計數選別型 샘플링검사의 經濟性에 관한 연구*
-A Study on the Economical Design of Sampling Inspection Method by Attribute-

김 진 수**
Kim, Jin-Soo
권 혁 윤***
Kwon, Heouk-Yun

Abstract

This Study deals with the problem of determining a minimum cost sampling inspection plan for destructive testing by attribute.

The linear cost model(LCM) is constructed under the assumption that unit cost, destructive testing cost, producer's risk cost, consumer's risk cost are given.

For the solution from the LCM, we assumed the uniform distribution as a prior distribution.

1. 서론

현대 산업사회에서 대량생산이 일반화되면서, 제조된 제품의 품질이 규격대로 되어 있는지를 확인하고 평가하지 않으면 안된다.

그러나 일반적으로 많은 제품을 일일이 검사하기란 거의 불가능한 일이고, 비용도 많이 든다. 그 해결책으로 검사자가 로트로 부터 샘플을 발취하여 조사하고 그 결과를 판정기준치와 비교하여 그 로트의 합격·불합격으로 판정하는 검사방식인 샘플링 검사방식을 택하여야 한다.

현재, 일반적으로 행하여 지고 있는 샘플링 검사방법은 합격품질수준(AQL), 생산자 위험 (α - risk)과 소비자 위험(β -risk)에 대한 로트의 불량률(P_o, P_1),평균출검품질한계(AOQL)또는 로트허용불량률(LTPD) 등의 값을 정하여 결정한다. 그런데 그들 값을 결정하기 위한 단일의 정량적 방법이 아직 확립되어 있지 않기 때문에 생산자나 소비자에 의해 비용과 경제성을 고려하여 경험적으로 결정되는 경우가 많다.[2] 그러나 품질관리의 목적이 소비자가 만족할 수 있는 제품의 품질수준을 최소비용으로 달성하는데 있음을 감안하면, 샘플링 검사방식을 결정하는 과정에서 경제적인 요소를 고려해야 하는 것은 당연한 것이다. 이제까지 발표된 샘플링 검사방식은 주로 평균검사량(ATI)을 최소로 하여 검사에 소요되는 비용이 최소가 되게 고안된 것이다.

---

* 이 논문은 1996년도 안동전문대학 학술연구비 지원에 의한 것임.
** 안동전문대학 경영과 조교수
*** 안동전문대학 경영과 조교수

그러나 검사비용과의 관계에서 평균검사량을 최소로 하는 검사방식이 반드시 최소비용검사방식이라고 할 수 없으며, 생산자 위험 및 소비자의 위험으로 인한 손실 등을 포함한 최소비용 검사방식이 필요한 것이다.

본 연구에서는 생산자 위험 및 소비자 위험을 모두 비용화하여 계수선별형 샘플링 검사의 최소비용검사방식을 구하고자 한다.

이 검사방식을 도출하는데 있어서 선형비용모형(LCM)을 설정하고, 이 모형에 의해 전체비용이 최소가 되는 샘플의 크기 n과 합격판정갯수 c를 찾고자 한다.

2. 최소비용 검사방식의 선행연구

최소비용 샘플링 검사방식은 Martin, Hald, Mandelson, Ladany, Hsu, Heersman 등에 의하여 이루어져 왔다.

1) Mandelson의 검사방식

Mandelson의 샘플링 검사방식[6]은 어느 정도의 불량률을 넘지 않으면서 검사량을 최소로 하는 것이다. 이러기 위해서는 두가지의 상반되는 요인간에 절충이 필요하다. 즉, 하나는 제품의 품질을 추정하는데 얼마만큼의 불확실성을 감수하느냐 하는 것이고 또 하나는 검사비용을 실질적인 최소값으로 줄여야 한다는 것이다.

Dodge - Romig System은 제품의 품질이 받아들일 수 없는 상태일 경우, 불합격된 로트의 전수검사를 요구하고 있으나, 이것이 파괴검사의 경우에는 불가능하다. 따라서 Mandelson은 다음과 같은 비용함수를 최소로 하는 검사방법을 결정해야 한다고 하고 있다.

$$TC = n\ (Cu + Ct\ )\ +\ (N - n)\ (1 - Pa)\ (Cu - Vs)$$

단, TC : 로트당 총비용

Cu : 제품의 단위당 가격

Ct : 제품의 단위당 검사비용

Vs : 불합격 제품의 단위당 잔존가치

N : 로트의 크기

n : 샘플의 크기

Pa : 불량률이 F인 로트의 합격확률

즉, Mandelson의 검사방식은 LTPD를 정한 다음, 그것을 만족시키는 표본크기 n 과 합격판정갯수 c 의 조합들을 poisson분포표로 부터 구하고, 추정한 공정평균불량률 $\overline{F}$ 에 대해 비용을 최소로 하는 (n, c)를 찾는 방법이다.

2) Hald의 검사방식

Hald의 모형[3]은 로트속의 불량품 수를 복합이항분포로 가정하였을 때, 그 분포가 어떤 이산적인 한계치를 갖고 있다면 샘플의 수는 로트크기의 로그(logarithm)에 비례하여 증가해야

하며, 연속적인 경우에는 로트크기의 제곱근에 비례하여 증가해야 한다는 것을 증명하였다.
Hald는 그의 모형에서 합격된 로트에 포함된 불량품들은 어떤 손실을 가져올 것이라고 가정하여, 합격으로 처리된 불량품의 개당 비용을 다른 모든 비용의 기준이 되는 경제단위인 1로 하였다.

이 경우, 검사를 하지 않고 어떤 로트를 합격시켰을 때, 그 로트의 평균비용은 로트의 불량률이 F이고 로트크기가 N일 때, NF가 된다.

샘플링 검사후의 불합격된 로트에 대한 비용은 샘플의 크기가 n일 때, $(N-n)$에 비례하며, 제품의 개당비용을 Kr이라고 하면, 불합격된 로트를 전수검사하여 불량품을 골라 내는 경우에는 Kr은 제품의 개당비용을 받아들여진 불량품 1개의 비용으로 나누어 준 값이 되며, 불합격된 로트를 폐기하는 경우, Kr은 제품의 개당 생산비를 받아 들여진 불량품 1개의 비용으로 나누어 준 값이 된다. 따라서 로트를 검사하지 않고 불합격시켰을 경우의 비용은 NKr이 된다.

결국 로트 불량률 F를 알 수 있는 경우, $F< Kr$이면 로트를 그대로 합격시키는 것이 불합격시키는 것보다 비용이 적게 들며, 그 역의 경우에는 로트를 불합격시키는 것이 합격시키는 것보다 비용이 싸다.

로트에서 1개의 제품을 샘플하여 검사하는데 소요되는 비용을 Ks라 하고 로트중에 포함된 불량품의 수 X의 사전확률을 가정하면, 로트당 평균비용은 다음과 같다.

$$K(n,c) = nKs + \sum_{x=0}^{c} g_{n(x)} E(X-x \mid x) + (N-n)Kr \sum_{x=c+1}^{n} g_{n(x)}$$

여기서, $g_{n(x)}$: 샘플 중 불량품의 수 x의 확률분포를 의미하며,

$E(X-x \mid x)$: 샘플 중 불량품의 수가 x일 때, 로트 중 샘플을 뺀 나머지 부분에 있을 불량품의 수 $(X-x)$의 조건부 기대치를 의미한다.

위 식에서 알 수 있듯이 Hald의 비용함수는 샘플을 검사하는데 소요되는 비용과 불량품이 합격으로 처리됨으로써 발생하는 비용, 불합격된 로트의 비용으로 구성되어 있다.

이같은 비용함수를 최소화하는데 있어서, Hald는 n과 c가 이산적인 값을 가지므로 定差方程式을 이용하여 $K(n,c)$를 최소로 하는 (n,c)를 구하였다. n,c에 대한 前方定差子(forward differance operator)를 각각 $\Delta n, \Delta c$라 하면,

n의 최적해는 모든 c에 대하여

$\Delta n\ K(n-1,c) \le 0 < \Delta n\ K(n,c)$를 만족하고,

c의 최적해는 모든 n에 대하여

$\Delta c\ K(n,c-1) \le 0 < \Delta c\ K(n,c)$를 만족한다.

따라서 이 양식을 동시에 만족하는 (n,c)중에 $K(n,c)$를 최소로 하는 (n,c)가 있다.

이러한 (n,c)에 대한 $K(n,c)$ 값과 로트를 검사하지 않고 그대로 합격시켰을 때의 비용 NF, 로트를 그대로 불합격시켰을 때의 비용 NKr과 비교하여 가장 적은 값을 발생시키는 것이 최적검사방식이다.

그러나 Hald의 방법은 불완전한 베타분포의 계산때문에 n값을 구하기가 상당히 까다롭고, 샘플크기 n이 적은 경우에는 정확성이 상당히 떨어지는 단점이 있다.

3) Ladany의 검사방식

Ladany[4]는 샘플하는데 소요되는 비용과 파괴된 제품에 대한 비용, 로트를 합격시키는데 관련된 비용, 로트를 불합격시키는데 관련된 비용을 각각의 비용요인으로 고려하여 전체비용함수를 구하였다. 즉, 주어진 생산자 위험률(α-risk)과 소비자 위험률(β-risk)하에서 샘플하는데 소요되는 비용과 샘플에서 파괴된 제품에 대한 비용을 최소로 하는 검사방식을 최소비용검사방식으로 설정하고 있다.

계량형샘플링 검사의 경우 비용함수는,

$$TC_V = n(Cu + Ct)$$

TC_V: 계량형 샘플링 검사의 로트당 전체비용

n: 계량형 샘플링 검사의 샘플수

Cu: 제품의 개당 가격

Ct : 제품의 개당 검사비용

계수형 샘플링 검사의 경우 비용함수는,

$TC_A = n(Ct + Cu\ P_p)$으로 나타낼 수 있다.

TC_A: 계수형 샘플링 검사의 로트당 전체비용

n: 계수형 샘플링 검사의 샘플의 수

Cu: 제품의 개당 가격

Ct: 제품의 개당 검사비용

P_p: 생산자 위험점(α-risk point)을 의미한다.

또한 Limit Gauging Plan의 경우 비용함수는,

$$TC_g \simeq n_g(Ct + CuP_c)$$

TC_g : 리밋게이징 플랜의 로트당 전체비용

n_g : 리밋 게이징 플랜의 샘플수

P_c : 리밋 게이징 플랜의 생산자위험점 이다.

Ladany의 최소비용 샘플링 검사방식은 계량형 샘플링 검사의 비용을 리밋 게이징 플랜의 비용과 여러 규격한계에 대해 비교하여 최소인 것을 찾음으로써 얻어 진다. 이때, 계수형 샘플링 검사는 리밋 게이징 플랜의 특수 경우로 생각하고 있다. 또한 계량형 샘플링 검사와 계수형 샘플링 검사를 함께 고려했다는 점이 특이하며, 리밋 게이징 플랜의 사용이 심리적으로는 유리한 효과를 가져 온다고 설명하고 있다.

4) Martin의 검사방식

Martin의 비용분기점분석(Cost Break Even Point Analysis)[5]은 검사의 전제조건으로 다음과 같은 내용을 가정하고 있다.

즉, n개의 샘플을 파괴실험으로 검사하여 c개 이하의 불량품이 발견되면 로트를 합격시킨다. 불량품의 수가 c개를 초과하면 로트는 불합격으로 처리되며, 나머지 ($N-n$)개의 제품을

개당 I_c의 비용으로 全數選別하고, 이때 발견된 불량품은 재작업 또는 양호품으로 대체한다. 그리고 다시 Sn개의 샘플을 취해 파괴실험검사를 행하며, 이 경우 전수선별할 때는 비파괴 실험검사를 하며, 전수선별된 로트는 확인하는 의미로 취한 Sn개의 샘플을 제외하고는 그대로 받아 들인다. 제품 1개의 가격을 W라 하면, 제품의 개당 평균비용은 다음과 같다.

$$G = I_c\ [(1-N')(1+W)+VN'(1-P_a)+(1-N')\times Sn(1+W)(1-P_a)]+A_d\ P_a N'$$

여기서, G : 제품의 개당 평균비용

N' : 1- (샘플의 크기n)/ 로트의 크기 N

F : 로트 불량률

P_a : 불량률 F인 로트의 합격확률

V : 제품의 개당 재작업비용

I_c : 1개의 제품을 검사하는데 드는 비용

A_a : 1개의 불량품이 합격으로 처리될 때, 발생하는 비용이다.

따라서 비용분기점 P_{ba}는,

$$P_{bd} = [\frac{Ic}{Ad}]\frac{[(1-N')(1+W)(VN'(1-Pa)+(1-N')\times Sn(1+W)(1-Pa)]}{(1-PaN')}$$

가 된다. 그러나 P_a자체가 불량률 F의 함수이므로 P_{ba}를 비파괴검사처럼 쉽게 구하기는 어렵다.

여기서, 샘플을 검사하여 발견된 불량품을 양호품으로 대체한다는 언급은 있지만, 전수선별할 때, 발견된 불량품을 양호품으로 교환해 주거나 재작업을 한다고 가정하고 있으나 이에 대한 비용은 전혀 고려하지 않고 있는데 이 모델의 문제점이 있다.

3. 최소비용샘플링 검사방식의 설계

로트로 처리되는 제품들을 장기간 생산하는 공정에서 소비자 또는 다음 공정의 제품품질을 보증하기 위하여 계수선별형 샘플링 검사를 실시할 때, 양호품과 불량품의 정확한 판별이 파괴시험에 의해서만 가능한 경우가 있고, 비파괴시험에 의해서도 가능한 경우도 있다.

그러나 본 연구에서는 파괴시험인 경우의 계수선별형 샘플링 검사방식에 대해 총비용함수를 최소화할 수 있는 검사모형을 설정한다.

샘플링 검사의 총비용을 최소화하기 위한 LCM을 설정하기 전에 몇가지의 가정[1]이 필요하다.

첫째, 모든 샘플은 완전히 랜덤하게 추출된다.

둘째, 검사형태는 파괴시험인 경우의 계수선별형 검사방식을 다룬다.

세째, 파괴검사에 의하여 검사하는 모든 제품은 양호품과 불량품으로 정확하게 판정된다.

네째, 샘플을 검사하는 비용은 제품의 수에 비례한다.

다섯째, 만약 로트의 일부분이 검사되지 않았다면, 그 속의 불량품은 결과적으로 비용을 유발시키며, 그 비용은 불량품의 수에 비례한다.

여섯째, 파괴검사에서 불량품으로 처리된 샘플은 잔존가치없이 폐기처분한다.

일곱째, 불합격으로 처리된 로트는 잔존가치만 인정해 주고 폐기시킨다.

위와 같은 가정하에서 본 연구의 샘플링 검사절차는 다음과 같다.

첫째, 주어진 로트에서 n개를 샘플링하여 파괴시험검사를 행한다. 이때 검사된 제품은 전부 파괴된다고 가정한다.

둘째, 만약 이 중에서 불량품의 수가 합격판정 갯수 c보다 작거나 같으면 그 로트는 합격으로 처리하고, c를 초과하면 그 로트는 불합격으로 처리한다.

세째, 불합격된 로트는 잔존가치만 인정하고 폐기시킨다.

이상의 검사절차를 표시하면 Fig.1 과 같다.

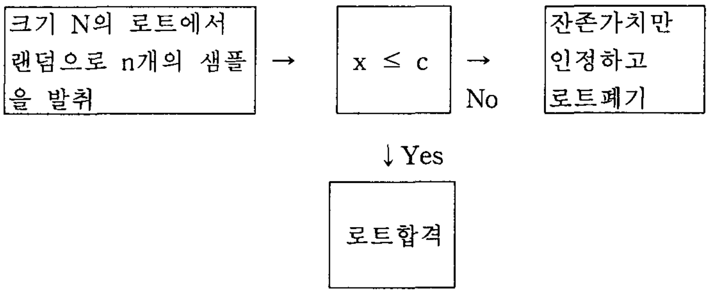

Fig.1 . 샘플링 검사절차

일반적으로 불량품수 X가 포함된 크기 N의 로트에서 n개의 샘플을 취하여 샘플 중 불량품의 갯수 x 가 합격판정갯수 c개일 이하일 확률, 즉 로트가 합격할 확률(P_a)은,

$$P_a = \sum_{x=0}^{c} \frac{({}_X C_x)\,{}_{(N-X)}C_{(n-x)}}{({}_N C_n)} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}1)$$

가 된다.

또한 로트가 불합격될 확률(P_r)은,

$$P_r = 1 - \sum_{x=0}^{c} \frac{({}_X C_x)\,{}_{(N-X)}C_{(n-x)}}{({}_N C_n)} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}2)$$

가 된다.

본 연구에서 고려하게 될 비용요소로는, 합격되어야 할 좋은 품질의 제품이 불합격으로 처리되어 발생하는 α-risk에 해당하는 손실비용과 불합격으로 처리되어야 할 나쁜 품질의 제품이 합격으로 처리 되어 발생하는 β-risk에 해당하는 비용, 제품의 검사비용 등이 될 것이다.

먼저, 합격되어야 할 좋은 품질의 제품이 불합격으로 처리되어 발생하는 손실비용은 검사후 불합격된 로트는 잔존가치만 인정해 주고 폐기시키므로 검사받지 않은 로트의 나머지 부분을 $(N-n)$, 제품단가를 Uc, 잔존가치를 Sc라 하면, $(N-n)(Uc-Sc)$가 된다.

둘째, 불합격되어야 할 나쁜 품질의 로트가 합격으로 처리되어 발생하는 β-risk에 해당하는 비용은 합격된 로트에 포함된 불량품으로 인한 손실비용이 될 것이며, 이것은 불량품 수에 비례하여 발생한다.

즉, 불량품 1개로 인한 손실비용을 Dc라 했을 때, 합격된 로트안에 포함된 불량품의 수를 곱해준 것과 같다. 로트를 검사하지 않고 그대로 합격시키는 경우의 전체비용은 로트의 불량률이 P이고, 로트의 크기가 N이면 ($N\cdot P\cdot Dc$)가 된다.

세째, 검사비용의 경우는 제품의 단가를 Uc, 제품의 개당 검사비용을 Ic라 할 때, n개의 샘플을 파괴검사하는 비용은 제품의 단가에 검사비용을 합한 비용에 검사갯수를 곱한 ($Uc+Ic$) n 이 된다.

따라서 로트속에 포함된 불량품 수 X의 사전분포를 가정할 경우, 로트의 불량률이 P ($P= X/N$)일 때, 샘플링 검사의 비용은, 로트를 합격시키는 경우는

$(Uc+Ic)n + (X-x)Dc$이며, 로트를 불합격시키는 경우 $(Uc+Ic)n + (N-n)(Uc-Sc)$가 된다.

또한 크기 N의 로트속에 X개의 불량품이 있을 때, n개의 샘플 중 불량품 수가 x일 확률은,

$$p(x \mid X) = \frac{({}_X C_x)\,{}_{(N-X)}C_{(n-x)}}{({}_N C_n)}$$

$$= \frac{({}_n C_x)\,{}_{(N-n)}C_{(X-x)}}{({}_N C_X)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}3)$$

이므로 불량률이 P일때, 로트당 비용은 다음 식과 같다.

$$Tc = \sum_{x=0}^{c}[\,(Uc+Ic)n + (X-x)Dc]\,P(x \mid X) + [1 - \sum_{x=0}^{c} P(x \mid X)(Uc+Ic)n + (N-n)(Uc-Sc)Dc]$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}4)$$

여기서 크기 N의 로트가 X개의 불량품을 포함할 확률을 $f_N\ (X)$, X=0,1,2 ···N이라 하고, $f_N\ (X)$의 누적확률함수를 $F_N\ (X)$라 하면,

$$F_N(X) = \sum_{V=0}^{x} f_N(V) = \sum_{X=0}^{NP} f_N(X) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}5)$$

이다.

따라서 로트중의 불량품 수 X와 샘플중의 불량품수 x의 결합확률분포는,

$$P(x, X) = f_N(X)\cdot P(x \mid X) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}6)$$

이고, x의 주변확률분포(marginal distribution)는,

$$g_n(x) = \sum_X P(x, X) = \sum_X P(x \mid X)\cdot f_N(X) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}7)$$

가 된다.

그러므로 로트당 검사비용을 구하면 다음과 같다.

$$Tc = \sum_{x=0}^{c}\sum_X (\,Uc+Ic)n + Dc\,X)]P(x \mid X)f_N(X) + \sum_X (Uc+Ic)n + (N-n)(Uc-Sc)f_N(X)$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}8)$$

n개의 샘플을 검사하여 x개의 불량품이 발견되었을 때, 로트중 샘플하고 난 나머지 부분 ($N-n$)속에 들어 있는 불량품의 수에 대한 기대값을 $E(X-x \mid x)$라 하면,

$$E(X-x \mid x) = \sum_X (X-x)\cdot P(X \mid x) = \frac{1}{g_n(x)} \sum_X (X-x)\cdot P(x, X) \quad \cdots\cdots \quad (3\text{-}9)$$

이며, 불량률의 기대치 $P_n(x)$는,

$$P_n(x) = E\ [(X-x)/(N-n) \mid x] = \frac{(x+1)\cdot g_{n+1}(x+1)}{(n+1)\cdot g_n(x)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \ (3\text{-}10)$$

이 된다.

따라서 위의 식(3-8)은 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$Tc = (Uc+Ic)\cdot n + (N-n)[Dc(1-\sum_{x=0}^{c}\frac{x+1}{n+1}\cdot g_{n+1}(x+1)) + (Uc-Sc)\sum_{x=o}^{c}\frac{x+1}{n+1}\cdot g_{n=1}(x+1)]$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \ (3\text{-}11)$$

4. 비용함수의 모형설정 및 최적검사방식

많은 학자들이 이미 불량률 p가 어떤 분포를 이룬다는 것을 보였다. 따라서 현재까지 연구된 경제적 샘플링 검사계획에 있어서 대부분이 로트별 불량률 p가 일정하다고 가정했는데, 일반적으로 불량률은 로트마다 차이가 나므로 그 가정은 현실적이지 못하다.

A.Hald는 불량률 p가 베타분포를 할 때, 로트속의 불량품 수 x는 베타이항분포를 한다고 가정하였고 이러한 가정하에서 얻어진 비용함수를 최소화시키는 검사방식을 漸近的(asymtotic) 방법으로 구하였다.

J.Pfanzagl에 의하면[7] 사전분포의 변화는 실제 샘플링비용에 큰 영향을 미치지 않는다고 한다. 따라서 모수의 값이 변함에 따라 일양분포, 이항분포 및 초기하분포 등 다양한 형태로 변화할 수 있는 베타분포를 공정불량률에 대한 사전분포로 가정하는 것이 가장 실용성이 있는 것으로 판단된다.

예를들어 제품이 불량품일 확률이 p를 모수로 하는 베르누이 시행에 따르고 p가 α, β를 모수로 하는 베타분포를 따른다면 p의 사전분포 $f(p)$는,

$$f(p) = \frac{1}{B(\alpha,\beta)}\,p^{\alpha-1}(1-p)^{\beta-1}$$

$$f(p) = \int_0^1 f(p)\ dp \quad \text{이 된다.} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4\text{-}1)$$

$$B(\alpha,\beta) = \int_0^1 p^{\alpha-1}(1-p)^{\beta-1}dp\ ,\ (\ 0<p<1\ ,\ \alpha,\ \beta>0\ )$$

따라서, $f_N\ (X)$는,

$$f_N(X) = {}_N C_X \int_0^1 p^X(1-p)^{N-X}\cdot\frac{1}{B(\alpha,\beta)}\cdot p^{\alpha-1}(1-p)^{\beta-1}dp \quad \cdots\cdots\cdots \quad (4\text{-}2)$$

로 표시할 수 있다.

위의 분포는 샘플링 과정에서도 간단히 대체계산할 수도 있다. 즉, 주변분포 $g_n(x)$는 $f_N\ (X)$에 있는 N과 X를 각각 n과 x로 대체하여 계산할 수 있다.

따라서,

$$g_n(x) = {}_n C_x \int_0^1 p^x(1-p)^{n-x}\cdot f(p)dp \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4\text{-}3)$$

가 된다.

따라서, 식 (3-11) 을 풀어서 정리하면,

$$Tc = (Uc + Ic)n + (N-n)[Dc(1 - \sum_{x=0}^{c} nCx \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \cdot \frac{\Gamma(x+1+\alpha)\Gamma(n-x+\beta)}{\Gamma(\alpha+\beta+n+1)}) + (Uc - Sc)\sum_{x=0}^{c} nCx \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \cdot \frac{\Gamma(x+1+\alpha)\Gamma(n-x+\beta)}{\Gamma(\alpha+\beta+n+1)}] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4\text{-}4)$$

이 된다.

여기서 구한 비용함수로 부터 최적 검사방식을 구하기 위해서는 가능한 여러가지의 (n, c)의 조합에 의하여 비용함수를 최소화하는 검사방식(n^*, c^*)를 구하여야 한다.

이를 위하여,

$$\Delta c \ Tc(n, c) = Tc \ (n, c) \ - \ Tc \ (n, c-1) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4\text{-}5)$$

$$\Delta n \ Tc(n, c) = Tc \ (n, c) \ - \ Tc \ (n-1, c) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4\text{-}6)$$

이라고 할 때, 비용함수를 최소로 하는 최적해(n^*, c^*)가 존재한다면,

$$\Delta c Tc(n^*, c^*) \le 0, \Delta c Tc(n^*, c^*+1) \ge 0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4\text{-}7)$$

$$\Delta n Tc(n^*, c^*) \le 0, \Delta n Tc(n^*+1, c^*) \ge 0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4\text{-}8)$$

이 되므로 해를 구할 수 있다.

5. 결론

품질관리의 목적이 소비자가 만족하는 제품의 품질수준을 경제적으로 달성하는데 있음을 감안하면, 샘플링 검사방식을 결정하는 과정에서 경제적인 요소를 고려해야 하는 것은 당연하다.

종래의 샘플링 검사는 평균검사량을 최소로 하든지, 전체비용을 최소로 할지라도 합격된 로트안에 포함된 불량품으로 인한 손실 등을 무시하여 왔다.

본 연구에서는 공정불량률의 사전분포를 베타분포로 가정하여, 합격된 로트안에 포함된 불량품으로 인한 손실비용, 불합격된 로트에 포함된 양호품으로 인한 손실 비용 등을 고려한 최소비용 샘플링 검사모형을 이론적으로 도출하였다.

그러나 본 연구에서는 사전분포인 베타분포에서 두 모수만을 이용하여 최적 샘플링 검사모형을 도출하였으나, 실제적으로 베타분포는 광범위한 영역을 가지고 있다. 그러므로 베타분포의 여러가지 값을 가지고 그 값들에 대해 해석적으로 최적의 샘플링 계획을 도출하는 것이 더욱 바람직한 연구가 될 것이라고 생각한다.

參 考 文 獻

1. 黃義徹,鄭永培, 破壞檢査시의 최소비용 샘플링 검사방식의 결정에 관한 연구, *품질관리학회지*, vol.8, No.2, 1980, pp.15 - 22.
2. 前野僧夫, 檢査の 經濟性 , *品質管理*, vol.29, 1978, pp.71 - 77.
3. Hald,A., The Compound-Hypergeometric Distribution and System of Single Sampling Inspection Plans Based on Prior Distribution and Cost , *Technometrics*, Vol.2, N0.3, 1960, pp.275 - 340.
4. Ladany, S. P., Least Cost Acceptance SAmpling plans for Destructive Testing, *Journal of Quality Technology*, Vol.7, N0.3, 1975, pp.123-126.

5. Martin,C.A., The Cost Break Even Point in Attribute Sampling, *Industrial Quality Control*, 1964, pp.137-144.
6. Mandelson,J., Estimation of Optimum Sample Size in Destructive Testing by Attribute, *Industrial Quality Control*, No. V, 1946, pp. 24 - 26.
7. Pfanzagl, J., Sampling Procedures Based on Prior Distribution and Costs, *Technometrics*, Vol.5, N0.1, February, 1963, pp.47 -61.