這個現象的原因可能是當需求波動轉為劇烈時，PPB 法可以彈性調整訂購量，大量減少存貨持有成本，拉開了與 EOQ 的距離，但是此一優勢將隨著成本參數比變大而消失，所以在表中當成本參數比變大時 PPB 與 EOQ 間在任何的 φ 值下都無顯著差異。此外表中亦顯示在各種情況下 LFL 表現都最差。

(二)一階自我迴歸之需求但忽略自我相關進行預測的情形：

在本小節中，我們將針對當產品需求為一階自我迴歸過程，但忽略相關性且以假設需求為獨立同分配的方式進行預測之情況下提出的數個假說，包括自我迴歸參數 φ 對系統績效的影響以及它和其他作業與環境變數的交互作用等進行檢定。

由表(四)(223 頁)ANOVA 分析的結果可得知上述的五個假說均為接受，但仍未能確知其中差異的情形，因此仍須進行 DMR 檢定。表(五)(224 頁)為 DMR 檢定的結果。在未進行統計分析之前，先觀察以獨立同分配作為預測基礎的結果，由模擬實驗所得的持有成本及缺貨成本資料可以觀察

到存貨的狀態均處於相當極端的情形，不是持有過多的存貨就是存貨水準過低造成缺貨的現象。而在訂購成本方面 LFL 及 EOQ 均較以自我迴歸預測情況下有些許的變化，而 PPB 的訂購成本則和以自我迴歸預測的情形下有相當明顯的差異，這顯示如 PPB 的動態批量方法需要精確的預測資料以供制定訂購決策。此外亦可發現當 $\varphi > 0$ 時所有的批量方法下均較 $\varphi < 0$ 下有較低的存貨水準，而發生較多的缺貨情形，這個現象隨著 φ 愈趨向極端(0.8 及 -0.8)而愈明顯。

觀察表(五)可發現在 EOQ 及 PPB 法下，當 φ 等於 0.2 及 -0.2 時有最佳的績效表現，因為係採用假設需求是獨立同分配為基礎進行預測，所以當實際需求的自我迴歸參數的絕對值越小時，一階自我迴歸過程越接近獨立同分配的過程，DRP 系統的預測誤差也將變小，因此產生較低的成本。反之當 φ 等於 0.8 及 -0.8 時，忽略需求的自我相關性而進行預測將付出較高的代價。而在 LFL 下，當 φ 等於 -0.5 及 -0.8 時卻有較佳的表現，由模擬實驗的結果得知在 φ 等於 -0.5 及 -0.8 時由於存貨持有水準的升高，以致於降低訂購次數，減少了訂購成本。

再觀察各個水準的 φ 值下批量方法表現的優劣順序。由表(六)(224 頁)可發現當 $\varphi > 0$ 時 EOQ 表現最佳，PPB 次之，LFL 最差。然而當 $\varphi < 0$ 時 PPB 和 EOQ 之間無明顯的差距，LFL 仍舊表現最差。在 $\varphi > 0$ 下 EOQ 超越 PPB 的原因可能是 EOQ 本質上具有安全存量的功能，當 $\varphi > 0$ 時，由於所有的批量方法下存貨水準均隨著 φ 變大而減少，缺貨的情形越嚴重，此時 EOQ 以其安全存量的功能作為緩衝，因此發生的缺貨成本較少，所以此時表現較 PPB 為佳，但當 $\varphi < 0$ 時所有的批量方法的存貨持有均隨著 φ 變小而增加，此時 EOQ 便失去了優勢而與 PPB 的表現相近。

若將以自我迴歸模型為預測方法，與以假設需求是獨立同分配為基礎所得到的結果加以比較，並利用 DMR 方法將不同 φ 值下兩預測方法成本績效的差異加以整理可得到表(七)(224 頁)。表中 φ 值右上角有星號者表示在該情況下以假設需求是獨立同分配為基礎進行預測的 DRP 系統獲

得之績效，較以自我迴歸模型進行預測為佳，無星號者表示該情況下以自我迴歸模型進行預測的 DRP 系統績效較佳。經觀察可發現當採用 LFL 方法而且需求的自我迴歸參數為負時，以假設需求為獨立同分的方法進行預測可獲得較佳的績效，原因是此時以該方法進行預測將提高存貨水準，減少訂購次數，節省訂購成本，這種現象在成本參數比變大時更為明顯。在 EOQ 及 PPB 下可注意到當 φ 為 0.2、-0.2 時兩預測方法所產生的 DRP 系統績效差距較小，在 EOQ 下甚至在 φ 等於 0.2 時，以假設需求是獨立同分配的方法進行預測所產生的系統績效還優於以自我迴歸模型進行預測所得的結果，雖然這些優勢相當小或不顯著，但這也肯定了 Bigs(1982)及 Lee(1986)等人的結論：些許適量的誤差甚至能提升系統的績效，不過當 φ 值愈往正負的兩端變動時，以自我迴歸模型進行預測所產生的系統績效就相當明顯的優於以假設需求是獨立同分配進行預測下所得的結果。

伍、結論

本研究的目的是在於希望瞭解多階通路結構下，自我相關的需求形態對滾動排程之 DRP 系統績效的影響。在本研究中，自我相關的需求形態是以呈現一階自我迴歸過程的需求序列為代表；並以訂購成本、持有成本及缺貨成本等相關成本的高低代表 DRP 系統的績效表現。評估需求的自我迴歸參數 φ 對 DRP 系統績效的影響，並且探討它和其他作業及環境因子間的交互作用。經由模擬及統計分析後得到以下諸點結論：

1. 一階自我迴歸過程之產品需求下，若以一階自我迴歸模型進行預測時，需求的自我迴歸參數 φ 對 DRP 系統績效的影響因所選擇的批量方法而有差異。於 EOQ 及 PPB 方法下，當 φ 愈大時，成本績效愈差， φ 愈小時，成本績效愈佳，但在 LFL 則恰好相反。經過分析發現在三種不同的批量方法間， φ 對訂購、持有及缺貨成本的影響方向大

致相同，但因影響程度不同而造成 φ 對平均總成本在不同的批量方法下有不同的順序。此外，亦發現在低成本參數比下，當 $\varphi < 0$ 需求波動較劇烈時，PPB 法由於可以彈性調整訂購量，節省存貨持有成本，因而表現明顯優於 EOQ 法；但當 $\varphi > 0$ ，需求波動較平緩，或處於高成本參數比時，PPB 及 EOQ 間的差異就較不明顯。

2. 一階自我迴歸過程之產品需求下，但忽略需求的自我相關性，而以假設需求是獨立同分配的方法進行預測時，平均存貨的狀態會隨著 φ 從 0 往正負兩端變動而呈現較極端的狀態，若非平均的存貨水準過高，便是因平均存貨水準過低而造成缺貨增加的情形。而在 EOQ 及 PPB 下的總平均成本亦隨著 φ 從 0 往正負兩端變動而逐漸增加。由於當 φ 愈接近 0 時，因為需求的自我相關程度愈小，所以以假設需求為獨立同分配而進行預測的誤差也愈小；但隨著 φ 往正負兩端變化時，若仍忽略需求的自我相關性，逕而進行預測將會產生極大的預測誤差，使系統績效下降。

3 當產品需求為一階自我迴歸過程，且以一階自我迴歸模型進行預測，在 EOQ 及 PPB 下，當 $\varphi > 0$ ，亦即兩相鄰需求觀察值間為正相關，需求波動較平緩時，DRP 系統績效較差。反之，當 $\varphi < 0$ ，兩相鄰需求觀察值為負相關，需求波動較劇烈時，DRP 系統績效表現較佳。

4 在本研究中，LFL 的表現均遠落後於 EOQ 與 PPB 法，由此可以肯定 Bookbinder(1988)等人的結論，在需求具有不確定性，滾動排程的 DRP 系統下，並不適合採用 LFL 方法制定批量。

由本研究的結論我們提出以下兩點的建議：

1. 採用 DRP 系統的物流管理者在對未來產品需求進行預測時，不應忽略此一需求的自我相關性，而應充分利用資訊，儘可能的掌握需求的變動，方能有效的發揮 DRP 系統。

2. LFL 方法雖因其運算簡便而廣泛的受到採用，

但根據本研究的結論，發現在需求不確定性，滾動排程的 DRP 系統下，LFL 並不適合用來制定批量，而應採用其他較為精巧的批量方法，才能有效的提升 DRP 系統績效。

績效指標納入考慮，由於本研究僅以相關成本作為衡量績效的準則，用此一成本指標衡量物流系統的績效顯然不夠全面性，因此可以考慮加入其他的績效指標。此外，在本研究中僅以一階自我迴歸過程代表需求的自我相關結構，在未來尚可考慮 ARMA 或其他具有季節性、循環性等較複雜的需求形態對 DRP 系統績效的影響。

參考文獻

- 周世玉、廖賢洲，1996，「物流需求計劃系統 (DRP) 在農產品產地直接運銷之應用」，農產運銷季刊，107：10-19。
- 詹德榮，(1996)，「如何促進農產品零售現代化」，農產運銷季刊，106：1-7。
- Anderson, E J and Lagodimos, A G “Service Level in Single Stage MRP System with Demand Uncertainty” *Engineering Costs and Production Economics* 17(1989) 125-133
- Baker, K.R “An Experimental Study of The Effectiveness of Rolling Schedule in Production Planning” *Decision Sciences* 8(19-77) 19-27
- Biggs, J.R, and Campion W.M “The Effect and Cost of Forecast Error Bias for Multiple-Stage Production-Inventory System” *Decision Sciences*. 13(1982) 570-583
- Blackburn, J.D, and Millen R.A “The Impact of Rolling Schedule in a Multi-Level MRP System” *Journal of Operations Management* 2,2(1982): 125-135
- Bookbinder, J.H, and Heath D.B “Replenishment Analysis in Distribution Requirements Planning” *Decision Sciences*. 19,3(1988) 477-489

- Bookbinder, J H, and Locke, T D “Simulation Analysis of Just-in-Time Distribution” *International Journal of Physical Distribution and Material Management*, 16,7(1986) 31-35
- Chalmet, L G, DeBodt, M A, and Van Wassenhove L N “The Effect of Engineering Change and Demand Uncertain on MRP Lotsizing.” *International Journal of Production Research*. 23,2(1985) 233-251
- DeBodt, M A, and Van Wassenhove L N “Cost Increase Due to Demand Uncertain in MRP” *Decision Sciences* 14,3(1983) 345-361
- and Van Wassenhov, L N, and Gelders, L F “Lotsizing and Safety Stock Decision in an MRP System with Demand Uncertainty” *Engineering Costs and Production Economics*. 6(1982) 67-75
- Gelders, L F, and Van Wassenhove, L N “Lotsizing Under Dynamic Demand Conditions A Review” *Engineering Costs and Production Economics* 8(1984) 165-187
- Fogarty, D W, Blackstone, J H., and Hoffmann, T R *Production and Inventory Management*, Second Edition, South-Western, OH
- Fox, M L “Closing The Loop with DRP II” *P&IM Review with APICS News* (1987) 39-41
- Glover, F “An Integrated Production, Distribution and Inventory Planning System” *Interfaces*. 9,5(1979) 21-35
- Ho, C J “An Examination of a DRP Problem System Nervousness” *Journal of Business Logistics* 13,2(1992) 125-151
- Jonsson, H, Lundell, P, and Thorstenson, A “Some Aspects on Uncertainty in a Multi-Level Inventory Systems” *Engineering Costs and Production Economics*. 6(1982) 141-146
- Lee, T S “Forecasting Error Evaluation in MRP Production and Inventory Systems” *Management Science*. 32(1986) 1188-1207
- Lee, T S, Adam, E E Jr, and Ebert, R J “An Evaluation of Forecast Error in MPS for MRP System” *Decision Sciences*. 18(19- 86) 292-307
- Muthy, D N P & Ma, L “MRP with Uncertainty A Review and Some Extensions” *International Journal of Production Economics*. 25, 1-3(1991) 51-64
- Orlicky, J *Material Requirement Planning*, (1975) Mc-Graw-Hill, NY
- Plossl, G *Orlicky's Material Requirement Planning*. (1994) Second Edition, McGraw-Hill, NY
- Pyke, D F, and Cohen, M A “Push and Pull in Manufacturing and Distribution Systems” *Journal of Operations Management*. 9,1(19-90) 25-43
- Schmitt, T G “Resolving Uncertainty in Manufacturing Systems” *Journal of Operations Management*. 4,4(1984) 331-345
- Stenger, A J, and Cavinato, J G “Adapting MRP to the Outbound Side- Distribution Requirements Planning” *Production and Inventory Management*. 20,4(1979) 1-13
- Vollmann, T E, Berry, W L, and Whybark, D C *Manufacturing Planning and Control System, Third Edition*, IRWIN, IL
- Wemmerlov, U, and Whybark, D C “Lotsizing Under Uncertainty in A Rolling Schedule Environment” *International Journal of Production Research*. 22,3(1984) 467-484
- “Comment on Cost Increases Due to Demand Uncertainty in MRP Lotsizing A Verification of Ordering Probabilities” *Decision Sciences*. 16(1985) 410-419
- “A Time-Phased Order Point in Environment with and without Demand Uncertainty A Comparative Analysis of Nonmonetary Performance Variable” *International Journal of Production Research*. 24,2(1986) 343-358

自我相關需求對物流需求計劃(DPR)系統績效影響之探討

Whybark, D C, and Wilhams, J G. “Material Requirements Planning Under Uncertainty” *Decision Sciences* 7,4(1976) 595-606

William, R D “Closed Loop Planning for Man-

ufacturing and Distribution” *International Journal of Physic Distribution and Mateial Management*. 16,1(1986) 5-13



National Chung Hsing University

表(一)：ANOVA結果需求為AR(1)且以AR(1)模型進行預測的情況

Source of Variations	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effects	136926281	10	13692628.14	278175.58	0
Autoregressive Parameter ϕ (A)	288794	5	57758.751	1173.411	0
Lotsizing Rule(B)	113043405	2	56521702.51	1148279	0
Leadtime Uncertainty(C)	16670	1	16670.156	338.666	0
Demand Uncertainty(D)	80437	1	80436.791	1634.131	0
Costs Ration(E)	23496976	1	23496975.69	477357.94	0
2-Way Interactions	19558595	34	575252.801	11686.674	0
A×B	2131084	10	213108.435	4329.451	0
A×C	36	5	7.179	0.146	0.981
A×D	138067	5	27613.481	560.988	0
A×E	91877	5	18375.31	373.308	0
B×C	31720	2	15859.811	322.203	0
B×D	1277769	2	638884.668	12979.401	0
B×E	15841082	2	7920540.951	160911.48	0
C×D	190	1	189.902	3.858	0.05
C×E	2557	1	2556.937	51.946	0
D×E	44213	1	44213.317	898.225	0
Explained	157887691	143	1104109.730	22430.782	0
Residual	28352	576	49.223		
Total	157916044	719	219632.884		

資料來源：本研究

表(二)：不同水準的 ϕ 對績效影響 需求為AR(1)，且以AR(1)模型預測)

Low Cost Ration			High Cost Ration		
LFL	EOQ	PPB	LFL	EOQ	PPB
0.8	-0.5	-0.8	0.8	-0.5	-0.5
0.5	-0.8	-0.5	0.5	-0.8	-0.8
0.2	-0.2	-0.2	0.2	-0.2	-0.2
-0.2	0.2	0.2	-0.2	0.2	0.2
-0.5	0.5	0.5	-0.5	0.5	0.5
-0.8	0.8	0.8	-0.8	0.8	0.8

資料來源：本研究

自我相關需求對物流需求計劃(DPR)系統績效影響之探討

表(三)：在不同水準的 ϕ 下批量表現的優劣順序 (需求為AR(1)，且以AR(1)模型預測)

Low Cost Ration						High Cost Ration					
0.2	0.5	0.8	-0.2	-0.5	-0.8	0.2	0.5	0.8	-0.2	-0.5	-0.8
PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB
EOQ	EOQ	EOQ	EOQ	EOQ	EOQ	EOQ	EOQ	EOQ	EOQ	EOQ	EOQ
LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL

資料來源：本研究

表(四)：ANOVA分析結果 (需求為AR(1)，但以iid方式進行預測)

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effects	234012436	10	23401243.58	76154.087	0
Autoregressive parameter ϕ (A)	39464366	5	7892873.227	25685.582	0
Lotsizing Rule(B)	155717536	2	77858757.83	253373.86	0
Leadtime Uncertainty(C)	19785	1	19785.131	64.386	0
Demand Uncertainty(D)	302261	1	302260.764	983.64	0
Costs Ration(E)	38508488	1	38508488.11	125317.22	0
2-Way Interactions	45673055	34	1343325.135	4371.55	0
A × B	16551402	10	1655140.224	5386.282	0
A × C	32582	5	6516.387	21.206	0
A × D	17187	5	3437.365	11.186	0
A × E	5530863	5	1106172.624	3599.79	0
B × C	7830	2	3915.096	12.741	0
B × D	2106508	2	1053253.947	3427.578	0
B × E	21352377	2	10676188.49	34743.256	0
C × D	18	1	18.133	0.059	0.808
C × E	2552	1	2551.615	8.304	0.004
D × E	71736	1	71735.657	233.448	0
Explained	282554651	143	1975906.647	6430.144	0
Residual	176998	576	307.288		
Total	282731648	719	393228.996		

資料來源：本研究

表(五)：不同水準 ϕ 對績效的影響(需求為AR(1)但以iid方式進行預測)

Low Cost Ration			High Cost Ration		
LFL	EOQ	PPB	LFL	EOQ	PPB
-0.2	0.2	0.2	-0.5	0.2	0.2
-0.5	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
-0.8	0.5	-0.5	-0.8	0.5	-0.5
0.2	-0.5	0.5	0.2	-0.5	-0.8
0.5	-0.8	-0.8	0.5	-0.8	0.5
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

資料來源：本研究

表(六)：在不同水準的 ϕ 下批量表現的優劣順序 (需求為AR(1)，但以iid方式進行預測)

Low Cost Ration						High Cost Ration					
0.2	0.5	0.8	-0.2	-0.5	-0.8	0.2	0.5	0.8	-0.2	-0.5	-0.8
EOQ	EOQ	EOQ	PPB	PPB	PPB	EOQ	EOQ	EOQ	PPB	PPB	PPB
PPB	PPB	PPB	EOQ	EOQ	EOQ	PPB	PPB	PPB	EOQ	EOQ	EOQ
LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL	LFL

資料來源：本研究

表(七)：不同的 ϕ 值下兩預測方法所產生的績效之比較

Low Cost Ration			High Cost Ration		
LFL	EOQ	PPB	LFL	EOQ	PPB
-0.2*	0.2*	0.2	-0.8*	0.2*	0.2
-0.5*	0.5	-0.2	-0.5*	-0.2	-0.2
-0.8*	-0.2	0.5	-0.2*	0.5	0.5
0.2	-0.5	-0.5	0.2	-0.5	-0.8
0.5	0.8	-0.8	0.5	-0.8	-0.5
0.8	-0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

資料來源：本研究

自我相關需求對物流需求計劃(DRP)系統績效影響之探討

A Study on the Performance of A Distribution Requirements Planning System Due to Autocorrelated Demands

Shihyu Chou and Hsien-Cho Liao

*Department of Agricultural Marketing,
National Chung Hsing University
Taichung, Taiwan, Republic of China*

ABSTRACT

The distribution requirements planning (DRP) has become one of the most popular planning tools for a physical distribution system in recent years. In this study, we use the simulation approach to assess the impacts of autocorrelated demands on the performance of a rolling-schedule based DRP system in a multi-echelon physical distribution channel. We use a first-order autoregressive process to illustrate the autocorrelated demands. As to measuring the DRP system performance, we employ the sum of the ordering cost, inventory cost, and shortage cost. After careful analysis, we have the following findings. When demands follow an autoregressive process of order one and the correct model is used to making forecasts, the cost performance of the DRP system increases as the autoregressive parameter φ decreases for both EOQ and PPB lotsizing methods. The LFL method just reverses this relationship. When φ is negative the PPB method is superior to the EOQ method for it can flexibly adjust lot size to absorb radical demand fluctuation. If making forecasts without considering the autocorrelation, the average inventory level of the system would result in extremely abnormal situation when φ increases in absolute value. In all situations, the LFL lotsizing method is inferior to the EOQ and PPB methods.

Key words: Distribution Requirements Planning, Auto correlation, Rolling Schedule



National Chung Hsing University

周世玉 廖賢洲

國立中興大學 

National Chung Hsing University