

Modified Multi-Level Skip-Lot Sampling Plans¹⁾

Gyo-Young Cho²⁾ · Eun Jung Choi³⁾

Abstract

This paper is the generalization of the modified two-level skip-lot sampling plan(MTSkSP1) to n-level. The general formulas of the operating characteristic(OC) function, average sample number(ASN) and average outgoing quality(AOQ) for the plan are derived using Markov chain properties. The operating characteristic curves, average sample numbers and average outgoing qualities of a reference plan, modified two-level, three-level and five-level skip-lot sampling plans are compared.

Keywords : multi-level skip lot sampling plan, OC function, ASN, AOQ, Markov chain

1. 서론

스킵-로트 샘플링 검사계획(SkSP)은 제시된 로트의 일부분만을 검사하기 위한 로트별 검사계획 방식으로 대량생산체제에서는 공정이 안정되어 있고 제품의 품질이 우수하다면 스킵-로트 샘플링 검사계획이 검사시간과 검사비용을 줄일 수 있다는 측면에서 일반적인 연속생산형 샘플링 검사계획보다 효율적이다. Dodge(1955)는 연속생산형 샘플링 검사계획(continuous sampling inspection plan ; CSP) (Dodge,1943)을 확장하여 스킵-로트 샘플링 검사계획(skip-lot sampling inspection plan ; SkSP-1)을 설계하였고, Perry(1973a, 1973b)는 Dodge의 검사계획 SkSP-1을 구분의 크기 $1/f$ 과 연속적으로 합격해야 될 로트의 수 i 를 자유롭게 선택할 수 있는 일단계 스킵-로트 샘플링 검사계획(SkSP-2)으로 발전시켰으며 이를 다시 세 종류의 이단계 스킵-로트 샘플링 검사계획들(Plan2L.1~3)로 확장하였다.

1) This paper was supported by Kyungpook National University Research Fund, 2002.

2) Professor, Department of Statistics, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea

E-mail : gycho@knu.ac.kr

3) Teacher, Sang-in Middle School, Daegu, 704-370, Korea

E-mail : timji@hanmail.net

Parker와 Kessler(1981)는 공정불량률이 갑자기 높아져 스킵되는 로트의 합격에서 오는 위험이 큰 경우 Perry(1973a)의 검사계획(SkSP-2)을 보완할 수 있는 수정된 스킵-로트 샘플링 검사계획(MSkSP)을 제안하였다. Choi(2001)는 Perry(1973b)가 제안한 세가지 형태의 이단계 스킵-로트 검사단계에 Parker와 Kessler(1981)의 검사계획을 적용하여 검사비용의 절감과 스킵되는 로트에 대한 위험부담을 줄인다는 두 가지 측면을 모두 고려한 수정된 이단계 스킵-로트 샘플링 검사계획들(modified two-level skip-lot sampling plans ; MTSkSP1~3)을 설계하였다.

본 논문에서는 Choi(2001)의 수정된 이단계 스킵-로트 샘플링 검사계획중 MTSkSP1에 Choi(1993)의 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획을 적용하여, 단계 n 과 스킵핑 모수 f_k, i_k (f_k : k 번째 스킵-로트 검사 단계에서 검사되어지는 로트의 구분의 크기, i_k : $k-1$ 번째 스킵-로트 검사 단계에서 연속적으로 합격해야 될 로트의 수, 단 $k=1, 2, \dots, n$)를 자유롭게 선택할 수 있는 일반화된 수정된 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획(MMSkSP1)을 설계하고자 한다.

2. 샘플링 검사계획의 설계

수정된 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획(MMSkSP1)의 검사과정은 다음과 같다.

(1) 주어진 Reference 샘플링 검사계획을 이용하여 모든 로트를 검사하는 정규검사 에서 시작한다.

(2) 정규검사에서 연속적으로 i_1 개의 로트가 합격될 때에는 구분의 크기가 $1/f_1$ 인 제 1단계검사로 전환한다.

(3) 제 k 단계검사에서 연속적으로 i_{k+1} 개의 로트가 합격될 때에는 구분의 크기가 $1/f_{k+1}$ 인 제 $k+1$ 단계검사로 전환한다. ($k=1, 2, \dots, n-1$)

- 제 k ($k=1, 2, \dots, n$) 단계검사에서 로트들의 합격은 다음과 같은 경우이다.
- 선택된 로트가 합격.
- 스킵되는 로트 중 1 시료를 검사해서 합격.
- 스킵되는 로트 중 1 시료를 검사해서 불합격시 해당로트를 Reference 샘플링 검사해서 합격.

(4) 제 n 단계검사에서 로트가 합격되면 제 n 단계검사를 계속한다.

(5) 제 1단계검사에서 로트가 불합격될 때에는 정규검사로 전환한다.

(6) 제 $k+1$ 단계검사에서 로트가 불합격될 때에는 제 k 단계 검사로 전환한다.

($k=1, 2, \dots, n-1$)

3. 마코프 연쇄 방법

수정된 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획에서 로트가 합격될 확률을 구하기 위해서 마코프 연쇄 방법을 이용하기로 한다. MMSkSP1에 대한 마코프 상태공간은

$$P_{00} = \begin{matrix} & NR & N_1 & N_2 & \cdot & \cdot & \cdot & N_{i_1} \\ NR & \left(\begin{array}{ccccccc} Q & P & & & & & \\ N_1 & Q & P & & & & \\ N_2 & Q & & P & & & \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & & \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & & \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & & \\ N_{i_1-1} & Q & & & & & P \end{array} \right) \end{matrix}$$

$$P_{10} = \begin{matrix} & N_R & N_1 & N_2 & \cdot & \cdot & \cdot & N_{i_1} \\ N_{i_1} & \left(\begin{array}{ccccccc} S_1 R & Q & P & & & & \\ S_1 A_1 & & & & & & \\ \cdot & & & & & & \\ \cdot & & & & & & \\ \cdot & & & & & & \\ S_1 A_{i_2-1} & & & & & & \end{array} \right) \end{matrix}$$

그리고, $k=1$ 인 경우, $S_{k-1}A_{i_k} = N_{i_1}$ 라 할 때 $k=1, 2, \dots, n-1$ 에 대하여

$$P_{kk} = \begin{matrix} & S_k R & S_k A_1 & S_k A_2 & S_k A_3 & \cdot & \cdot & \cdot & S_k A_{i_{k+1}} \\ S_{k-1} A_{i_k} & \left(\begin{array}{ccccccc} Qu_k & 1 - Qu_k & & & & & \\ S_k R & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ S_k A_1 & Qu_k & 1 - Qu_k & & & & & & \\ \cdot & & \cdot & & & & & & \\ \cdot & & & \cdot & & & & & \\ \cdot & & & & \cdot & & & & \\ S_k A_{i_{k+1}} & Qu_k & & & & & & & 1 - Qu_k \end{array} \right) \end{matrix}$$

이 고, $k=2, 3, \dots, n-1$ 에 대하여

$$P_{k(k-1)} = \begin{matrix} & S_{k-1} R & S_{k-1} A_1 & S_{k-1} A_2 & \cdot & \cdot & \cdot & S_{k-1} A_{i_k} \\ S_{k-1} A_{i_k} & \left(\begin{array}{ccccccc} S_k R & Qu_{k-1} & 1 - Qu_{k-1} & & & & \\ S_k A_1 & & & & & & \\ \cdot & & & & & & \\ \cdot & & & & & & \\ \cdot & & & & & & \\ S_k A_{i_{k+1}-1} & & & & & & \end{array} \right) \end{matrix}$$

이며,

$$P_{n(n-1)} = \begin{matrix} S_{n-1}A_{i_n} \\ S_{n-1}R \\ S_nA \end{matrix} \begin{pmatrix} S_{n-1}R & S_{n-1}A_1 & S_{n-1}A_2 & \cdots & S_{n-1}A_{i_n} \\ Qu_{n-1} & 1 - Qu_{n-1} & & & \end{pmatrix}$$

$$P_{nn} = \begin{matrix} S_nR & S_nA \\ S_{n-1}A_{i_n} \\ S_nR \\ S_nA \end{matrix} \begin{pmatrix} Qu_n & 1 - Qu_n \\ 0 & 0 \\ Qu_n & 1 - Qu_n \end{pmatrix}$$

이다. 위 행렬에서 $u_k = f_k + d - f_k d$ ($k = 1, 2, \dots, n$) 이고, d 는 스킵-로트 검사 단계에서 스킵되는 로트로부터 추출된 시료가 불량일 확률로 공정의 불량률 p 와 구별하였다.

4. 검사특성함수의 유도

추이확률행렬들은 모두 유한(finite)하고, 재귀적(recurrent)이며, 불가분적(irreducible)이고 비주기적(aperiodic)인 마코프 연쇄의 성질을 갖고 있고 정상확률들 π_i 를 다음과 같은 방정식(Parzen,1962)에 의해 유일하게 얻을 수 있다.

$$\begin{cases} \pi_i = \sum_j \pi_j P_{ji}, \text{ 모든 상태 } i \text{에 대하여,} \\ \sum_i \pi_i = 1, \end{cases}$$

단, P_{ji} 는 상태 j 에서 상태 i 로 가는 1단계 추이확률이다.

MMSkSP1의 검사특성함수는

$$\begin{aligned} Pa(f_1, \dots, f_n; i_1, \dots, i_n) &= 1 - \Pr(\text{로트 불합격}) \\ &= 1 - (\pi_{NR} + \pi_{S_1R} + \dots + \pi_{S_nR}) \end{aligned}$$

으로부터 얻을 수 있고,

$\pi_{NR}, \pi_{S_1R}, \dots, \pi_{S_nR}$ 을 위의 방정식을 이용하여 계산하면

$$\pi_{NR} = \frac{Q}{B} \frac{(1 - P^{i_1})[1 - (1 - Qu_1)^{i_2}] \cdots [1 - (1 - Qu_{n-1})^{i_n}]}{P^{i_1}(1 - Qu_1)^{i_2} \cdots (1 - Qu_{n-1})^{i_n}}$$

$$\begin{aligned}\pi_{S_1R} &= \frac{Q}{B} \frac{[1-(1-Qu_1)^{i_2}] \cdots [1-(1-Qu_{n-1})^{i_n}]}{(1-Qu_1)^{i_2} \cdots (1-Qu_{n-1})^{i_n}} \\ \pi_{S_2R} &= \frac{Q}{B} \frac{[1-(1-Qu_2)^{i_3}] \cdots [1-(1-Qu_{n-1})^{i_n}]}{(1-Qu_2)^{i_3} \cdots (1-Qu_{n-1})^{i_n}} \\ &\quad \vdots \\ \pi_{S_{n-1}R} &= \frac{Q}{B} \frac{[1-(1-Qu_{n-1})^{i_n}]}{(1-Qu_{n-1})^{i_n}} \\ \pi_{S_nR} &= \frac{Q}{B}\end{aligned}$$

와 같다.
여기서,

$$\begin{aligned}B &= \frac{1}{u_n} + \frac{1}{u_{n-1}} \frac{[1-(1-Qu_{n-1})^{i_n}]}{(1-Qu_{n-1})^{i_n}} + \cdots + \\ &\quad \frac{1}{u_1} \frac{[1-(1-Qu_1)^{i_2}][1-(1-Qu_2)^{i_3}] \cdots [1-(1-Qu_{n-1})^{i_n}]}{(1-Qu_1)^{i_2}(1-Qu_2)^{i_3} \cdots (1-Qu_{n-1})^{i_n}} + \\ &\quad \frac{(1-P^{i_1})[1-(1-Qu_1)^{i_2}][1-(1-Qu_2)^{i_3}] \cdots [1-(1-Qu_{n-1})^{i_n}]}{P^{i_1}(1-Qu_1)^{i_2}(1-Qu_2)^{i_3} \cdots (1-Qu_{n-1})^{i_n}}\end{aligned}$$

이다.

따라서, MMSkSPI의 검사특성함수에 대한 일반적인 공식은 다음과 같다.

$$Pa(f_1, \dots, f_n; i_1, \dots, i_n) = 1 - Q \frac{A}{B}$$

이 때,

$$\begin{aligned}A &= 1 + \frac{[1-(1-Qu_{n-1})^{i_n}]}{(1-Qu_{n-1})^{i_n}} + \frac{[1-(1-Qu_{n-2})^{i_{n-1}}][1-(1-Qu_{n-1})^{i_n}]}{(1-Qu_{n-2})^{i_{n-1}}(1-Qu_{n-1})^{i_n}} \\ &\quad + \cdots + \frac{(1-P^{i_1})[1-(1-Qu_1)^{i_2}][1-(1-Qu_2)^{i_3}] \cdots [1-(1-Qu_{n-1})^{i_n}]}{P^{i_1}(1-Qu_1)^{i_2}(1-Qu_2)^{i_3} \cdots (1-Qu_{n-1})^{i_n}}\end{aligned}$$

이다.

5. 검사특성곡선의 비교

$n = 2, 3, 4, \dots$ 에 대해서, 모든 n 단계의 검사특성함수는 위의 일반화된 공식에 의해 유도된다.

만약 $i_{n-1} = i, i_n = j, i_1 = i_2 = \cdots = i_{n-2} = 0$ 라 두고, $f_1 = f_2 = \cdots = f_{n-2} = 1, f_{n-1} = f_1, f_n = f_2$ 라 두면

$$B = \frac{1}{u_2} + \frac{1}{u_1} \frac{[1 - (1 - Qu_1)^j]}{(1 - Qu_1)^j} + \frac{(1 - P^i)[1 - (1 - Qu_1)^j]}{P^i(1 - Qu_1)^j}$$

이고,

$$A = 1 + \frac{[1 - (1 - Qu_1)^j]}{(1 - Qu_1)^j} + \frac{(1 - P^i)[1 - (1 - Qu_1)^j]}{P^i(1 - Qu_1)^j}$$

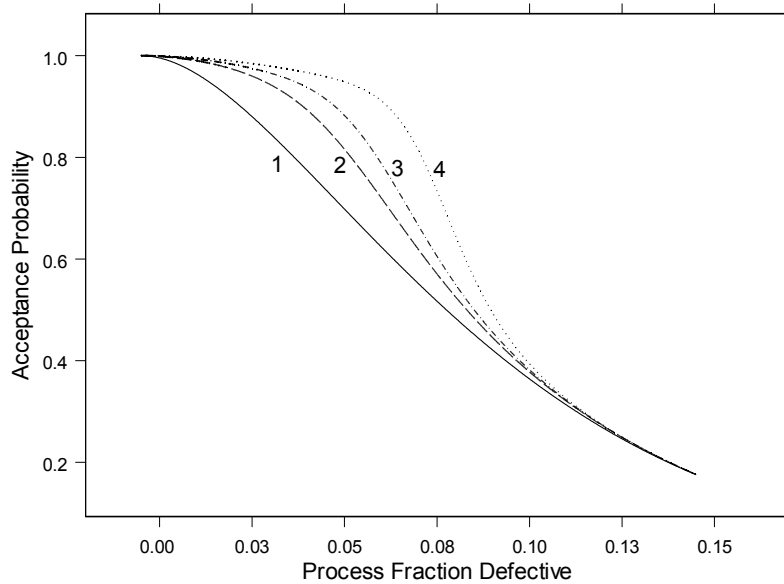
이다. 따라서, 검사특성함수는 다음과 같다.

$$Pa = \frac{Pu_1u_2[1 - (1 - Qu_1)^j] + [u_2(1 - u_1) + (u_1 - u_2 + Pu_1u_2)(1 - Qu_1)^j]P^i}{u_1u_2[1 - (1 - Qu_1)^j] + [u_2(1 - u_1) + (u_1 - u_2 + u_1u_2)(1 - Qu_1)^j]P^i}$$

이는 정확하게 Choi(2001)의 수정된 2단계 스킵-로트 샘플링 검사계획(MTSkSP1)의 공식과 일치한다.

[그림1]은 $n' = 20$, $c = 1$ 인 Reference 샘플링 검사계획에 따른 검사계획과 $f_1 = \frac{1}{2}$, $f_2 = \frac{1}{4}$, $i = j = 4$ 인 Choi(2001)의 수정된 2단계 스킵-로트 샘플링 검사계획(MTSkSP1), $n = 3$, $f_1 = \frac{1}{2}$, $f_2 = \frac{1}{4}$, $f_3 = \frac{1}{6}$, $i_1 = i_2 = i_3 = 4$ 인 수정된 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획,

$n = 5$, $f_1 = \frac{1}{2}$, $f_2 = \frac{1}{4}$, $f_3 = \frac{1}{6}$, $f_4 = \frac{1}{8}$, $f_5 = \frac{1}{10}$, $i_1 = i_2 = i_3 = i_4 = i_5 = 4$ 인 수정된 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획의 검사특성곡선을 비교한 것이다.



1 : Reference Plan ($n' = 20, c = 1$)

2 : MTSkSP1 ($1/2, 1/4, 4, 4$)

3 : MMSkSP1 ($1/2, 1/4, 1/6, 4, 4, 4$)

4 : MMSkSP1 ($1/2, 1/4, 1/6, 1/8, 1/10, 4, 4, 4, 4, 4$)

[그림1. MTSkSP1과 MMSkSP1의 OC 곡선 비교]

[그림1]로 부터 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

(1) 로트의 불량률이 0.007 이하일 때에는 스윙-로트 샘플링 검사계획들 모두 로트가 합격될 확률이 99% 이상으로 거의 같다.

(2) 로트의 불량률과 무관하게 검사계획 MMSkSP1이 MTSkSP1 보다 로트가 합격될 확률이 높다.

6. 평균검사개수

평균검사개수는 로트당 조사된 시료들의 평균개수를 의미하는데 스윙-로트 검사계획의 장점은 검사비용을 줄일 수 있다는 것, 즉 검사개수를 줄인다는 것이므로 평균검사개수(ASN)가 검사계획을 비교하는 중요한 척도 중의 하나가 될 수 있다.

MMSkSP1 검사계획에서 정규검사나 스윙-로트 검사중 검사된 로트들의 평균검사개수는 Reference 샘플링 검사계획의 평균검사개수 ASN(R)과 같으며, 각 스윙된 로트중 추출된 1개의 시료가 합격한 로트들의 평균검사개수는 1이 되고, 그 시료가 불합격된 로트들의 평균검사개수는 ASN(R)+1이 된다. 여기서 로트가 합격되거나 불합

격될 것이 확실하더라도 그 나머지 시료들은 조사되는 것으로 간주한다. MMSkSP1의 평균검사갯수(ASN)를 구하면

$$\begin{aligned} \text{ASN(MMSkSP1)} &= [1 - \sum_{k=1}^n \alpha_k] \cdot \text{ASN(R)} \\ &+ \sum_{k=1}^n \left[\alpha_k \cdot f_k \cdot \text{ASN(R)} + \alpha_k \cdot (1-f_k) \cdot (1-d) \right] \\ &+ \sum_{k=1}^n \left[\alpha_k \cdot (1-f_k) \cdot d \cdot [\text{ASN(R)} + 1] \right] \end{aligned}$$

이 된다.

여기서, $[1 - \sum_{k=1}^n \alpha_k] \cdot \text{ASN(R)}$ 는 정규검사에서 검사되는 평균검사개수, $\alpha_k \cdot f_k \cdot \text{ASN(R)}$ 는 제 k 단계 검사에서 검사되는 평균검사개수, $\alpha_k \cdot (1-f_k) \cdot (1-d)$ 는 제 k 단계 검사에서 스킵되는 로트에서 뽑은 시료가 합격되는 평균검사개수, $\alpha_k \cdot (1-f_k) \cdot d \cdot [\text{ASN(R)} + 1]$ 는 제 k 단계 검사에서 스킵되는 로트에서 뽑은 시료가 불합격한 로트의 평균검사개수이다. 또, d 는 스킵-로트 검사단계에서 스킵된 로트로부터 추출된 시료가 불량일 확률이고, $\alpha_k (k=1, 2, \dots, n)$ 는 제 k 단계검사에서 통과된 제품이 차지하는 비율이다.

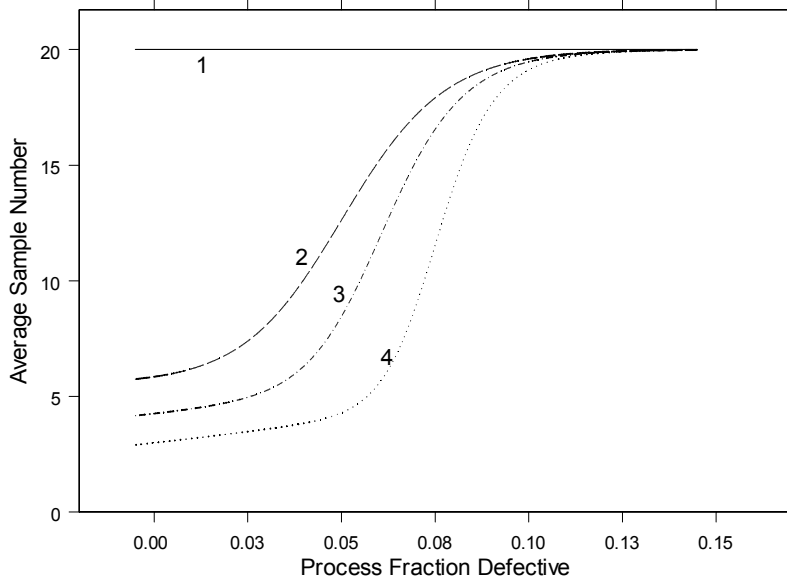
검사계획 MMSkSP1에서의 α_k 는

$$\begin{aligned} \alpha_k &= \pi_{S_k A_1} + \dots + \pi_{S_k A_{i_{k+1}}} + \pi_{S_k R} \\ &= \frac{1}{B} \cdot \frac{[1 - (1 - Qu_k)^{i_{k+1}}][1 - (1 - Qu_{k+1})^{i_{k+2}}] \dots [1 - (1 - Qu_{n-1})^{i_n}]}{u_k(1 - Qu_k)^{i_{k+1}}(1 - Qu_{k+1})^{i_{k+2}} \dots (1 - Qu_{n-1})^{i_n}} \end{aligned}$$

이다.

[그림2]는 $n' = 20, c = 1$ 인 Reference 샘플링 검사계획에 따른 검사계획과 $f_1 = \frac{1}{2}, f_2 = \frac{1}{4}, i = j = 4$ 인 Choi(2001)의 수정된 2단계 스킵-로트 샘플링 검사 계획(MTSkSP1), $n = 3, f_1 = \frac{1}{2}, f_2 = \frac{1}{4}, f_3 = \frac{1}{6}, i_1 = i_2 = i_3 = 4$ 인 수정된 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획,

$n = 5, f_1 = \frac{1}{2}, f_2 = \frac{1}{4}, f_3 = \frac{1}{6}, f_4 = \frac{1}{8}, f_5 = \frac{1}{10}, i_1 = i_2 = i_3 = i_4 = i_5 = 4$ 인 수정된 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획의 평균검사갯수를 비교한 것이다.



- 1 : Reference Plan ($n' = 20, c = 1$)
- 2 : MTSkSP1 ($1/2, 1/4, 4, 4$)
- 3 : MMSkSP1 ($1/2, 1/4, 1/6, 4, 4, 4$)
- 4 : MMSkSP1 ($1/2, 1/4, 1/6, 1/8, 1/10, 4, 4, 4, 4, 4$)

[그림2. MTSkSP1과 MMSkSP1의 ASN 곡선 비교]

[그림2]로부터 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

- (1) 로트의 불량률이 15%에 가까워지면 모든 검사계획들의 평균검사개수가 거의 같아진다.
- (2) 불량률 15%이하에서는 로트의 불량률에 무관하게 MMSkSP1이 MTSkSP1보다 평균검사 개수가 더 적어진다.

7. 평균출검품질

평균출검품질(Average Outgoing Quality :AOQ)은 샘플링 검사후의 로트전체의 평균불량률인데 이는 OC곡선과 평균검사개수 외에 검사계획들을 비교하기 위해 사용되는 또 다른 평가도구이다. Reference 샘플링검사계획에서 검사 후 로트의 평균출검품질은 박성현(1995)에 의해

$$AOQ(R) = \frac{P \cdot p(N-n')}{N}$$

이다. 여기서, N 은 로트의 크기, n' 는 시료의 크기, p 는 로트의 불량률, P 는 로트가 합격될 확률을 나타낸다. 만약 로트의 크기 N 이 시료의 크기 n' 에 비하여 상당히 크다면 근사적으로

$$AOQ(R) \cong P \cdot p$$

가 된다.

정규검사와 스킵-로트 샘플링 검사단계에서 검사되는 로트의 평균출검품질은 Reference 샘플링 검사의 평균출검품질 $AOQ(R)$ 과 같으며, 스킵되는 로트의 평균출검품질은 로트의 불량률과 같다. 따라서 수정된 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획의 평균출검품질은 Lee 등(1996)에 의해

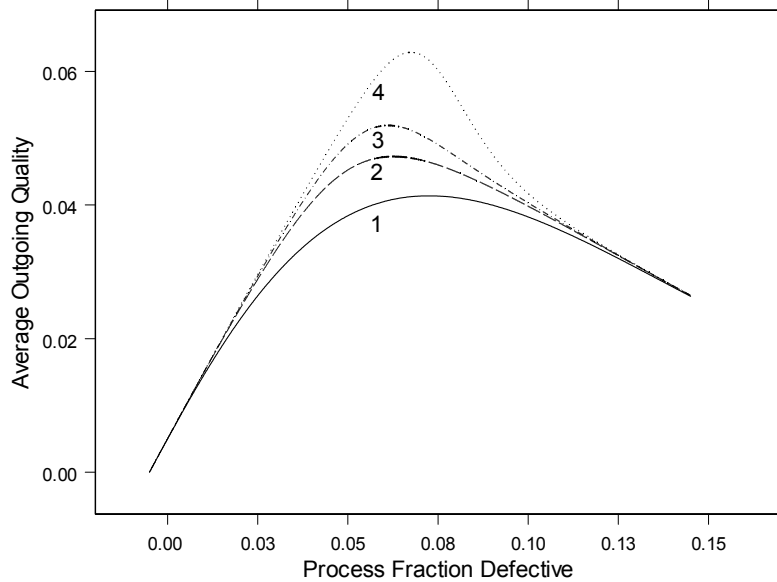
$$AOQ(MMSkSP1) = AFI(MMSkSP1) \cdot AOQ(R) + [1 - AFI(MMSkSP1)] \cdot p$$

가 되는데, 여기에서 평균검사비율(average fraction inspected : AFI)은 검사에 흘러들어오는 로트중 실제로 조사되는 로트의 비율로

$$AFI(MMSkSP1) = 1 - \sum_{k=1}^n (1-f_k) \alpha_k$$

이고, Reference 검사계획의 평균출검품질, $AOQ(R) = \frac{P \cdot p(N-n)}{N} \cong P \cdot p$ 이다. 이 때 α_k 는 앞에서 정의한 것과 같이 제 k 단계 스킵-로트 검사에서 통과된 제품이 차지하는 비율이다.

[그림3]은 $n' = 20$, $c=1$ 인 Reference 샘플링 검사계획에 따른 검사계획과 $f_1 = \frac{1}{2}$, $f_2 = \frac{1}{4}$, $i=j=4$ 인 Choi(2001)의 수정된 2단계 스킵-로트 샘플링 검사계획(MTSkSP1), $n=3$, $f_1 = \frac{1}{2}$, $f_2 = \frac{1}{4}$, $f_3 = \frac{1}{6}$, $i_1 = i_2 = i_3 = 4$ 인 수정된 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획, $n=5$, $f_1 = \frac{1}{2}$, $f_2 = \frac{1}{4}$, $f_3 = \frac{1}{6}$, $f_4 = \frac{1}{8}$, $f_5 = \frac{1}{10}$, $i_1 = i_2 = i_3 = i_4 = i_5 = 4$ 인 수정된 다단계 스킵-로트 샘플링 검사계획의 평균출검품을 비교한 것이다.



- 1 : Reference Plan ($n' = 20, c = 1$)
 2 : MTSkSP1 ($1/2, 1/4, 4, 4$)
 3 : MMSkSP1 ($1/2, 1/4, 1/6, 4, 4, 4$)
 4 : MMSkSP1 ($1/2, 1/4, 1/6, 1/8, 1/10, 4, 4, 4, 4, 4$)
 [그림3. MTSkSP1과 MMSkSP1의 AOQ 곡선 비교]

[그림3]으로부터 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

- (1) 로트의 불량률에 무관하게 검사계획 MMSkSP1이 MTSkSP1 보다 평균출검품질이 더 높다. 이는 평균검사갯수의 순서와는 반대임을 알 수 있다.
- (2) 로트의 불량률이 7% 근방일때 평균출검품질이 최대값, AOQL (Average Outgoing Quality Limit)을 가진다.
- (3) 로트의 불량률이 6% 까지는 평균출검품질이 급격히 증가하나 7% 이상에서는 완만하게 감소한다.

8. 결론 및 요약

이 논문은 품질이 좋은 제품일수록 검사비용을 줄여서 생산성을 높일 수 있도록, 수정된 2단계 스윙-로트 샘플링 검사계획을 수정된 n 단계 스윙-로트 샘플링 검사계획으로 일반화한 것이다. 이 수정된 다단계 스윙-로트 샘플링 검사계획에서는 매 검

사단계마다 연속적으로 합격되어야 할 로트의 수 뿐만아니라 구분의 크기까지를 자유롭게 택할 수 있게 되어있다.

이 논문에서 수정된 2단계 스킵-로트 샘플링 검사계획과 수정된 3단계, 5단계 스킵-로트 샘플링 검사계획을 비교해 본 결과 더 높은 단계의 검사계획에서 평균검사갯수가 줄어들을 알 수 있다. 즉, 수정된 2단계 스킵-로트 샘플링 검사계획에 비해 더 높은 단계의 검사계획이 공정이 안정돼 있을 때, 검사비용을 줄일 수 있다는 측면에서 더 합리적인 것 같다.

또한, 공정의 불량률이 갑자기 높아져 스킵되는 로트의 합격에서 오는 위험을 줄일 수 있다는 측면에서 출검품질을 보증할 수 있다는 장점이 있다.

참 고 문 헌

1. 박성현(1995) “통계적 품질관리”, 민영사, 서울.
2. Choi, B. C.(1993). *Multi-Level Skip-Lot Sampling Plan*, 응용통계 연구, Vol. 6, No. 2, pp. 277~287
3. Choi, B. C, Chun, Y. M .(2001) “수정된 2단계 스킵-로트 샘플링검사계획“, 품질경영학회지, Vol. 29, No. 1, pp. 113~127.
4. Dodge, H. F.(1943). *A Sampling Inspection Plan for Continuous Production*, Annals of Mathematical Statistics, Vol. 14, No. 3, pp.264~279
5. Dodge, H. F.(1955). *Skip-Lot Sampling Plan*, Industrial Quality Control, Vol. 11, No. 5, pp. 3~5.
6. Lee, I. S, Cho, G. Y. and Kim, H. R.(1996). *Multi-Level Skip-Lot Sampling Plan-Average Fraction Inspected Properties*, “한국통계학회논문집”, Vol. 3, No. 2, pp. 151~159.
7. Parker, R. D. and Kessler, L.(1981). *A Modified Skip-Lot Sampling Plan*, Journal of Quality Technology, Vol. 13, No.1, pp. 31~35.
8. Parzen, E.(1962). *Stochastic Processes*, San Francisco : Holden-Day
9. Perry, R. L.(1973a). *Skip-lot Sampling Plans*, Journal of Quality Technology, Vol. 5, No. 3, pp. 123~130.
10. Perry, R. L.(1973b). *Two-Level Skip-lot Sampling Plan - operating characteristic properties*, Journal of Quality Technology, Vol. 5, No. 4, pp.160~166.

[2003년 9월 접수, 2003년 11월 채택]