

選果場設計選果量評估之模擬研究

Simulation of Evaluating the Design Capacity of Packinghouse

國立臺灣大學農機系助教

蔡 慶 隆

C. L. Tsai

一、引 言

果菜運銷過程中，分級的功能是使整個運銷系統的效率提高，是達成交易迅速化的重要措施之一。農產品的分級一般有品質等級和大小規格兩種。品質等級的評價基準較為複雜，現階段的工程技術尙未能有效克服將其機械化，惟有依靠人來分辨等級。大小規格之分級則可利用農產品之物理性質差異，使用機械精確地將其選別。

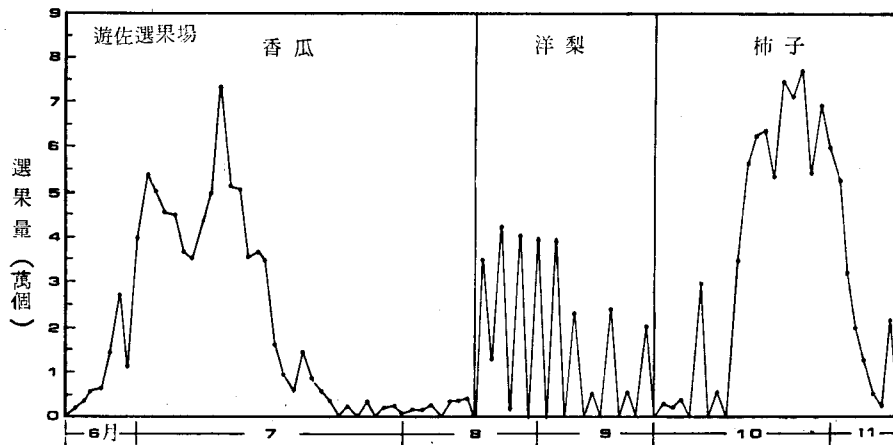
通常果菜之生長皆有一定季節性，收穫期間亦甚短暫，又多數果菜皆不耐久存，必需在收穫後一、兩天內運到市場銷售，因此果菜的分級處理亦必需在短時間內與予完成。為減少收穫後分級作業所需的勞力及能適期、適量運到市場拍賣，採用以機械選果是一項有效的方法。

分級作業通常皆集中於適當的地方進行，才能達到高效率及精確的要求。一般所謂選果場設計選

果量之大小，是指選果機械所能處理之最大能力而言。選果設備能力如果設計的太小，則在果菜收穫最盛期時，多量之果菜無法即時進行選果處理而造成損失，如果設計的太大，則會造成設備之過剩投資及低使用效率之情形。因此，選果場能力之設計應慎重考慮。本文擬從工程管理技術之觀點，以現有選果場之實績選果量為基礎，使用蒙地卡羅法(Monte Carlo Method)來評估設計選果量與選果量增加時之選果場營運狀況。蒙地卡羅法乃是一種運用機遇數(Random Number)手法之總稱。

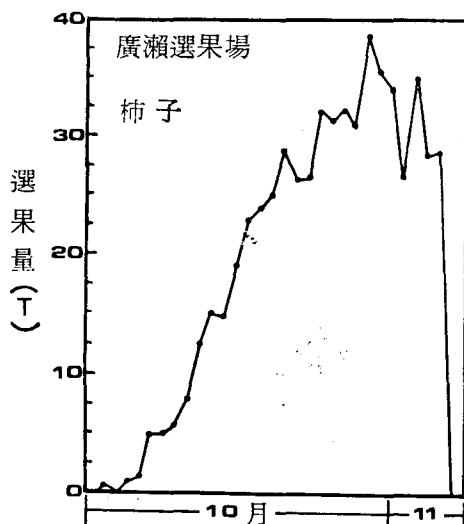
二、選果場每日選果量變動實績

造成選果場每日選果量變動之原因，除了受栽植種類、品種、栽培方法、地理條件、氣候條件、收穫期等影響外，亦受市場價格及選果勞力所左右。圖一是日本山形縣的遊佐選果場於不同季節裏處

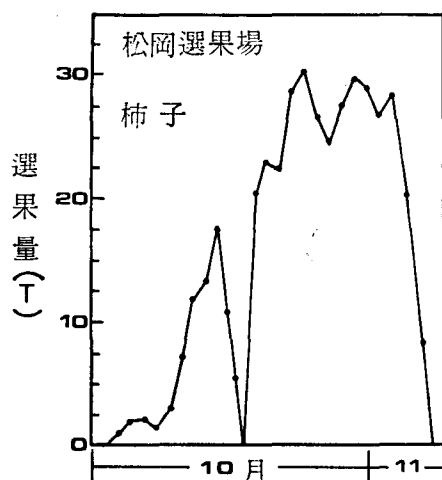


圖一 日本山形縣遊佐果場每日選果量變動實績(1980年)

理不同種類果菜及其每日選果量變動之實績。由於果菜類皆有一種特徵，即在最適成熟期時，果菜量特別多，所以造成整個選果期間內每日之選果量變動範圍很大。一般在生產期之初期選果量較少，中期最多，末期則再逐次遞減。洋梨之選果量由於栽種面積不多，所以集貨至適當量時再予選果處理，因而形成不連續之變動。圖二、圖三是日本山形縣廣瀨、松岡兩選果場之每日選果量變動，初中期大致相同逐漸增加，而末期則急速下降，此即看好市場價格，儘速處理達成有利時機之銷售所形成。



圖二 日本山形縣廣瀨選果場每日選果量變動實績 (1979年)



圖三 日本山形縣松岡選果場每日選果量變動實績 (1979年)

三、設計選果量

選果場規模之擬定，一般皆配合地區計畫，於

未來 5~10 年後需要選果處理之果菜生產量多寡而定。選果場選果機械能力之計畫，其概算方法有頂峯值法、 $\frac{1}{2}$ 值法及平均值+C 法等三種。頂峯值法是未來最大集貨量之日，選果機械能力可以在 8 小時的作業時間內處理完畢者謂之。 $\frac{1}{2}$ 值法是一天 8 小時的作業時間內可選果完畢之日數，佔全期間日數之 $\frac{1}{2}$ ，將總選果量平均於此 $\frac{1}{2}$ 之日數，為選果機械能力，其餘 $\frac{1}{2}$ 之日數以加班作業來彌補。平均值+C 法是將平均選果量加上標準差定為選果機械之能力。這些概算方法，並無特別理論根據，只是在平均值上加上適當的量，主要目的是如何取一適當的設計量來減低選果設備之投資，在一天 8 小時作業時間內無法完成之選果量以加班來代替完成。前列三個選果場的概算法皆以頂峯值法為選果場之設計選果量。依目前生產量實績觀之，這些選果場之設備能力有過剩投資之虞。

在工程管理技術上檢討選果場效率之指標一般有稼動率與機械使用效率二項。稼動率如式(1)所示。即於一年當中選果場使用日數之多寡，以百分比表示之。

$$\text{稼動率} = \frac{\text{稼動日數}}{365(\text{日})} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

此項指標供做管理上之參考，因為果菜有其季節性之特徵，供應期間有一定之界限，所以就增長稼動日數來提高稼動率，對單一種果菜而言並不適當，而需考慮相異收穫期品種之選擇及他種類果菜之配合栽植，才能發揮選果場之使用功能。表一是各選果場之稼動率及機械使用效率情形。遊佐選果場有三種不同之果菜，錯開收穫期，其選果場稼動率可提升至 20.6%，廣瀨與松岡二選果場僅處理單種果實，稼動率顯著偏低為 7.7% 與 6.8%。

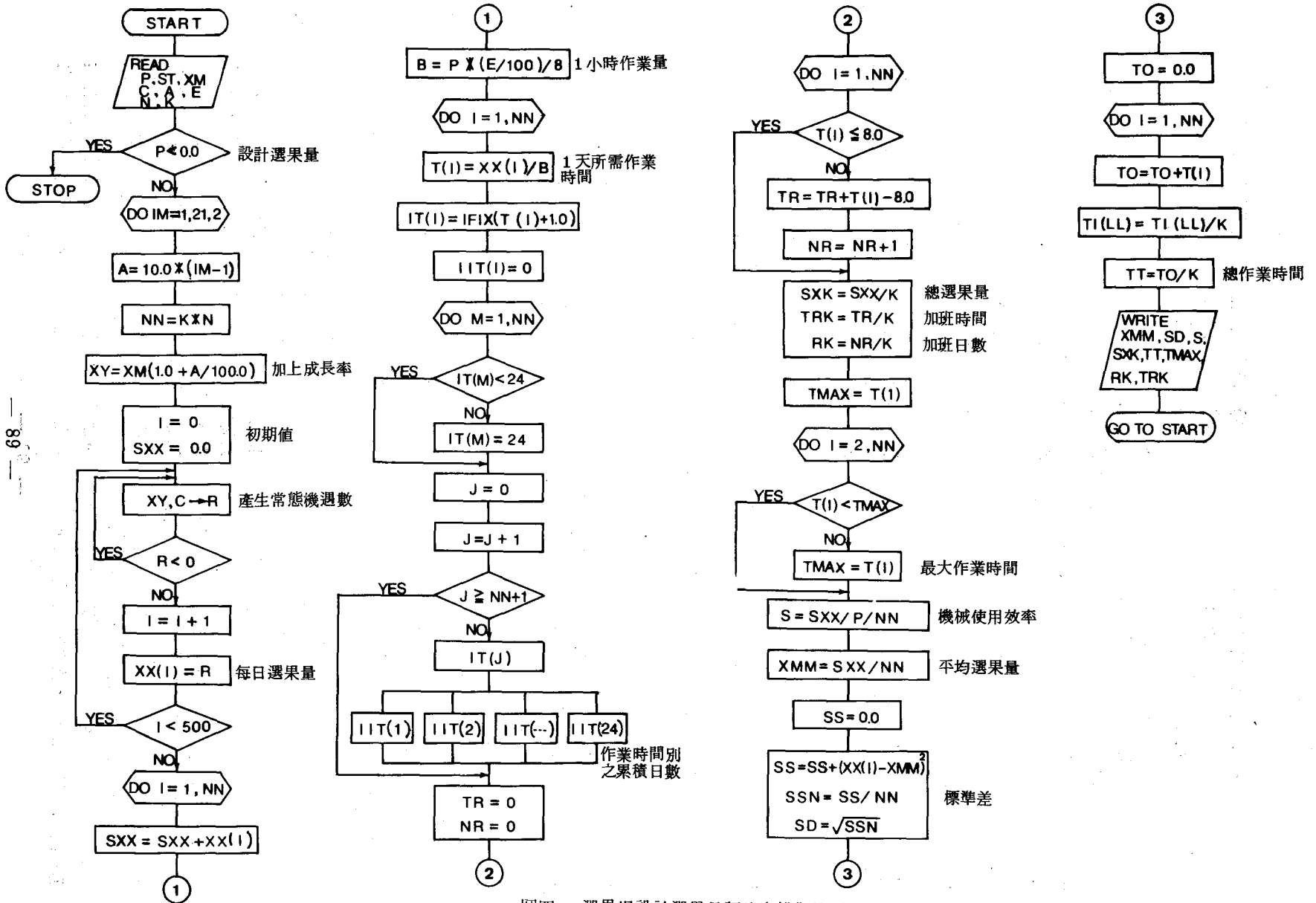
選果場	果物種類	設計選果量	期間	作業日數	稼動率	總選果量	機械使用效率
遊佐	香瓜	288000 40T	8下~8中	40	20.6%	848555	7.4
	洋梨		8下~9中	12		295881	8.5
	柿子		10中~11上	23		885299	13.4
廣瀨	柿子	432000 80T	10上~11上	28	7.7	627	37.3
松岡	柿子	648000 96T	10上~11上	25	6.8	436	19.4

表一 遊佐、廣瀨、松岡選果場之稼動率與機械使用效率

另一指標為機械使用效率如式(2)或(3)所示。

$$S = \frac{ST}{P \times N} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

$$= \frac{XM}{P} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$



圖四、選果場設計選果量評估之模擬流程圖

上式中，S：機械使用效率(%)

ST：總選果量(T)

P：設計選果量(T)

N：稼動日數(日)

XM：平均選果量(T)

表一中所得之機械使用效率以廣瀨選果場之37.3%為最高。按式(3)可知欲得較高之機械使用效率，必需增多平均選果量或相對地降低設計選果量。平均選果量受每日選果作業量、選果作業方式、選果場之配備、勞力狀況、及果菜種類等影響，牽涉因素較多。欲提高此量必需在營運管理及作業研究上做檢討，才能達到最合理之效果。在農產商品交易分級規格化的制度下，分級作業執行中，選果場之機械使用效率比稼動率較為人所重視。

四、模擬之考慮因子及方法

選果場每日選果量之變動，隨時間變動而異。時間之變動有長期變動、季節變動及不規則變動等。長期變動受栽植面積的擴大而產量增多。模擬上以成長率來考慮。季節變動則為選果作業之初、中、末期選果量之變動。不規則變動受氣候條件、勞力、市場價格等而影響。上述各項變動之綜合而得之每日選果量變動實績資料如圖1~3所示。由這些資料及各選果場之設計選果量可以得知其作業狀況。選果量增多即成長率由0逐漸增加時，選果場之作業狀況亦隨之改變。模擬作業是在於瞭解成長率增加時，作業時間超過8小時之日數有幾天、需要加班多少小時才能完成選果以及機械使用效率如何等之計算。

本模擬之限定條件及方法如下：

1) 選果場之設計處理量即設置於該場之全部機械選果能力之總合。

2) 選果作業人員之配備，以能配合完成機械之選果能力為原則。每日選果量之變動，僅以縮短選果作業時間來考慮。

3) 由選果場之現有實績求其平均選果量與標準差。

4) 選果量之每日變動分配視為常態分配。

5) 不同成長率之選果量分配型態不變，平均選果量隨成長率而變動。

6) 以3)所求平均選果量、標準差及成長率，使產生常態機遇數(Normal Distribution Random Number)，決定每日之選果量。

7) 計算每日之選果量所需之作業時間。

8) 總作業日數不變。

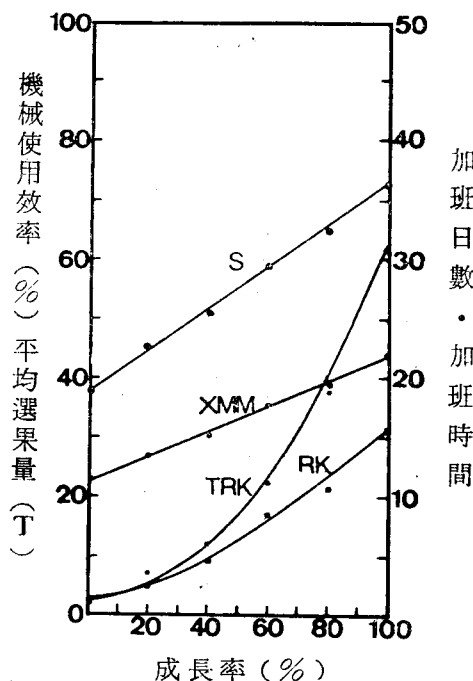
9) 計算加班日數、加班時間及機械使用效率等。

依上述條件，選果場設計選果量評估之模擬程式可寫成如圖四之流程圖。

本模擬之計算利用日本東北大學電子計算機中心NETAC-ACOS 900。

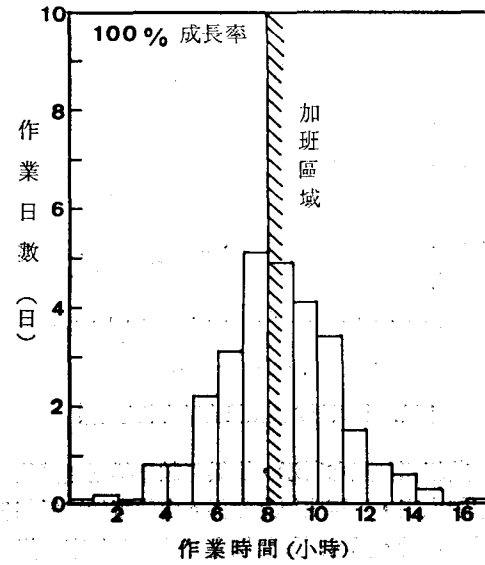
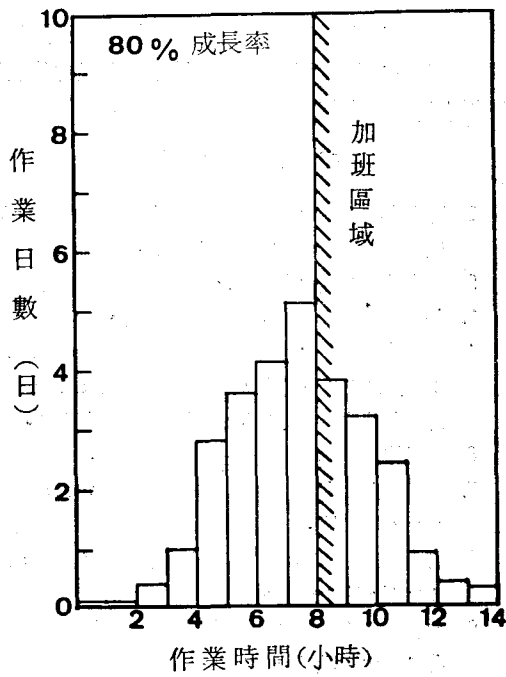
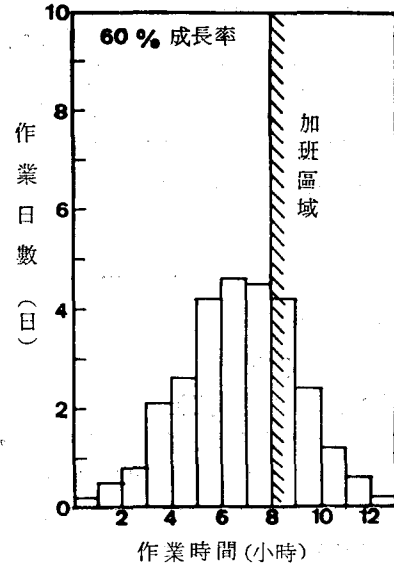
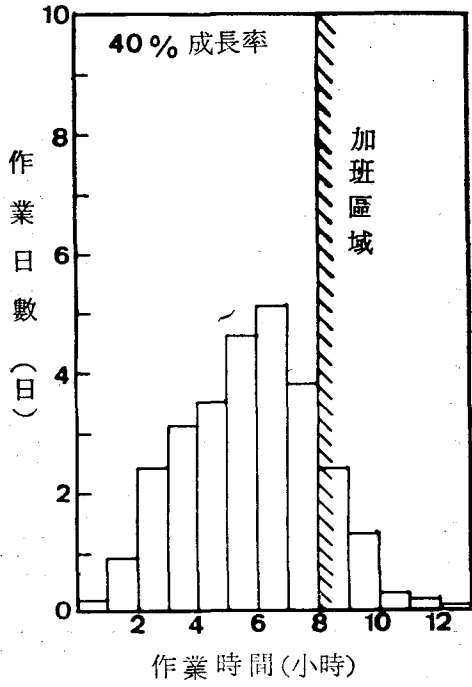
五、結果與討論

計算所用資料以廣瀨選果場1979年實績為之。設計選果量60T/日，作業日數28日，總選果量627T，平均選果量21.6T，標準差11.9T，選果效率70%，成長率20%~100%。模擬之結果如圖五所示。當成長率由20%增至100%時，加班



圖五 廣瀨選果場選果量(成長率)增大時選果作業情形之預測

日數RK各為2.5、4.6、8.5、10.9、15.7日，加班時間TRK亦隨選果量之增加而增多，各為3.0、5.6、11.4、18.6、31.2小時等。平均選果量XMM由26.6T增至43.8T，機械使用效率S由45%提升至73%。作業日數與作業時間之分配狀況如圖六所示。超過8小時之作業，皆以加班來完成。成長率增大時，在作業時間軸上8小時以上作業的出現頻率也相對地增多。這些結果有助於瞭解未



圖六 廣瀨選果場在不同選果量 (成長率) 時所需選果作業時間之變化

來之可能作業狀況外，亦可以協助經管管理者判斷選果場之飽和極限。一般選果場飽和極限之判斷基準，亦與設計選果量之決定相類似，少有理論之根據多憑經驗方法為之。當選果場之加班日數超過全作業日數之三分之一以上時，即顯示此選果場已達處理極限之程度。依此基準可得知廣瀨選果場，當成長率為 70 % 時，加班日數超過三分之一，亦即到達飽和極限，此時其機械使用效率為 63 %。

模擬中所得每日選果量機遇數之基數，是得自實績之平均選果量和標準差。此二基數之關係以變異係數來表之。

$$C_v = \frac{C}{XM} \dots\dots\dots(4)$$

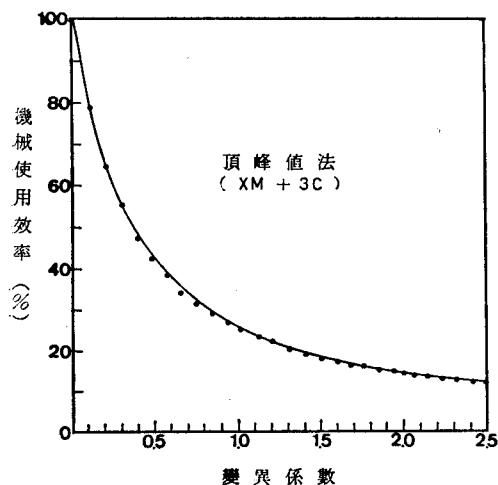
上式中， C_v ：變異係數

C ：標準差 (T)

XM ：平均選果量 (T)

在探討使選果場保有高機械使用效率前提下，以選果場之實績資料，找出式(3)與式(4)之相關。式(3)之設計選果量於頂峯值法上以平均選果量 + 3C 表示。則可寫成式(5)。

$$S = \frac{XM}{XM + 3C} \dots\dots\dots(5)$$



圖七 變異係數與機械使用效率之關係

其相關如圖七所示，變異係數愈低則機械使用效率就愈高，呈雙曲線之關係。由此可知減低每日選果量變動，現有選果設施之機械使用效率即能提

高，增大選果處理量。又相同之選果量小選果設施即能完成選果處理。因此，減低選果變動是提高機械使用效率的有效方法。

六、結 論

選果場設計選果量之取決，在未能掌握未來選果作業狀況時，考慮合適之選果設備能力大小和避免過剩投資之平衡上，誠屬不易。本模擬提供有效之方法，協助預測未來之選果作業狀況。

1. 以現有選果之實績，運用蒙地卡羅法可以有效地評估新設或現有選果場之作業狀況。
2. 降低選果量變動之差距，是縮減設計選果量之最有效方法。
3. 廣瀨選果場之選果量成長率為 70 % 時，機械使用效率為 63 %，為其最大飽和極限。
4. 配合冷藏庫之使用，當集貨量多時暫予保鮮貯藏，減除因一時之大量集中而造成無法處理之問題。
5. 混合栽植相異品種或其他種類之果菜，錯開選果期，以提高選果場之稼動率。

誌 謝

本文承臺大農機系教授張漢聖斧正，模擬程式部分承日本山形大學農業工學科教授土屋功位及助教授上出順一之指導，謹此一併誌謝。

參 考 文 獻

1. 許文富 (1975)：果菜分級包裝之理論與實務，農產運銷專題研究報告專輯第二輯。
2. 鄭堯梓 (1968)：統計學。
3. 作業測定便覽 (1964)：日刊工業社。
4. 森嶋博 (1970)：選果施設の計畫處理量のモンテカルロ法による一考察，農業施設 Vol. 1. No. 1, 2。
5. 選果包裝施設のてびき (1975)：全農建設部。
6. 選果施設 (1977)：全農施設・資材部。
7. 津田孝夫 (1977)：モンテカルロ法とシミュレーション，培風館。
8. 若山芳三郎等 (1975)：數值計算の基礎とプログラミング，啓學出版。
9. 龜谷 昶 (1977)：農協施設投資の實態分析と計畫化に関する研究。