

工產品量産에 있어 統計學의 役割에 관한 研究

—標準化·生産 檢査—

金 鍾 浩*

A Study on the Role of Statistics in Industrial mass production.

—Standardization·production·Inspection—

Kim jong-ho

Abstract

The purpose of this Study is to develop the Role of Statistics in Industrial mass production. The process of mass production will be divided into three steps, that is, Standardization, production and inspection. The Statistics is applied to Specifications, Quality Control and Sampling inspection in these three steps.

The applications have developed to Statistical methods based on probability theory.

And then, The improved plan is exhibited the point of problems of introducing of spreading of quality control throughout field survey.

I. 序 論

經營學 및 工業技術의 發達로 企業의 製品生産過程이 小企業에서 大企業으로 手工業에서 機械工業의 自動化로 그 形態가 變하여 完全한 量産體制를 갖추게 되었다.

이와같이 發展한 近代工業의 特色은 量産에 의한 費用節減을 들 수 있는데 量産運營은 3段階로 나눌수 있다. 첫째가 標準化(Standardization), 둘째가 生産(production), 셋째가 檢査(inspection)이다.

量産體制下에서 迅速하고 正確하게 合理的으로 企業目的을 極大化하자면 量産의 3段階 즉 標準化, 生産, 檢査에 있어서 科學의 方法이 施圖되

어야 한다. 여기에서 科學的方法으로는 統計의 方法이 가장 合理的인 方法으로 많이 活用된다. 統計의 方法에 대한 認識은 確率論 및 統計學을 前提로 하고 있다. 確率論을 基礎로한 統計學은 量産運營過程의 3段階인 標準化에 規格論(specifications), 生産에 統計的 品質管理(Statistical quality control), 檢査에 샘플링檢査(Sampling inspectipn)로 적용되어 합리적인 生産過程을 主導하는데 寄與하는바 크다.

本研究은 大量生産運營의 3段階에 있어서 統計學의 役割을 前提로 하고 그 分析과 效果를 吟味하여 우리나라 品質管理(quality control)의 問題點을 찾아보고, 品質管理의 定着化를 위한 導入 및 普及方法 그리고 品質管理教育方法을 再檢査하여 우리나라 産業의 合理化를 圖謀하고 高度産

* 東國大學校 文理科大學 統計學科教授 本研究은 76-77年度 産學協同財團의 研究費에 의하여 이루어졌고, 77年 4月 2日 韓國統計學會 研究發表에서 發表하였음.

業社會에서 國際市場의 競爭力을 強化하여 國家産業의 合理的인 繁榮과 企業育成的 科學的이고 實踐的인 方法에 提示하는데 目的이 있다.

II. 確率論 및 統計學의 應用

1. 確率論의 應用

a) 工產品의 量産

製造工業에서 費用을 節減시키기 위하여 量産化하였을때 製造工程上에 異常이 發生하여 不良品이 많이 나올경우 이를 修正하자면 큰 損失을 招來하거나, 아니면 修正이 不可能한 경우도 때로는 나타날 수 있다. 그런데 量産된 大量的의 製品은 精密하게 調査하여 볼때 아무리 高級의 原料나, 機械設備가 잘 되고, 技術陣이 高度로 訓練되었다 할지라도 安全히 同一하지 않고 多小間에 變動이 있게 된다. 이때 管理의 對象은 個個의 製品이 아니고 集團으로서의 製品인 것이다. 集團으로서의 製品의 偶然變動이나, 製品의 互換性和 關係가 있는 許容限界나, 工場에서 行하는 實驗에 利用하는 實驗計劃法등 近代工業에 있어서 現在 널리 普及利用되고 있는 統計的 管理法은 모두 確率論에 基礎를 두고 있다.

b) 偶然現象

우리 周圍의 現象은 決定論的 現象과 非決定論的 現象으로 大別된다. 非決定論的 現象을 確率現象 또는 偶然現象이라 한다.

集團現象이 偶然現象인 경우 確率論이 適用되고 統計的 方法으로 集團現象에 內在하고 있는 法則性 即 情報를 一部分의 資料로부터 얻을수 있는 것이 通念이다. 集團現象이 本質的으로 偶然變動을 包含하고 있는가 또는 觀察이나 實驗의 條件設定이 不充分하기 때문에 생기는 것인가에 대하여는 議論이 나누어 질 수 있다. 偶然現象에 確率論을 應用하여 成功한 例는 統計力學이나¹⁾ 電子力學을 들 수 있다. 한편 다른 分野의 現象

즉 經濟的으로나 技術上의 困難때문에 條件이나 環境의 管理가 充分치 않기 때문에 생기는 變動의 現象에도 確率論을 導入하므로 未知의 要因을 不問하고 變動을 包含한 資料로부터 有用한 知識을 抽出할 수도 있다.

工業製品이나 裝置의 設計는 固有技術의 理論과 知識이 要求되어 있는데 이것은 主로 決定論的인 理論이 主體로 되어 있다. 그러나 이에 反하여 信賴性²⁾ 安全率, 安全度³⁾ 등이 問題되는 경우 確率論은 必然的으로 要求된다.

工學에 있어서도 現象을 數學模型으로 나타내고 數學을 利用하여 이를 解明하고자 하는 傾向이 顯著하다. 이 경우에도 現象에 未知의 不確定要素가 包含되어 있으면 確率論은 適用된다.

이상에서 살펴본 바와 같이 偶然變動의 現象에는 確率論이 應用된다. 品質管理(QC)나 OR(Operations research)⁴⁾ 등과 같은 管理技術에도 確率論이 必然的으로 應用될 수 있음을 推察할 수 있다.

c) 確率論應用的 擴張

確率論은 主로 非決定論的現象(偶然現象)을 研究對象으로 하여왔다. 固有技術의 理論이나 知識이 要求되는 製品이나, 裝置設計는 決定論的인 理論이 主體로 되어 있다. 즉 固有技術은 決定論的인 數學으로서 充分하다고 생각하여 왔다. 그러나 技術의 進步와 工學에 있어서 物質的構造등과 같이 微視的現象이나 材料의 破壞現象에 注視하면 亦是確率論은 必要하다. 또 裝置의 機能低下와같은 現象은 確率過程(Stochastic process)¹⁾에 의하여 처리할 수 있다. 더욱 最適設計를 問題로 하는 경우 最適性의 理論이 應用된다. 이러한 理論은 決定論的(確定的)인 것이 많지만 確率論이 基礎로 되어 있다.

더욱 最近에는 確定的 現象을 亂數를 利用하여 確率現象으로 再現시켜 Monté Carlo method²⁾에 의하여 統計的特性을 研究하고 있는데 이것은

1) 無限히 많은 粒子로 되어 있는 體系가 力學의 法則에 따라變化할때 그 熱力學的 性質이 一般的으로 어떻게 되는가를 알아본다.

2) reliability로서 製品이 故障없이 機能을 發揮하는 確率로서 信賴度라고도 한다.

3) 人命에 관한 信賴度를 特히 安全度(safety) 또는 安全性이라 한다.

4) 作戰上의 決定에 대해서 計劃的 기초를 주는 科學的 方法으로 作戰研究라 한다.

1) 連續的으로 變化하는 時間 t를 parameter로 갖는 確率變數(random variable)의 集合 $\{X_t\}$ 을 말한다.

決定論의 現象에 確率論을 應用한 경우이다.

이와 같이 工業社會의 發展을 主導하는 工學의 研究者나 技術者가 確率論을 더욱 必要로하고 있으며 앞으로 더욱 많은 應用例가 增加할 것으로 期待된다고 본다.

2. 統計學의 應用

a) 統計學의 認識

認識의 方法으로서 統計學의 方法이 어떠한 特質을 가지고 있는가를 一般의으로 말하여 보자. 統計學의 發展過程을 歷史的으로 볼때 여러 段階가 있다. 이중에 現代段階의 統計學은 推測統計學(inductive Statistics)이다. 量產에 있어서 統計의 方法의 應用도 推測統計學이라고 볼 수 있다. 그러므로 推測統計學의 性格을 明白히 하여 보고자 한다.

推測統計學은 標本分布를 基礎로하여 特定標本을 調査分析한 結果로서 未知의 全體集團(母集團)¹⁾에 관한 情報를 確率論을 써서 認識하는 科學的인 方法이다. 즉 標本을 基礎로하여 推論을 進行하는 方法이다. 이 方法은 誤差가 出現하는 確率法則을 假定하고 標本으로부터 誤差의 部分을 감안하여 母數(parameter)²⁾를 追求하는 것이다.

이와 같은 推論에 의한 認識의 경우 物理나 化學實驗에 얻어지는 標本은 研究者가 어느정도 環境이나 條件을 制御할 수 있으나 農業, 工業, 生物 및 醫學등의 分野에서 調査나 實驗은 環境이나 條件의 管理가 잘 되지 않은 경우가 많다. 이와 같은 경우 實驗이나 調査를 周倒하게 計劃하여 正確한 推論이 可能하게 하여야 한다. 이것이 實驗計劃法(design of experiments)이다. 이 理論이나 方法은 널리 應用된다. 特히 社會科學의 分野에도 標本調査法으로 導入되어 많이 活用하고 있으며 그 効果는 크다. 이 方法은 調査對象이 된 것은 그 크기가 어느 정도이든간에 母集團의 標本으로 보아 標本調査結果로부터 母集團

에 대한 正確한 推定이나 檢定을 行하는 方法이다. 이러한 方法은 古典統計學(記述統計學)과는 根本的으로 다른 것이다.

b) 統計學의 應用

現代의 推測統計學의 方法은 自然科學分野의 研究에 一般으로 利用되는 反面에 社會科學分野의 研究에도 많이 活用됨을 알 수 있었다.

이와 같은 小標本の 調査나 實驗資料로부터 推測을 하는 方法論的인 立場에서의 現代推測統計學은 品質管理나 샘플링檢査와 같은 工業生産分野에도 많이 應用되어 量產의 3段階에 獨自的인 統計學으로까지 發展하였다. 特히 生産工場에서 工程能力에 대한 情報를 얻기 위한 方法으로 小標本에 의한 推測的인 手段에 立脚할때 統計의 方法論은 必然的인 方法이 된다. 또 檢査에 있어서도 製品이 高價인 경우는 小標本에 의한 拔取檢査法은 絕對的으로 有益한 方法으로 擡頭되었다.

以上과 같이 母集團에 대한 情報를 얻기 위하여 그 全體集團으로부터 抽出한 部分集團(標本)에 대한 知識(統計量)¹⁾을 토대로 하는 推測的인 方法을 생각할때 가장 科學的인 方法으로서 생각되는것이 統計의 方法인 것이다. 統計의 方法의 基本知識은 確率論 및 統計學에 基礎를 두고 있다. 結局 現代와 같이 複雜한 情報社會에 있어 그 認識 및 處理를 위하여 統計學의 應用은 至大하다고 본다.

Ⅲ. 工產品量產과 統計學

1. 量產의 3段階

工產品을 量產하는데 있어서 그 過程을 3段階로 나누어 본 것이 標準化, 生産, 檢査이다. 企業이 企業目的에 合當한 計劃을 樹立하여 運營하자면 먼저 어떠한 製品을 만들 것인가를 合理的으로 設定하여야 한다. 이것이 標準化의 作業過程이다. 둘째, 標準化에 의한 標準이 定해지면 標準대로 製品을 만들어 내야한다. 이 過程이 生

2) Monté Carlo method는 決定論的인 數學的模型의 문제를 이 문제에 포함된 未知量과 一致하는 parameter를 가진 確率過程을 作成하고, 任意標本으로부터 계산한 統計量에 의하여 近似的으로 解를 구하는 方法.

1) population으로 調査對象集團

2) 母集團의 特性值로 定數이다.

1) 標本에서 計算된 特性值로 標本平均, 標本分散등과 같은 것.

産이다. 세제, 生産된 製品이 標準대로 만들어졌는가를 調査하여야 하는데 이 過程이 檢査인 것이다. 이와같은, 量産의 3段階에 統計學이 다음 表1와 같이 應用된다.

表1 量産의 3段階와 統計學

量産의 3段階	統計方法의 活用
1. 標準化	規 格 論
2. 生産	品 質 管 理
3. 檢 査	샘 플 링 檢 査

以上은 量産運營過程을 3段階로 나누었을때를 論한 것이고 萬一 3段階로 나누지 않고 量産에 統計學의 應用을 一般的으로 論할때는 品質管理에 規格論이나 샘플링檢査를 包含시켜서 展開하기도 한다. 結局 品質管理를 크게 생각하면 標準이나 檢査도 같이 생각하게 된다.

2. 標準化와 規格論

a) 標準化의 目的

標準化는 標準이나 規格의 樹立에 있는 것이다 經驗이나 技術을 活用하여 基準을 만들고 業務를 單純化시켜 制度化함으로 能率向上을 期하고자 하는 手段이 標準化인 것이다. 量産에 있어서 標準의 設定은 무엇보다 重要하고 先決되어야 할 問題인 것이다. 標準은 다음의 要件을 滿足하는 것이 바람직하다.

- i) 基礎的이고 技術的研究에 의한 標準
- ii) 항상 새로이 改正되는 標準
- iii) 標準의 正確한 成文化

規格論은 標準化의 最終目標인 規格이나 標準을 定하는데 經驗의 知識이나 技術的이고 基礎的研究를 함에 있어서 統計的方法을 活用하여 定하는 것이다. 이같은 規格論은 母集團既知인 경우의 統計的處理의 問題가 主要部分이다. 管理水準에 대한 情報가 完全히 整理되어 있으면 規格에 관한 統計的 問題의 解決은 쉬운 일이지만 그렇지 않을 경우는 쉽지 않다.

IOS¹⁾에 의한 標準化의 定義는 다음과 같다. 「參與한 모든 사람에 가장 合當한 利益을 圖謀하

는 것을 目的으로 하고, 設備物의 動作과 安全條件을 對象으로 關係者가 協同하여 經驗, 技術, 科學을 土臺로 標準을 設定하고 이를 活用하는 組織的인 過程이다.」

b) 標準化의 對象

標準化의 目的은 標準의 設定인데 어떠한 內容을 標準化의 對象으로 할 것인가도 問題된다. 工業生産에 關與하는 모든 分野를 標準化하여야 한다. 對象을 分類하여 보면 圖1과 같다.

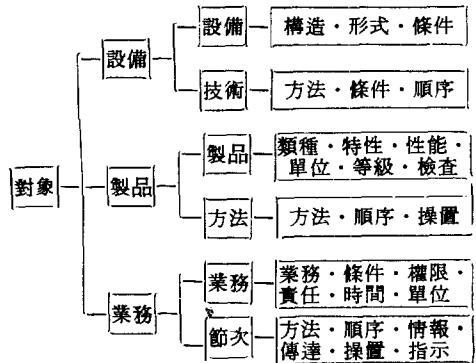


圖 1. 標準化의 對象

標準의 內容을 大分할 때 作業(operation)과 規格(specification)으로 나눌수 있다. 이 兩者는 作業의 種類와 工程의 크기 組織과 經營의 規格등에 따라서 經驗의으로 區分하여야 하고 때로는 區分않은 것이 有利한 경우도 있음을 알아야 한다. 標準化의 對象이 된것은 다음과 같은 것이 滿足되게 標準이 이루어져야 한다.

- i) 資材 및 動力의 經濟性
- ii) 製品利用의 單純化
- iii) 費用과 Service에 妥當한 均一화된 品質
- iv) 消費者利益의 保護
- v) 衛生 및 保健의 管理
- vi) 安全도와 生命의 保障
- vii) 傳達手段의 便利

c) 標準의 種類

標準을 分類하여 보면 다음과 같다.

- i) 國際標準
- ii) 國家標準
- iii) 組合標準

1) IOS는 International organization for standardization의 略字로서 國際標準化機構.

iv) 會社標準

國際標準은 世界, 全國家 또는 數個國家間의 協議에 의하여 設定된 標準이다. 이것은 國家相互間에 意思疎通으로 人類의 幸福을 增進시키는 데 뜻이 있다.

國家標準은 韓國의 KS¹⁾(韓國工業規格), JIS²⁾(日本工業規格)와 같이 國家로서 設定된 標準이다. KS設定은 製造業者, 使用者, 關係官廳, 學識專問家등의 協議에 의하여 定하여 진다.

組合標準은 同種業者의 組合이 使用者側과 協議하여 定하는 標準이다.

會社標準은 會社의 規格, 技術의 程度, 製造設備, 品質水準 등을 考慮하여 製造業者가 製造를 規律化하는 標準이다. 이것은 會社의 技術力이나 投入資本의 發現으로 顧客規格 또는 發表規格以外에는 秘密性을 保持하는 것이 通例이다.

d) 標準設定方法

標準을 設定하자면 먼저 工程分析和 作業分析을 하여야 한다. 工程은 作業의 集合이고 作業은 動作에 連續인 것이다. 動作을 基本要素로 나누면 몇개의 要素로 確定된다.

標準設定의 對象은 工程인데 作業能率研究로부터 工程의 內容을 圖示하면 圖2와 같다. 이 工程이 完全한 것은 아니지만 이러한 工程이 縱橫으로 連結되어 最終적으로 製品이 消費者에게 運搬된다.

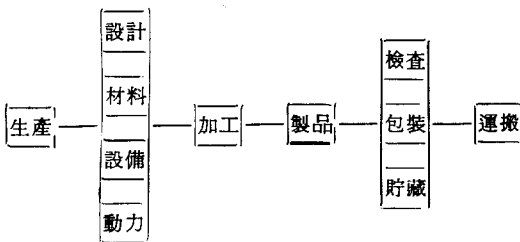


圖2. 工程의 內容

以上과 같은 工程內의 作業內容이 明確히 指示되고 그 指示에 따라 進行될때 工程은 安定되고 製品의 品質은 均一化된다. 結局 標準은 이와같은 工程 全部를 對象으로 確立되어야 하는 것이다. 各 工程에 따라 標準設定方法을 論하여보자.

i) 材料에 관한 標準

材料나 部品의 標準規格을 設定하는 것이다. 社外로부터 購入時는 購入規格(purchasing specification)이 된다.

ii) 設計에 관한 標準

製品品質의 最終目標인 設計規格(design specification)을 말한다.

iii) 設備에 관한 標準

設備의 使用法, 修理法, 點檢法등에 관한 作業標準 및 豫備部品에 관한 標準規格의 設定이다. 設備自體의 製造方法이나 設計의 標準은 別途로 定하고, 여기에서는 設備를 稼動하는데 必要한 標準을 모두 定하면 된다.

iv) 動力에 관한 標準

動力(人力, 電力, 水道, 燃料, Gas, 酸素, 水素, 石炭)의 規格, 使用方法에 관한 標準 및 作業 準의 設定을 말한다.

v) 加工에 관한 標準

作業方法에 관한 標準作業을 指示하는 것이다. 作業에 관한 溫度, 壓力, 時間, 範圍등을 指示하고 作業時의 部品, 材料의 位置, 工具備置方法등도 指示한다.

vi) 製品에 관한 標準

製品이 完成되면 顧客規格(customer rating)을 設定하여야 한다. 使用說明書도 標準으로 定하는 것이 좋다.

vii) 檢査에 관한 標準

製品의 良否를 判定하는 標準으로 檢査規格(inspection specification)을 두어야 한다. 必要한 品質特性에 關하여 中心值 및 許容範圍를 記載하고 品質特性의 試驗方法, 設備도 明示하여야 한다. 全數檢査인가 샘플링檢査인가도 區分하고 샘플링檢査인 경우 lot의 指示와 合否判定條件도 明示하여야 한다. 計測器의 較正方法 및 整備도 重要한 것이다.

viii) 包裝에 관한 標準

包裝의 良否에 의하여 輸送의 安全度가 定하여 진다. 包裝規格과 包裝方法에 關한 標準規格 및 作業標準을 設定하여야 한다.

1) KS은 Korean Industrial standards의 略字
2) JIS은 Japanese Industrial standards의 略字

ix) 貯藏 및 運搬에 關한 標準

製品을 貯藏하거나 運搬할때 作業標準을 設定하여야 한다.

e) 標準의 整理

設定된 標準은 重要한 財産이므로 記載形式이나 方法을 定하여 잘 整理하여 두어야 한다.

標準을 整理하는데 있어서 整理順序와 整理番號作成法이 合理的으로 便利하게 이루어져야 한다. 製品을 만들때 먼저 消費者가 要求하는 것이 무엇인가 어떠한 性能의 것을 만들것인가를 定한다. 以上の 條件을 滿足하는 製品을 만들자면 어떤 部品을 使用하면 좋은가 또 이 部品을 만들자면 어떤 原料를 使用하여야 되는가를 決定하여야 한다. 이러한 順序에 따라 標準整理順序를 定하는 것이 좋을 것이다. 즉

製品→部品→材料→原料

의 順序로 製品의 設計規格, 部品分解表를 作成한다. 그리고 標準設定方法에 따라 各 工程마다 標準을 設定한다. 各 部品에 대하여도 同一하게 標準을 設定한다. 整理番號를 作成할 때는 使用上에 便利한 點도 考慮하여야 한다.

f) 標準의 實施

標準化에 의한 標準이 設定되면 經營方針에 立脚하여 強力히 實施하여야 한다. 標準에 대해서 現場의 信用이 없으면 困難하다. 그러므로 設定時에 具體적이고 細部的인 事項에 대하여는 現場의 意向도 듣는 것이 좋을 것이다. 標準으로 設定되었으면, 큰 理由가 없는한 이에 違反하는 것을 許容하여서 아니되고 指示된 標準에 대하여 標準으로서 適合한가를 管理圖나 其他의 方法에 의하여 恒常 監視할 必要가 있는 것이다.

標準化를 推進하기 위하여는 經營方針에 따라 다음의 順序로 즉

經營者→管理者→監督者·技術者→作業者

인 차례로 指示되어 實施토록 한다. 內容面에서 效果的인 方法으로 推進하려면 推進方針과 指示內容을 規定으로 定하고 各 部門間에 共通的으로 必要한 要領을 標準管理規定으로 定하여야 한다. 그리고 이들 規定에 따라서 效果的인 改善도 생각하고 새로운 標準의 推進도 可能토록 하여야한

다. 이러한 系統이 이루어진 體系가 確立되어 尙상 回轉하면서 一段階씩 進歩, 向上하여 나가는 永續的인 活動으로 標準化는 이끌어 져야 한다.

3. 生産과 品質管理

a) 品質管理의 定義

標準化에 의하여 標準規格이 樹立되면 製品을 生産하고 이 生産過程에서 規格대로 만들어 지는 가를 管理하여야 한다. 어떤 現象을 管理한다고 하는 것은 過去の 經驗을 利用하여 그 現象이 未來에 있어서 어떻게 變化되는가를 적어도 어느 한도내에서 豫測되는 것을 意味한다. 여기서 어떤 限度內에서의 豫測이라 하는 것은 그 現象의 觀測值가 豫測된 限度內에 떨어지는 確率을 알려지는 것을 意味한다.

過去로부터 未來를 豫測함에는 法則을 利用하는데 여기서는 決定論的인 法則이 아니고 大數의 法則¹⁾과같이 確率論的인 法則을 써서 豫測한다. 이와같이 豫測되는 상태를 統計的管理狀態(state of statistical control)라 한다. 製品生産에 이러한 管理概念을 W. A. Shewhart가 1924년에 導入하고 發表하였다. 이것이 효시가 되어 管理技法으로 品質管理(quality control; QC)가 크게 發展하여 많이 活用되고 있는데 現今에는 QC를 統計的品質管理(statistical quality control; SQC)와 綜合的品質管理(Total quality control; TQC)로 區分하여 定義를 하고 있다. 몇개의 定義를 살펴보자.

1961년에 制定된 KSA3001에 의하면 「QC란 需要者의 要求에 맞는 品質이 製品을 經濟的으로 만들어내기 위한 모든 手段의 體系이다」 「近代의 品質管理」는 統計的方法을 採用하고 있으므로 특히 SQC라 한다.」

W. E. Deming의 定義에 의하면 「QC란 가장 有用하며, 또한 購買者가 要求하는 製品을 가장 經濟的으로 生産하는 方法을 말한다.」 「SQC란 最大限으로 有用하며 더욱 市場性이 있는 製品을 가장 經濟的으로 生産할 것을 目標로 하여 生産의 모든 段階에 統計學의 原理와 手法을 應用하는 것이다.」

1) 理論的確率인 P인 試行을 n회하였을때 任意的 ε>0에 대하여 相對數를 $\frac{r}{n}$ 라 하면, $\lim_{n \rightarrow \infty} Pr\{|\frac{r}{n}-P|<\epsilon\}=1$

J. M. Juran의 定義에 의하면 「QC란 品質의 標準을 設定하고 이에 到達하기 위하여 使用되는 모든 手段의 體系이다. 또 SQC는 QC가운데 統計的方法을 應用한 部分이다.」

A. V. Feigenbaum의 定義에 의하면 「TQC란 消費者에게 充分히 滿足되는 品質의 製品을 가장 經濟的인 水準으로 생산할 수 있도록 社內의 各部門이 品質開發, 品質維持 및 品質改善의 노력을 調整統合하는 效果的인 體系이다.」

이상의 定義에서 알수있듯이 QC는 近代에 들어서서 2가지 特徵있는 方法으로 展開되고 있음을 알수 있다. 그 하나는 SQC이고 다른 하나는 TQC이다. 確率論을 기초로 한 統計的方法을 效果的으로 驅使한 것이 SQC이고, 企業內에서 組織的으로 採用된 QC의 認識을 부르짖고 活用하는 것이 TQC인 것으로 볼 수 있다. Shewhart의 思想에 따르면 SQC가 基本이 되고, 이를 組織的으로 全社內에 擴大 展開한 것이 TQC라 하겠다. SQC의 主張은 Deming이고 TQC의 主張은 Feigenbaum을 들수 있는데 展開方法이 다를 따름이지 目的은 같다. 結局 TQC도 統計的方法을 採用한 SQC를 基盤으로 展開되어야 한다고 본다.

b) 品質管理의 發達과 導入

工業에 近代의 量產方式이 導入됨으로 製品의 品質을 바라는 水準으로 維持하고자 하는것이 질 실패하게 요망되었다. 從來의 QC는 現場의 管理法에 지나지 않으며 系統이 이루어진 科學的管理法이 나타난 것은 近代에 들어서면서 인데 近代의 品質管理의 特徵을 살펴보면 다음과 같다.

i) 計測技術의 發達

ii) 企業組織의 合理化

iii) 製造工程管理에 統計學의 導入

美國, 英國, 日本 그리고 韓國의 QC發過展程과 導入을 살펴보자.

(1) 美 國

1924年 5月 Bell Telephone Laboratories의 W. A. Shewhart는 製造工程의 管理에 統計的方法을 應用한 新手法을 생각하였다. 今日의 管理圖法으로 널리 쓰여지고 있는 것은 이를 기초

로 하고 있는 것이다. 또 Bell system의 H. F. Dodge와 H. G. Romig은 統計學을 샘플링檢査에 應用하여 Dodge-Romig의 샘플링檢査表를 作成하였다.

1930年代에 Bell system의 研究陣은 ASTM, ASA, ASME와 協力하여 統計的方法을 美國內에 널리 普及코져 노력하였지만 노력에 比하여 普及은 不進하였고 1938년에 量產을 하고있는 會社에서 統計的方法을 導入한 會社는 10개 회사도 되지 않았다.

ASTM이 1933 및 1935년에 「ASTM Manual on QC」를 作成하였는데 이것이 美國戰時規格 Z 1.1~3의 기초가 되었다.

第2次世界大戰이 勃發함으로 莫大한 物資가 必要하게 되니 工產品은 大部分 軍需에 調達되고 量 및 價格 그리고 質의 標準化가 크게 문제되었다. 이로 인하여 좋고 싼 製品을 大量生産하여야 겠다는 産業에 革命이 일기 시작하였다. 이에 軍에서는 많은 軍需物資를 納入케 됨으로 다음 2가지 立場에서 SQC를 活用하였다.

i) 納品業者의 檢査에 統計的인 샘플링檢査를 採用한 것.

ii) 軍이 行한 教育 Program

軍에서 統計的方法을 導入하는데 努力한 사람은 L. E. Simon將軍이다.

美國防省의 要請에 의하여 ASA는 1941년부터 1942년에 걸쳐 3個의 戰時規格(American war standard Z1.1, Z1.2, Z1.3)을 制定하였고, 1942年 以後 Stanford, Los Angeles 등의 大學에 軍需會社나 納入會社를 모아서 8~10日間에 강습회가 國家의 豫算으로 이루어졌고 그후 全國各地에서 同一한 강습회가 開催되어 많은 成果를 보았다.

美國에 있어 戰時中 QC研究는 Columbia 大學의 SRG(Statistical Research group)¹⁾의 活動이 크며 특히 QC에 대한 劃期的인 研究는 軍事科學의 達發로 戰時中 特殊한 軍事的 要請에 의하여 이루어졌는데 그 한 例는 Columbia 大學에 있는 A. Wald의 逐次解析法(Sequential analysis)이다.

1) Columbia大學의 統計研究部 (A. Wald도 構成員).

이와 같이 美國에 있어서는 SQC를 軍에 普及됨과 同時에 企業體에서 自意에 의하여 導入하였다.

(2) 英 國

英國에 있어서 QC의 發展은 처음에 美國을 앞섰다. Shewhart가 London을 訪問한 것은 1932年 5月이고 바로 12月에 E. S. Pearson은 Royal Statistical Society²⁾에서 이미 QC에 關한 報告를 하였던 것이다. 그후 British Standards Institution³⁾도 이와 같은, 새로운 手法을 擇하고, E. S. Pearson의 著書 「The Application of Statistical methods of industrial Standardization and Quality Control」⁴⁾을 1935年에 規格(BS600)으로 採用하였다. 그리고 B. P. Dudding과 W. J. Jennett에 의한 「Quality Control charts」를 1942年에 BS600R로서, 또 美國의 戰時規格Z1을 그대로 BS1008로 採用하고 그후 「Fraction Defective charts for QC」을 BS1313으로 1947年에 採用하고 標準化와 QC를 發展시켰다.

(3) 日 本

1945年 日本科學技術聯盟(JUSE)에서 5人의 研究委員會가 發足되고, 1946年에 「第1回 QC basic course」가 開講되었다. 그리고 GHQ⁵⁾의 民間通信部는 日本의 電氣通信工業에 대하여 指導를 하고 一部の 企業에서 實施도 하였다. 1945~1976年間에 日本의 工業에 있어서 QC의 役割은 至大하다.

戰前의 日本製品에 대한 世界의 惡評은 지금 크게 달라졌음은 明白한 事實인데 이것은 1950年 7月 Deming을 JUSE가 招聘하여 「QC 8日 Course」를 통해 QC普及을 合理的으로 하였기 때문인 것으로 알려졌다. Deming의 指導는 日本에 있어 QC를 導入하는데 큰 推進力이 된 것이다.

日本의 特徵은 戰後 어려운 시기에 大學人이나 企業人이 같이 QC에 參與하여 研究하고 應用普及하여 發展시켰다고 본다. 여기서 媒體役割을 充實히 잘 해준 것이 JUSE와 日本規格協會이다.

(4) 韓 國

우리나라에 있어서 生産과 直結되는 標準化 및 QC活動을 初期부터 大략 살펴보면 다음과 같다.

韓國의 標準化 事業 및 QC活動展開

年度	標準化 및 QC活動	關係處	內容과 目的
1949	○農産物檢査法制定 ○軍輸物資規格書制定 ○商標法 制定	農 林 部 國防部(陸軍) 商 工 部	農産物受買時 檢査基準과 檢査方法 피복류 規格 및 부식물 規格 상공업자 보호를 위한 신용확보와 과열경쟁방지
1950	○水産物檢査法 制定	農 林 部	수산물류의 檢査기준 및 檢査방법
1055	○忠州비료工場 設立	商 工 部	QC도입(外國技術者에 의하여)
1956	○도로규격 작성	대한도로협회	도로의 品質규정과 배합기준
1959	○시설공사표준품기준 ○한국산업표준규격협회발족	國 防 部	표준시공기준 標準化 및 QC전개, 준규격운동 策자발간
1960	○軍표준규격제정 ○한국산업인구라부발족	國 防 部	物品구입검사시 샘플링檢査法과 그 절차규정 표준화 사업전개
1961	○한국공업규격(KS)제정 ○工業標準化法제정 ○標準局設置	商 工 部 " "	국가규격으로 제품규격, 方法규격, 전달규격 工産品の 品質改善, 生産能率向上과 去來의 單純化 표준화에 關한 사무관장
1962	○工業標準審議구성 ○第1回 QC강습회 개최	한국산업표준 규격 협회	상공부정관 咨문기구로서 規格심의 QC강좌
1963	○國際標準化 事業		IEC ²⁾ 에 加入(1963. 5), ISO ³⁾ 에 加入(1963. 6)

2) 王立統計協會
3) 英國標準研究所
4) 所産業標準化와 品質管理에 統計의 方法의 應用
5) GHQ은 General Head Quarters의 略으로 進駐軍總司令部.

	○KS表示制度 실시		소비자보호를 위하여 제품에 KS表示
1965	○한국규격협회 (KSA) 발족	민간인가단체	한국산업표준규격협회가 KSA로 개칭 발족 標準化와 QC展開
1966	○品質管理學會 발족		QC研究展開 및 普及 (USOM의 후원으로 창설)
	○「品質管理」誌 創刊	KSA	QC展開 및 普及
	○5個月課程 QC강습회 개최	KSA와 QC학회	QC士 양성과정
1967	○品質管理法 제정	商 工 部	工產品 品質向上
	○品質管理士制度 실시		不良品豫防으로 製品品質保證의 強化
	○品質管理課 設置	商 工 部	상공부 중소기업국내에 두어 QC사무관장
1969	○工業標準化 10個年 計劃 樹立	〃	標準化事業의 促進과 QC定着
1970	○不良品 展示會	상공부와보사부	소비자보호
	○第 1 回 QC서어클大會開催	品質管理學會	汎産業의 QC운동의 一環
1973	○工業振興廳發足	상공부 의청	상공부표준국 업무흡수
1975	○第 1 回品質管理 및 標準化大會	KSA	工業振興廳 후원으로 標準化 및 品質管理擴大普及
	○ W. E. Deming博士 招聘	〃	經營者 統計的方法導入에 의한 QC普及
1976	○「QC서어클」誌創刊	〃	현장의 정보교환
	○産學協同體制 발현	〃	工業振興廳 후원으로 管理技術教授團 産業視察

- 1) IEC은 International Electrotechnical Commission의 略. 1908年 發足
- 2) ISO은 International Organization for Standardization의 略. 1947年發足

이상에서 알 수 있는 바와같이 1949年 부터 미 미하나마 標準化가 軍, 政府, 民間團體에서 싹이 트기 시작하여, 制度化되어 導入을 展開한 것은 1960年度 부터라 볼 수 있다. 1973年 까지는 QC 를 意識하여 商工部 標準局이 外形의이나마 導入 및 普及를 推進은 하였으나 成果는 신통치 않다고 본다. 그러나 1963年에 發足한 KSA는 標準化 및 QC의 教育和 普及을 위하여 民間團體로서 功이 많았음을 指摘할 수 있다.

1973年에 工業振興廳이 發足하면서 積極的이고 強壓的인 QC普及은 擴大一路에 있는데 括目할만한 發展은 보이지만 問題點이 없는 것은 아니다.

(5) 앞으로의 方向

이상에서 살펴본 바와 같이 美國 및 英國에서 發達한 QC의 手法은 Europe을 비롯하여 거의 모든 世界各國이 導入되어 活用하고 있다.

우리나라에서도 앞에서와 같이 導入하여 活用하고 있지만 定着化를 위하여 不斷히 努力하여야겠다.

現在 TQC쪽에서 QC서어클도 強化하고 積極的으로 推進하므로 QC에 대한 認識이 많이 높아지고 各 企業마다 關心을 갖고 있는 것이 뚜렷하게 나타나고 있다. 그러나 意識構造 또는 企業構造가 先進國과 다른 우리가 直輸入하여 아무런 研究나 判斷없이 適用하고 있는 點은 생각할 問

體로 나타내야 할 줄 믿는다.

標準의 國際化와 市場의 世界化에 따른 産業合理化에 政府의 積極的인 支援이 必要하며 이에 따라 産業界와 學界가 QC에 共同參與하여 研究하고 檢討하므로써 QC가 早速히定着되어야 겠다고 느낀다.

c) QC의 意義

(1) 品質의 意義

製品의 性質, 形狀 또는 狀態를 그 製品의 特性 (characteristic)이라 하고 特性을 適當한 單位를 써서 數量으로 나타낸 값을 特性値라한다. 製品이 使用目的을 다하기 위하여 갖추어야할 特性値를 品質(quality)이라 한다.

品質의 目標에는 2가지 意味가 있는데 第 1 意味의 目標은 品質의 性能을 目標의 品質에 가깝게하는 것이고 第 2 意味의 目標은 目標品質에 變動을 작게 하는 것이다. 실(糸)을 예로들면 실의 強度는 無制限으로 強하면 強하니 만큼 좋은 것이 아니고 그 실의 使用目的에 適合한 強度가 그 실로서 좋은 것이다. 이 強度가 第 1 意味의 目標 品質이다. 또 실의 強度에 缺陷(defects)이 없이어느 곳을 취하여도 同一한 좋은 強度를 가지는 것이 期待된다. 즉 變動이 작으면 작을수록 좋은 것이지만 極度の 均一性을 要하는 것은 製造原價를 높이기 되므로 그 실의 使用目的이나 經濟性

으로부터 變動을 어느 以內로 한다고 하는 目標가 생기는 것이다. 이것이 第2意味의 目標品質인 것이다. 目標品質에 가깝게 하는 것이 品質向上이다.

製品の 品質을 決定하는 因子로서는 原材料, 製造技術, 製造設備를 들 수 있다. 以上の 因子는 第1意味의 目標品質에 決定的인 影響을 미친다. 第2意味의 目標品質 즉 品質의 均一性에 대하여도 以上の 因子가 決定的인 影響을 미치는 同時에 管理面의 影響도 크게 받는다. 品質管理의 效果도 이러한 점에서 엿볼 수 있다.

(2) 品質管理

QC는 生産過程에서 品質을 管理하는 것이다. 量産에서 QC하면 標準化나 샘플링檢査까지도 包含시켜서 이야기 되는 수도 흔히 있다.

QC에 있어서 統計的인 思考나 方法이 重要한 것은 品質이 變動하기 때문인 것이다. 品質이 均一한 製品을 만든다 할지라도 實際로 만들어진 製品의 品質에는 반드시 變動이 따른다. 이 變動을 安全히 없게 할 수는 없다. 그런데 이 變動은 統計的인 法則性이 있다. 이것을 確率論에 의하여 把握할 수 있는 것이다. 이를 기초로 하여 品質의 分布를 客觀的으로 判斷하는 것이 統計的인 方法이고 이러한 方法을 QC에 適用하는 것이 統計的인 品質管理의 根本인 것이다. 結局 統計的인 方法을 活用하여 QC를 보다 科學的으로 行하는 것이 SQC인데 여기서 統計的인 方法은 어디까지나 手段이지 目的은 아니다. 이러한 SQC의 主內容은 管理圖法인 것이다.

(3) 管理圖法

製造工程에 있어서 工程이 管理狀態에 있는 가의 情報를 얻기 위하여 管理圖(control chart)가 쓰여진다. 이 特殊한 圖法을 써서 QC를 行하는 것을 管理圖法이라 한다.

管理圖에는 圖3과 같이 3개의 線이 있는데 다음과 같은 것이다.

管理上限 : UCL(Upper control limit)

中心線 : CL(central line)

管理下限 : LCL(lower control limit)

中心線은 平均品質을 나타내고, 上下의 管理限界線은 標本으로부터 구한 資料의 點이 이 限界

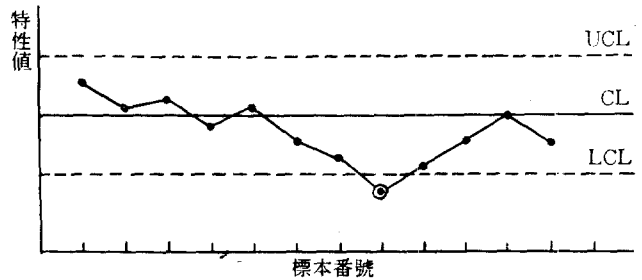


圖3. 管理圖

內에 있으면 工程이 管理狀態에 있고, 萬一 밖으로 나가면 品質의 變動에 偶然的인 아닌 變動이 어떤 原因으로 생기는 것을 나타낸다.

管理圖를 보고서 適切한 操置(action)을 行하는 것은 高度의 技術者의 判斷과 經驗이 必要하지만 事前에 工程上의 異常을 發見하고 大量의 不良品發生을 防止하는데도 쓰인다.

管理圖의 種類는 많지만 주로 쓰이는 管理圖를 들어보면 다음과 같다.

- i) \bar{x} -R管理圖(平均과 範圍管理圖)
- ii) \bar{x} 管理圖(個別值管理圖)
- iii) Me 管理圖(median 管理圖)
- iv) P 管理圖(不良率管理圖)
- v) Pn 管理圖(不良個數管理圖)
- vi) c 管理圖(缺點數管理圖)
- vii) u 管理圖(單位當缺點數管理圖)
- viii) $L-S$ 管理圖(最大值最小值管理圖)
- ix) $M-R$ 管理圖(中點值·範圍管理圖)

管理圖에 쓰여지는 統計量은 標本製品の 品質로 計算된다. 이것을 x 라 하고, 이 工程이 管理狀態에 있을 때의 x 의 確率密度函數를 $f(x)$ 라 하자. 이때 CL 을 $E(x)$ 로 上方 및 下方管理限界線을 x_U, x_L 이라 할 때

$$\int_{-\infty}^{x_U} f(x) dx = \frac{\alpha}{2}, \quad \int_{x_L}^{\infty} f(x) dx = \frac{\alpha}{2}$$

이 滿足되게 한다. 이 경우 工程에 異常이 없는 경우에도 資料(標本點)는 確率 α 로서 管理限界 밖으로 나타난다. 또, 工程이 管理狀態에 있을 때 資料가 管理限界內에 存在하는 確率은 $1-\alpha$ 이다.

管理圖法은 量産工程에서 製造技術이 確立되어 있는 경우에 쓰여진다. α 를 크게 하면 工程에 異

常인 없는 데도 빈번하게 檢査와 操置를 取하게 되므로 生産性を 저하시킨다. 즉 生産者危險이 크다.

x 의 分布가 正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ 인 때

$$E(x) = \mu, \quad x_U = \mu + 3\sigma, \quad x_L = \mu - 3\sigma$$

이다. 이와 같은 管理限界를 3 σ 限界(3 sigma limit)라 한다¹⁾. 實際問題에 있어서는 x 가 正規分布를 할지라도 그 母數(paramater) μ, σ^2 은 推定值(estimate)로 代用해야 한다. 이 推定值의 精度(precision)은 一般的으로 標本數의 平方根에 反比例하므로 되도록이면 많은 資料로부터 計算하는 것이 좋다.

管理圖를 作成할 때 中心線이나 限界線을 決定하는 方法은 3 σ 管理圖法으로 처리하는데 이를 몇 개만 나타내어 보면 表2와 같다²⁾.

表2. 管理圖의 CL과 UCL 및 LCL

統計量	UCL	CL	LCL
\bar{x}	$\mu + 3\sigma/\sqrt{n}$	μ	$\mu - 3\sigma/\sqrt{n}$
R	$\bar{R} + 3(d_3/d_2)\bar{R}$	\bar{R}	$\bar{R} - 3(d_3/d_2)\bar{R}$
x	$\mu + e_2R$	μ	$\mu - e_2R$
P	$P + 3\sqrt{P(1-P)/n}$	P	$P - 3\sqrt{P(1-P)/n}$
Pn	$Pn + 3\sqrt{Pn(1-P)}$	Pn	$Pn - 3\sqrt{Pn(1-P)}$
C	$\lambda + 3\sqrt{\lambda}$	λ	$\lambda - 3\sqrt{\lambda}$

(4) 許容限界

工業生産에 있어 品質의 多少間의 變動은 許容된다. 設計者나 使用者가 이를 認定해야한다. 이 限界를 許容限界(tolerance limit) 또는 規格限界(specification limit)라 한다. 이 限界는 使用目的에 따라서 決定되어야 하지만 製品의 몇%가 規格을 滿足하는 가를 처음부터 알고 싶은 것이다.

製品의 品質 x 은 正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ 를 한다고 할 수 있으므로 許容限界를 $\mu \pm 1.645\sigma$ 로 하면 製品中 90%가 合格되고, $\mu \pm 1.96\sigma$ 인 때는 95%가 合格한다. x 의 分布에 관해서 充分한 大量의 資料가 있고 그 分布가 잘 알려져 있을 때는 許容限

界와 製品比率이 計算된다.

製品의 母集團에 관한 情報가 없을 때는 크기 n 인 標本으로부터 구한 平均 \bar{x} 와 標準偏差 s 에 의하여 許容限界와 製品比率과의 關係를 어떤 信賴度로서 推定할 수가 있다. 즉 許容限界 ($x - ks$, $x + ks$)內에 들어가는 製品比率이 信賴度 $1 - \alpha$ 로서 p 以上이 되게 k 를 定할 수가 있는 것이다.

4. 檢査와 샘플링檢査

a) 샘플링檢査法

製品을 出荷시킬 때 製品의 集合인 lot를 設定한다. 이 lot中에 不良品이 없는 것이 理想的인 기대되나 실제로는 없을 수가 없다. 消費者側에서는 lot中의 不良率이 적다는 保證을 要望하게 된다. lot中에 不良品이 얼마나 들어있는가의 問題는 檢査에 의하여 解決된다. 從來의 檢査는 lot를 구성한 製品全體를 檢査하는 全數檢査方式을 使用하여 왔는데 이것은 經濟的이 못되거나 또는 適用할 수 없는 경우가 있으므로 lot로부터 標本을 抽出하여 檢査하고 이 結果를 定해진 判定基準과 比較하여 lot의 不良率을 推定하는 샘플링檢査法(sampling inspection)을 利用한다. 이 檢査法은 여러가지 利點이 있고 또 標本調查論(sampling theory)이 近來에 크게 發達하였는 관계로 이를 應用한 샘플링檢査法이 많이 活用되고 있다. 더욱 A Wald의 逐次解析法(Sequential analysis)이 研究發表됨으로 샘플링檢査法은 劃期的인 發展을 보았다. 이 效果가 너무 커서 美國 政府는 1954年 6月까지 軍機로 취급하고 發表를 하지 않았다.

檢査(inspection)를 現代의인 立場에서 定義하면 다음과 같다.

「檢査란 製品을 어떤 方法으로 測定한 結果를 判定基準과 比較하여 個個製品의 良·不良 또는 lot의 合格·不合格의 判定를 내리는 것이다. 샘플링檢査는 lot로부터 標本을 抽出하여 試驗하고 이 結果를 判定基準과 比較하여 그 lot의 合格·不合格을 判定하는 檢査이다.」

檢査에 있어서 合格의 判定基準이 되는 것이 受

1) 3 σ 限界를 取할 때 資料의 99.7% 以上이 管理限界內에 있게 된다.
2) 管理限界線을 구할 때 各係數는 別途로 구한다.

入規格(acceptance specification) 또는 採擇規格이라 한다.

工業生産에 있어서 샘플링檢査의 主用途를 들어보면 다음과 같은 것이 있다.

i) 入荷時 原材料, 半成品 및 完成品の 品質의 程度와 그 合格이나 不合格의 判定

ii) 出荷時 製品品質의 程度 및 그 合格이나 不合格의 判定

iii) 工場內 工程에 있어서 生産된 半成品이 다음 工程을 지나야 할 경우 이 半成品을 通過시킬 것인가 不通過시킬 것인가의 判定

iv) 製品의 品質을 改善하고 管理한다.

b) 샘플링檢査方式의 種類

샘플링檢査方式에는 여러가지 種類와 型이 있다.

i) 檢査特性—計量과 計數

ii) 抽出方式—1回, 2回, 多回, 逐次

iii) 檢査型—規準型, 選別型, 調整型, 連續生産型

이들의 結合에 의하여 여러가지 方法이 派生되어 나온다.

(1) 規準型 샘플링檢査(Sampling inspection based on operating characteristics)

生産者와 消費者의 保護를 規定하고, 兩者의 要求를 滿足하게 定한 檢査方式이다. 이때 計數 1回規準型샘플링檢査는 lot로부터 任意로 n 個의 標本을 抽出하고 그 中에 不良品の 个数 x 가 처음에 定하여 놓은 採擇數(acceptance number) c 以下일 때 lot를 合格시킨다.

지금 lot의 크기를 N , lot 不良率을 p 라 하면 N 개중의 不良品の 个数는 Np 이고 n 個의 標本中의 不良品の 个数 x 는 超幾何分布를 한다. 지금 lot가 合格하는 確率을 $L(p)$ 라 하면

$$L(p) = P_r\{x \leq c\} = \sum_{x=0}^c \frac{\binom{Np}{x} \binom{N-Np}{n-x}}{\binom{N}{n}}$$

로서 p 의 函數이다.

超幾何分布는 2項分布에 近似하므로

$$L(p) = \sum_{x=0}^c \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

이 成立한다.

(2) 選別型샘플링檢査(sampling inspection with screening)

標本中 不良品の 个数가 採擇數를 上回하는 경우는 lot의 나머지 全數를 檢査하고 選別하여 不良品이 있으면 良品과 交換한다. 이와 같이 하면 全數選別된 lot는 檢査後 不良率은 零이 된다.

lot 不良率이 p 일때 lot가 合格한 確率은 $L(p)$ 이므로 檢査後의 平均不良率은

$$pL(p) + 0 \times (1-L(p)) = pL(p)$$

이다. 이것을 平均出檢品質(average outgoing quality; AOQ)이라 한다. 이것은 lot의 最初不良率의 函數이다. AOQ曲線은 圖4와 같은 것인데 一定值를 넘지 않는다. AOQ의 最大值를 平均出檢品質限界¹⁾라 한다.

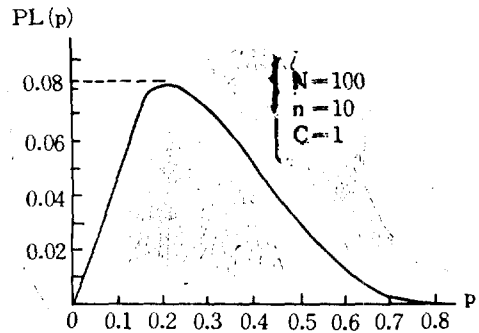


圖4. AOQ 曲線

(3) 調整型샘플링檢査(sampling inspection with adjustment)

lot의 檢査가 계속 이루어지는 경우 그 品質에 따라서 샘플링檢査方式을 바꾸어 調整하는 方式이다.

(4) 連續生産型샘플링檢査(sampling inspection for continuous production)

lot生産이 아니고 連續生産의 製品에 대해서 처음에 個別檢査를 行하여 良品이 一定個數가 나오면 샘플링檢査로 옮기고 不良品이 나오면 다시 個別檢査로 돌아가는 方式을 쓰는 檢査이다.

(5) 2回샘플링檢査(double sampling inspec-

1) average outgoing quality limit (AOQL)

tion)

第 1 回 n_1 개의 標本을 任意로 抽出하고 그중 不良品의 갯수가 x_1 이라 할 때

- i) $x_1 \leq a_1$ 이면 lot合格
- ii) $x_1 \geq r_1$ 이면 lot不合格
- iii) $a_1 < x_1 < r_1$ 이면 第 2 回 n_2 개의 標本을 抽出한다.

不良品의 累計가 x_2 라면

- i) $x_2 \leq a_2$ 이면 lot合格
- ii) $x_2 \geq r_2$ 이면 lot不合格

인 判斷으로 檢査를 2段階에서 끝내는 方法이다.

이 方法은 檢査個數를 줄이기는 하나 檢定の 過誤에 대한 確率은 커진다. lot不良率 p 가 아주 작은 경우나 반대로 아주 큰 경우는 적은 標本으로 合否가 決定되지만 中間의 경우는 檢査갯수가 增加한다.

이때

$$n = n_1 + n_2 p$$

를 平均檢査量¹⁾이라 하고 p 의 값에 따라 n 의 값은 다르다. 이것을 圖로 表示한 것이 ASN 曲線이다.

2回샘플링檢査와 同一한 方法에 3回, 4回, 一般적으로 多回샘플링檢査(multiple sampling inspection)가 있다.

(6) 逐次샘플링檢査(sequential sampling inspection)

이 方法은 高價인 製品의 檢査時에 絶對적으로 必要한 것이다.

各回의 샘플링個數는 1개씩이고 回數는 制限되지 않는다.

지금 直交座標軸의 x 軸을 良品, y 軸을 不良品으로 取하고 1個씩 샘플링된 製品을 圖表로 나타내어 보자. 原點으로부터 出發하여 良品이 샘플링되면 1單位씩 水平으로 右로 移動하고 不良品이 샘플링되면 1單位씩 垂直上向으로 線을 이어 나간다. 各回의 샘플링結果

i) 合格, ii) 不合格, iii) 샘플링계속 中の 하나를 決定하는 것은 다음과 같이 定한다. 2個의 平行線으로 平面을

- ① 不合格領域
- ② 샘플링繼續領域
- ③ 合格領域

으로 分割하고 到達點이 어느 領域에 이르는가에 따라서 定해진다.

이 3個의 領域을 區分하는 平行線에 대하여 論해 보자.

lot不良率 p_1 인 lot를 合格시키는 危險率(消費者危險)을 β 라 하고, lot不良率 p_0 ($< p_1$)인 lot를 不合格시키는 危險率을 α (生産者危險)라 하자. 抽出時 個個의 製品에 대한 觀察量을 Y_i 라 하고

$$Y_i = \begin{cases} 1; & \text{不良品일 때} \\ 0; & \text{良品일 때} \end{cases}$$

로 둔다. 이때

$$\sum_{i=1}^n Y_i = X_n$$

라면, Y_i 의 確率分布는

$$P^{y_i} (1-P)^{1-y_i}, (y_i = 0 \text{ 또는 } 1)$$

이 되고¹⁾, 그 尤度比는

$$\lambda_n = \frac{P_1^{X_n} (1-P_1)^{n-X_n}}{P_0^{X_n} (1-P_0)^{n-X_n}}$$

이 된다. 檢定에서의 같이 n 를 變化시켜 $\lambda_n \leq b$ 이거나 $\lambda_n \geq a$ 로 될때까지 檢査를 계속한다. 前者는 lot合格, 後者는 lot 不合格으로 歸結된다. 이때 a, b 는

$$a = \frac{1-\alpha}{\beta}, b = \frac{\alpha}{1-\beta}$$

이다. 다음 $\lambda_n \geq a$ 代身에

$$(i) \log \lambda_n = X_n \log \frac{P_1}{P_0} + (n-X_n) \log \frac{1-P_1}{1-P_0} \geq h$$

또 $\lambda_n \leq b$ 및 $b < \lambda_n < a$ 代身에 各各

$$(ii) \log \lambda_n = X_n \log \frac{P_1}{P_0} + (n-X_n) \log \frac{1-P_1}{1-P_0} \leq -k$$

$$(iii) -k < \log \lambda_n = X_n \log \frac{P_1}{P_0}$$

$$+ (n-X_n) \log \frac{1-P_1}{1-P_0} < h$$

로 둔다.

여기서

1) average sample number (ASN)

1) 2項分布에 의거하여 $(P^x (1-P)^{n-x})$

$$h = \log a = \log \frac{1-\alpha}{\beta}, \quad k = -\log b = \log \frac{1-\beta}{\alpha}$$

이다. (i), (ii), (iii)을 정리하여 보면

$$(iv) X_n \geq \frac{h}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_1}{1-P_0}} + \frac{\log \frac{1-P_0}{1-P_1}}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_0}{1-P_1}} \cdot n$$

$$(v) X_n \leq -\frac{k}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_0}{1-P_1}} + \frac{\log \frac{1-P_0}{1-P_1}}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_0}{1-P_1}} \cdot n$$

$$(vi) -\frac{k}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_0}{1-P_1}} + \frac{\log \frac{1-P_0}{1-P_1}}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_0}{1-P_1}} \cdot n \leq X_n \leq \frac{h}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_0}{1-P_1}} + \frac{\log \frac{1-P_0}{1-P_1}}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_0}{1-P_1}} \cdot n$$

$$\mu_1 = \frac{h}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_0}{1-P_1}}, \quad \mu_0 = \frac{k}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_0}{1-P_1}}, \quad L = \frac{\log \frac{1-P_0}{1-P_1}}{\log \frac{P_1}{P_0} + \log \frac{1-P_0}{1-P_1}}$$

이 된다. 여기서

$$(viii) X_n \geq \mu_1 + Ln \rightarrow \text{不合格領域}$$

$$(ix) X_n \leq -\mu_0 + Ln \rightarrow \text{合格領域}$$

$$(x) -\mu_0 + Ln < X_n < \mu_1 + Ln \rightarrow \text{샘플링계속領域}$$

이 되는데 이 領域을 區分하는 境界線은

$$y = \mu_1 + Ln, \quad y = -\mu_0 + Ln$$

로 決定된다. 이때

$$P_0 < P_1, \quad \alpha + \beta < 1, \quad L < 1, \quad \mu_0, \mu_1, L \text{은 正數}$$

예를 들면 20%의 不良率을 가진 lot를 合格으로 하는 確率 $\beta = 0.01$, 10%의 不良率을 가진 lot를 不合格시킬 確率 $\alpha = 0.01$ 로 하는 逐次샘플링 檢査方式을 規定해 보자. 이때

$$\alpha = \beta = 0.01, \quad P_0 = 0.1,$$

$$P_1 = 0.2 \quad \mu_1 = \mu_0 = \log \frac{9}{4} = 5.667,$$

$$L = \log \frac{9}{8} / \log \frac{9}{4} = 0.1451$$

$$\therefore y = 0.145n + 5.667, \quad y = 0.145n - 5.667$$

$n = x + y$ (x 는 良品個數, y 는 不良品個數)이므로

$$\therefore y = 0.17x - 6.63, \quad y = 0.17x + 6.63$$

이것을 圖示하면 圖5와 같다.

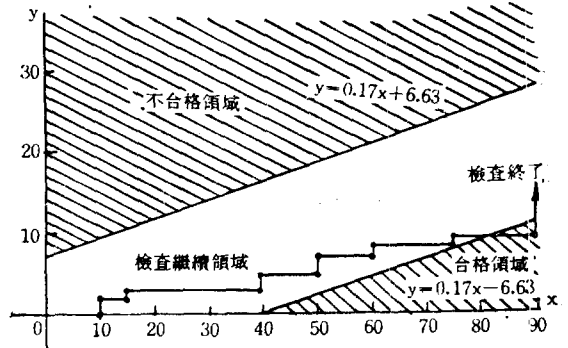


圖5. 逐次샘플링 檢査의 例

c) 檢査特性曲線 (OC曲線)

샘플링 檢査方式을 定할 때 檢査特性曲線 (operating characteristic curve: OC曲線)이 根本的으로 重要한 役割을 한다. 어떠한 샘플링 檢査方式을 採用하더라도 OC曲線이 問題되고 또 逆으로 OC曲線이 定해진 경우에 그에 대응하는 檢査方式을 設定할 수 있다. OC曲線이란 어떤 定해진 檢査方式에 取扱될 lot가 그 不良率에 變함에 따라서 採擇될 確率에 變하는 모양을 나타낸 曲線이다. 理想的인 OC曲線은 合格品質水準으로 알려진 不良率 P_0 와 같거나 그 이하인 不良率을 가진 lot는 모두 採擇되고 P_0 보다 큰 不良率을 가진 lot는 모두 不合格되는 것이다. 이와 같은 경우의 OC曲線은 圖6과 같다.

理想的인 경우는 實際問題에서 생각할수 없다. 다음과 같이 OC曲線을 생각하는 것이 實際的인

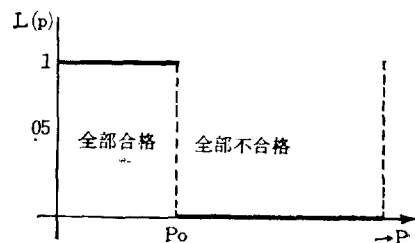


圖6. 理想的 OC曲線

다.

i) lot不良率 0인 경우

$$P=0 \Rightarrow L(P)=1$$

ii) lot不良率 P 가 $P=P_0$ 인 경우 (P_0 은 合格品質水準)

$$P=P_0 \Rightarrow L(P_0)=1-\alpha (\alpha \text{는 生産者危險})$$

iii) lot不良率 P 가 $P=P_1$ 인 경우 (P_1 는 lot許容不良率)

$$P=P_1 \Rightarrow L(P_1)=\beta (\beta \text{는 消費者危險})$$

iv) lot不良率 P 가 $P=1$ 인 경우

$$P=1 \Rightarrow L(P)=L(1)=0$$

이상의 4가지 경우를 생각하여 實際的인 OC曲線은 圖7과 같다.

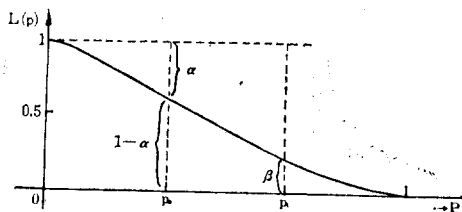


圖 7. 實際的 OC 曲線

d) 生産者危險과 消費者危險

샘플링檢査方式은 假說檢定으로 lot不良率 P 가 어떤 特定值 P_0 라고 하는 假說을 그 對立假說 $P=P_1 (P_1 > P_0)$ 에 대한 檢定이다. 이때 P_0 을 合格品質水準(acceptance quality level: AQL), P_1 을 lot許容不良率(lot tolerance percent defective: LTPD)이라 한다.

第1種過誤의 確率 α 은 $P < P_0$ 인 좋은 lot가 不合格으로 判定되는 確率로서 이 α 를 生産者危險(producer's risk)이라 한다. 第2種過誤의 確率 β 은 $P > P_1$ 인 나쁜 lot가 合格으로 判定되는 確率로서 이것을 消費者危險(Consumer's risk)이라 한다. 이들 값은 OC曲線에 의하여 明白히 할수 있는 것이다.

샘플링檢査에 의하여 lot의 處置에 대한 判定의 過誤를 犯하는 것과 檢査量의 節約이라는 것은 서로 對立하는 關係에 있으므로 統計理論에 立脚한 合理的인 샘플링檢査方式을 樹立하여 檢査量이 限定된 경우에 잘못 判定을 내리는 危險을 最小로 되게 하여야 한다.

IV. QC에 관한 調査分析

1. 調査目的

高度産業社會로 轉換하는 時點에서 그 內實이 되는 品質管理의 認識과 活用に 관한 問題點을 찾아보고 積斷的인 推進을 위한 基礎資料를 얻어 計劃을 合理的으로 樹立하는데 利用하고자 하는데 있다.

2. 調査對象

1976年 5月 現在 KS表示許可業體를 調査對象으로 하였다. 總 356業體中 單純任意抽出(simple random sampling)에 의하여 100業體를 標本으로 定하고 實査對象으로 하였다.

3. 調査方法

標本으로 設定된 100業體를 郵便調査(mail survey)에 의하여 實施하였다.

4. 調査期間

1977年 2月 1日~1977年 2月 28日 (28日間)

5. 調査內容

QC에 관한 認識 및 導入과 普及方法 그리고 教育에 있어서 問題點과 活用으로 인한 定着化의 問題등에 관한 33個 調査項目을 內容으로 하였는데 具體的인 것은 別添調査票와 같다.

6. 集計方法

標本으로 設定된 100業體에 調査票를 郵送한 結果 回答이 있는 것은 52業體로 回收率은 52%였다. 52枚의 調査票를 項目別로 東國大學校 電子計算所의 IBM 1130 Computer에 의하여 機械集計하였다(別添集計表參照).

7. 結果의 解析

郵送調査이기 때문에 標本數를 100個業體로 크게 하였는데 回收率(應答率)은 52%로 이 自體로서는 좋은 것이 못되나 前例에 比하면 상당히 좋

은 편이므로 應答者들이 關心을 보여준 것이 크게 多 스러운 일이다.

a) 解析

KS業體의 從業數는 200~500명이 30.8%로 第 1 많다. 두번째가 50~100명이 17.3%로 되어 있다. 1000명 이상이 15.4%로 3位인데 우리나라 KS業體는 大企業으로 成長하고 있는 一面을 나타낸다고 볼 수 있다.

工程의 自動化率은 20%미만이 32.7%, 40~60%가 21.2%, 20~40%가 19.0%로 나타나 있는데 KS業體의 平均 自動化率은 20%정도로 아주 不足함을 느낀다.

QC의 導入은 65%以上이 1970年 이후에 들어 왔고 經營者의 QC에 대한 認識은 잘되어 있는 곳이 30.8%, 좀되어 있는 곳이 59.6%인데 QC의 導入을 30.8%가 經營者, 42.3%가 管理者로 나타났다. 또 自意에 의한 導入이 79%, 他意가 21%로 되어 있다. 品質管理士는 1명 있는 곳이 57.7%, 2명이 21.2%이다.

教育에 있어서 社內教育을 하는 곳이 88.5% 않는 곳이 11.5%, 社外教育을 하는 곳이 84.6% 않는 곳이 15.4%인데 社內교육을 하면 社外교육도 하고 있다고 볼 수 있는데 教育을 전혀 않고 있는 業體가 KS業體라면 곤란한 문제가 아닌가 본다.

標準化는 98%가 되어 있다고 볼 수 있고 規格는 98%가 口家規格보다 높다.

QC circle이 88% 以上이 조직되어 있으며 88%이상이 必要하다고 나타났는데 QC認識의 次元에서 政策的인 效果가 크다고 본다. 그런데 QC circle活動이 形式的이고 實際的 뜻이 없다는 것이 38.5%나 되니 이를 배제하는 方案도 생각하여야 된다.

QC의 必要性은 100%로 나타났고 TQC와 SQC의 區別을 보면 半半이다. 統計的方法和 SQC의 理解는 94%가 어렵다고 하는데 教育의 問題點을 찾아보아야 하겠다. 教育의 效果는 96% 以上이 있다고 하는데 理解를 돕는 教育方法이 研究되어야겠다.

샘플링檢査方式을 75%가 쓰고 있고, 設備가 92% 이상이 보통 이상이다. 作業條件도 93% 이

상이 보통이상으로 잘 나타나 있다. 處遇도 98% 이상이 보통은 넘는 것으로 보인다.

QC士制度를 72.2%가 좋다고 하였고 QC의 定着은 5年이내가 83%로 아주 희망적이다.

b) 統計分佈表

重要한 設問에 따라 統計表를 作成하면 다음과 같다.

V. 結 論

우리나라 産業이 量的으로 크게 擴大되었다. 産業基盤을 튼튼히 하여 國際競爭力을 이겨나가자면 企業의 名理的運營과 科學的인 管理가 이루어

(1) 從業員의 分佈表

종업원수	10~50	50~100	100~200	200~500	500~1000	1000 이상	計
比率 (%)	11.5	17.3	13.5	30.8	11.5	15.4	100.0

(2) 工程自動化的 分佈表

工程自動化率	20미만	20~40	40~60	60~80	80~100	기타	計
比率 (%)	32.7	19.2	21.2	21.2	1.9	3.8	100.0

(3) 經營者의 QC에 대한 認識度 分佈表

인식도	잘 되어 있음	좀 되어 있음	안 되어 있음	計
比率 (%)	30.8	59.6	9.6	100.0

(4) QC導入者의 分佈表

導入者	경영자	관리자	기술자	정부감압	計
比率 (%)	30.8	42.3	17.3	9.6	100.0

(5) QC 教育實行 分佈表

실행여부	하고 있다	않고 있다	計	
社內 (%)	88.5	11.5	100.0	
社外 (%)	84.6	15.4	100.0	
교육효과	좋다	보통이다	기타	
比率 (%)	32.7	63.5	3.8	100.0

(6) QC circle 狀況分布表

조직	되어있음	되어있지 않음	계		
비율(%)	88.5	11.5	100.0		
필요	꼭필요	그저그렇다			
비율(%)	88.5	11.5	100.0		
활동	形式的	實際的	적당히	기타	계
비율(%)	9.6	57.7	28.9	3.8	100.0

(7) QC 상황分布表

必要性	필요함	필요치 않음	계		
比率(%)	100.0	0.0	100.0		
통계적방법인식	잘됨	좀됨	전혀안됨	계	
比率(%)	3.9	84.6	11.5		
SQC의 난이도	픽어려움	좀어려움	쉬움	기타	계
比率(%)	28.9	65.4	3.9	1.8	100.0
TQC와 SQC구분	區分됨	區分않됨	기타	계	
比率(%)	51.9	46.3	1.8	100.0	

(8) 設備條件의 分布表

기계설비	많이부족	보통	좀잘됨	아주잘됨	計
비율(%)	7.7	46.2	40.4	5.7	100.0
작업조건	아주좋은	보통	나쁘다		計
비율(%)	5.8	75.0	19.2		100.0
종업원 취우	나쁘다	보통	좋다		計
비율(%)	1.9	90.4	7.7		100.0
복지시설	나쁘다	보통	좋다		計
비율(%)	25.0	69.2	5.8		100.0

(9) 作業者의 QC에 대한 關心度 分布表

관심도	전혀무관심	중관심	크게관심	計
比率(%)	9.6	78.9	11.5	100.0

(10) QC定着의 分布表

정착	1~2 년내	3~5 년내	6~10 년내	11~20 년내	막연	기타	계
비율(%)	30.8	51.9	11.5	0.0	3.9	2.0	100.0

어겨야 한다.

經營이나 管理를 科學的으로 이끄는 方法이 統計的인方法인데 이 方法은 確率論을 基礎로한 現代 統計學의 內容이 理解되어야 한다. 또 우리나라 企業에서 QC를 自意이든 他意이든 間에 普及하여 活用하고 있는데 QC定着化를 위한 問題點을 實查를 通하여 알아 보았다. 이상의 結果를 다음과 같이 2가지로 크게 要約할 수 있다.

1. 우리나라 産業을 위하여 確率論을 기초로한 統計的인方法이나 理論이 어떻게 應用되어야 하며, 産業人들이 그들의 責任을 다하기 위하여는 統計的인方法을 어떻게 적절히 活用하여야 할 것인가를 理論的인 側面에서 提示하였다.

2. QC를 普及活用하고 있는 KS業體를 對象으로 標本調査를 實施하였다. 여기서 QC普及이나 活用方法 그리고 QC定着化를 위한 여러가지 問題點을 찾아 보았다.

VI. 提 言

理論의 展開過程에 있어서 그리고 우리나라 QC 展開活動, 또는 調査와 工場見學과 視察등을 綜合하여 볼때 다음과 같은 것을 提言코저 한다.

1. QC手法의 研究檢討

科學的인 QC技法일지라도 우리나라 産業에 活用하자면 우리 實情에 맞추어 研究檢討되어야 한다. 反省없이 直輸入은 QC定着을 지연시킨다.

2. 產學協同體制의 具現

先進美國이나 日本을 보아도 産業人과 大學人이 共同研究에 參與하여 理論展開와 應用을 하여 왔음을 通察하여야 한다. 工業振興廳長이 1977年 頭에 產學協同을 推進한다고 하였는데 積極的이고 迅速한 時日內 成果있도록 誘導를 바란다.

3. QC教育의 問題

QC를 위한 統計的方法이나 餘他講義가 1962年 第1回 QC講習會以來 現在는 TOP서부터 作業者에 이르는 教育 Program이 KSA의 不斷한 勞力에 의하여 多樣하게 進行中이다.

여기서의 問題는 教育內容을 담은 教材와 教育 進行의 効査인 것이다. 첫째 QC에 대한 教材가 貧弱하다. KSA에서 많은 것이 刊行되었는데 日本規格協會(JSA)의 것으로 안다. 서로 協助하여 理解하기 쉽게 우리의 것으로 研究刊行되어야 할 줄 안다. 둘째, 教育은 效果가 있어야 하는데 效果가 있자면 進行을 면밀히 검토하여 行하여야 한다. 無條件 많이 教育만 한다고 成果가 있지는 않다. 억압되지 않게 교육장에 ฝึกอบรม자가 임해야 되고 教材나 講師 그리고 時間등을 적절히 계획하여야 한다고 본다.

4. 政府의 強力한 政策의 支援

모든 産業의 發達은 國家의 國力과 直結된다. 非合理的 要素가 企業에서 除去되어야 한다. 빠르면 빠를수록 좋다. 政府는 企業育成을 위하여 QC를 導入하고 定着化시키도록 強壓의 方法에 의해서라도 積極의 支援이 必要하다.

5. QC circle運動의 메아리

새마을運動이 방방곡곡에 메아리치듯이 QC circle 운동이 企業마다 메아리치고 있다. 좋은 現象이다. 여기도 問題는 크다. 題마의 빈곤이다 실적을 남기기 위하여 또는 경진대회에 참여하고 상을 타서 자기회사 선전하기 위하여라면 말은 풍성하였지만 結果는 없게 될 것이다. 같은 분야 에서 일하는 사람들이 確實히 말은 일을 進行하면서 모든 규정에 어긋남이 없는가 또는 현재의 상태 에서 問題점은 없는가 등을 관찰하고 논의하여 나가는 것을 과학적으로 생각하는 것이 重要하다고 본다.

參 考 文 獻

1. A. V. Feigenbaum, "Quality Control, Principles, Practice, and Administration", McGraw-Hill, 1951.
2. E. L. Grant, "Statistical Quality Control", McGraw-Hill, 2d. ed., 1952.
3. W. E. Deming, "Elementary Principles of the Statistical of Quality", 1952.
4. W. E. Deming, "Some theory of Sampling", Wiley, 1950.
5. J. M. Juran, "Quality-Control Handbook", McGraw-Hill, 1951.
6. SRG, "Sequential Analysis of Statistical Data: Applications", Columbia University Press, 1945.
7. Abraham Wald, "Sequential Analysis", Wiley, 1947.
8. P. G. Hoel, "Introduction to mathematical Statistics", Wiley, 1947.
9. Abraham Wald, "Statistical Decision functions", Wiley, 1950
10. J. L. Doob, "Stochastic Processes", Wiley, 1953.
11. 國澤清典, 近代確率論, 岩波全書, 岩波書房, 1942.
12. 山口襄, 石田保士, 企業に應用される統計學, 共立出版, 1953.
13. 北川敏男, 統計學の認識, 白揚社, 1948.
14. 日本應用力學會編, 應用統計學, 克誠堂, 1949.
15. 住友電氣工業株式會社譯, 統計的品質管理ハンドブック, 1948.
16. 三上操, 應用推計學 (工業技術者のための), 內田老鶴園, 1959.
17. 森口繁一, 品質管理, 岩波全書, 1965.