

방직공장의 QC. Engineer를 위한 품질관리(4-2)

3.3 도수분포

모집단에서 많은 시료를 취하여 여러 번 측정한 통계량은 모수에 일치되는 것은 수리적 증명되어 있다.

도수분포란 모집단 전체로부터 임의로 채취한 시료의 크기가 100이상이며 이 시료군은 모집단의 모양과 거의 같은 모양을 나타내게 되며 이것을 기둥모양의 그림표로 나타낸 것이며 도수분포표에 의하여 시료의 평균치와 표준편차를 계산할 수 있으며 시료의 크기가 클때에는 3.2에서 설명한 방법보다 훨씬 쉽게 표준편차를 구할 수 있다.

뿐만 아니라 모집단의 모양을 추측할 수 있으므로 제조공정에서의 결함이나 앞으로 나타날 변동상태를 짐작할 수 있고 발생가능한 변동요인을 사전에 방지할 수 있기 때문에 품질관리에서 가장 많이 사용되는 방법중의 하나이다.

도수분포는

- 1) 수입검사를 하기 위한 사내규격 제정
- 2) 합리적인 작업표준제정
- 3) 공정관리
- 4) 작업개선
- 5) 품질개선

등 공장내에서는 모든 활동에 이용되며 효과적으로 사용한다면 예상외의 좋은 성과를 얻을 수 있는 방법이다.

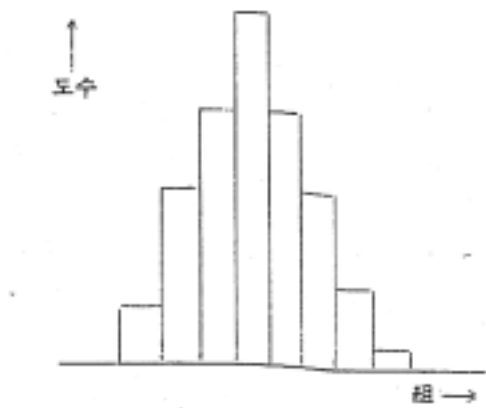
표 3과 같은 100개의 측정치가 있을 때 이것을 8조로 나누어 도수분포도를 그리면 대체로 그림 6과 같은 모양이 되며 이것을 기둥그림표 역은 히스

토그램(Histogram)이라고 하고 각 기둥의 정점의 중앙을 이은 추 모양의 곡선을 도수분포곡선이라고 한다.

외곡선의 이상적형태는 좌우가 맞선꼴일 때이며 이러한 곡선을 표준정규 분포곡선이라고 하며, 3.4.1에서 자세히 설명하겠다.

<표 3> 무 계 측 정 치

43.5	44.0	43.2	45.4	43.3	42.8	45.1	46.4	44.6	44.6
43.8	45.6	43.5	44.4	47.0	45.3	45.8	44.7	44.5	41.9
46.9	44.0	44.9	42.9	42.0	44.4	44.4	44.0	47.3	41.7
43.1	45.3	44.2	45.2	46.5	48.2	45.5	42.7	46.0	43.0
44.6	44.7	43.3	45.8	45.7	43.6	45.4	42.5	43.3	43.4
42.9	44.3	44.5	41.4	45.0	45.2	44.5	46.3	45.2	42.9
43.2	47.7	45.0	42.5	45.1	42.7	44.8	45.2	43.6	43.5
46.9	44.6	43.8	44.4	46.2	42.5	46.0	46.0	45.7	46.3
47.0	45.4	44.8	43.6	44.9	44.5	43.4	44.1	43.6	45.8
46.0	44.7	44.6	44.8	46.0	42.6	43.7	42.7	44.5	43.9



<그림 6> 무계측정치를 히스토그램으로 그린 것

3.3.1 도수분포의 작성과 계산

시료의 개수가 많을 때에는 표준편차를 앞에서 설명한 직접법이나 변환법

으로 구하기 어렵다.

이때 도수분포표를 이용하면 쉽게 구할 수 있으며 아울러 평균치도 구하게 된다.

이 방법으로 계산하는 순서를 표 3의 수치로서 설명하여 보자

順序	方 法	計 算																																																																																																				
1	假定値를 第 3 表와 같이 一定한 表에 記入한다 度數分布를 만들려면 데이 타의 數가 最小限 50 個以 上은 되어야 한다 万若 50 個以下이면 度數分 布를 만들더라도 그 모양 이 正規分布를 하지 않는다	<table border="1"> <tr><td>43.5</td><td>44.0</td><td>43.2</td><td>43.4</td><td>43.3</td><td>42.8</td><td>45.1</td><td>46.4</td><td>44.6</td><td>44.6</td></tr> <tr><td>43.8</td><td>45.6</td><td>43.5</td><td>44.4</td><td>47.0</td><td>45.3</td><td>45.8</td><td>44.7</td><td>44.5</td><td>41.9</td></tr> <tr><td>46.9</td><td>44.0</td><td>44.9</td><td>42.9</td><td>42.0</td><td>44.4</td><td>44.4</td><td>44.0</td><td>47.3</td><td>41.7</td></tr> <tr><td>43.1</td><td>45.3</td><td>44.2</td><td>45.2</td><td>46.5</td><td>48.2</td><td>45.5</td><td>42.7</td><td>46.0</td><td>43.0</td></tr> <tr><td>44.6</td><td>44.7</td><td>43.3</td><td>45.8</td><td>45.7</td><td>43.6</td><td>45.4</td><td>42.5</td><td>43.3</td><td>43.4</td></tr> <tr><td>42.9</td><td>44.3</td><td>44.5</td><td>41.4</td><td>45.0</td><td>45.2</td><td>44.5</td><td>46.3</td><td>45.2</td><td>42.9</td></tr> <tr><td>43.2</td><td>47.7</td><td>45.0</td><td>42.5</td><td>45.1</td><td>42.7</td><td>44.8</td><td>45.2</td><td>43.6</td><td>43.5</td></tr> <tr><td>46.9</td><td>46.6</td><td>43.6</td><td>44.4</td><td>46.2</td><td>42.5</td><td>46.0</td><td>46.0</td><td>45.7</td><td>46.3</td></tr> <tr><td>47.0</td><td>45.4</td><td>44.8</td><td>43.6</td><td>44.9</td><td>44.5</td><td>43.4</td><td>44.1</td><td>43.6</td><td>45.8</td></tr> <tr><td>46.0</td><td>44.7</td><td>44.6</td><td>44.8</td><td>46.0</td><td>42.6</td><td>43.7</td><td>42.7</td><td>44.5</td><td>43.9</td></tr> </table>	43.5	44.0	43.2	43.4	43.3	42.8	45.1	46.4	44.6	44.6	43.8	45.6	43.5	44.4	47.0	45.3	45.8	44.7	44.5	41.9	46.9	44.0	44.9	42.9	42.0	44.4	44.4	44.0	47.3	41.7	43.1	45.3	44.2	45.2	46.5	48.2	45.5	42.7	46.0	43.0	44.6	44.7	43.3	45.8	45.7	43.6	45.4	42.5	43.3	43.4	42.9	44.3	44.5	41.4	45.0	45.2	44.5	46.3	45.2	42.9	43.2	47.7	45.0	42.5	45.1	42.7	44.8	45.2	43.6	43.5	46.9	46.6	43.6	44.4	46.2	42.5	46.0	46.0	45.7	46.3	47.0	45.4	44.8	43.6	44.9	44.5	43.4	44.1	43.6	45.8	46.0	44.7	44.6	44.8	46.0	42.6	43.7	42.7	44.5	43.9
43.5	44.0	43.2	43.4	43.3	42.8	45.1	46.4	44.6	44.6																																																																																													
43.8	45.6	43.5	44.4	47.0	45.3	45.8	44.7	44.5	41.9																																																																																													
46.9	44.0	44.9	42.9	42.0	44.4	44.4	44.0	47.3	41.7																																																																																													
43.1	45.3	44.2	45.2	46.5	48.2	45.5	42.7	46.0	43.0																																																																																													
44.6	44.7	43.3	45.8	45.7	43.6	45.4	42.5	43.3	43.4																																																																																													
42.9	44.3	44.5	41.4	45.0	45.2	44.5	46.3	45.2	42.9																																																																																													
43.2	47.7	45.0	42.5	45.1	42.7	44.8	45.2	43.6	43.5																																																																																													
46.9	46.6	43.6	44.4	46.2	42.5	46.0	46.0	45.7	46.3																																																																																													
47.0	45.4	44.8	43.6	44.9	44.5	43.4	44.1	43.6	45.8																																																																																													
46.0	44.7	44.6	44.8	46.0	42.6	43.7	42.7	44.5	43.9																																																																																													
2	範圍를 구한다 表에서 最大值(△)와 最少値(x)를 구한다 範圍(R) = 最高値 - 最低値	(△) = 48.2 (x) = 41.4 R = (△) - (x) = 48.2 - 41.4 = 6.8																																																																																																				
3	組의 幅(h)을 定한다 h의 값은 組의 數에 따 라서 決定되므로 먼저 試 料의 크기 n에 따라 組 의 數를 決定한다 $h = \frac{R}{\text{組의數} - 1}$ 로 計算하며 위의 問題에 서 n = 100 이므로 組의 數는 8로 한다 註(9)	$h = \frac{R}{\text{組의數} - 1}$ $= \frac{6.8}{8 - 1}$ $= \frac{6.8}{7} = 0.97 \approx 1$ 이때 0.97은 반올림하여 1로 한다																																																																																																				
4	各 組의 限界値를 구한다 限界値는 데이터의 最少値 가 第 1 組에 들어가게 하 고 最大值가 第 8 組에 들어 가게 한 後 組과 組사이 는 h = 1의 差가 있도록 만든다 즉 第 2 組와 第 1 組																																																																																																					

順序	方 法	計 算																											
	$42 - 41 = 1$ 第3組와 第2組 $43 - 42 = 1$ $\vdots$ 와 같이 $h = 1$ 의 差가 있도록 組의 첫數를 記入 하고 組의 끝數는 다음組 의 첫數보다 한자리 작은 數를 記入한다 즉 第1組 $42 - 0.1 = 41.9$ 第2組 $43 - 0.1 = 42.9$ $\vdots$ $\vdots$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>組</th><th>組 의 限 界</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>41.0 ~ 41.9</td></tr> <tr><td>2</td><td>42.0 ~ 42.9</td></tr> <tr><td>3</td><td>43.0 ~ 43.9</td></tr> <tr><td>4</td><td>44.0 ~ 44.9</td></tr> <tr><td>5</td><td>45.0 ~ 45.9</td></tr> <tr><td>6</td><td>46.0 ~ 46.9</td></tr> <tr><td>7</td><td>47.0 ~ 47.9</td></tr> <tr><td>8</td><td>48.0 ~ 48.9</td></tr> </tbody> </table>	組	組 의 限 界	1	41.0 ~ 41.9	2	42.0 ~ 42.9	3	43.0 ~ 43.9	4	44.0 ~ 44.9	5	45.0 ~ 45.9	6	46.0 ~ 46.9	7	47.0 ~ 47.9	8	48.0 ~ 48.9									
組	組 의 限 界																												
1	41.0 ~ 41.9																												
2	42.0 ~ 42.9																												
3	43.0 ~ 43.9																												
4	44.0 ~ 44.9																												
5	45.0 ~ 45.9																												
6	46.0 ~ 46.9																												
7	47.0 ~ 47.9																												
8	48.0 ~ 48.9																												
5	組의 中央値를 記入한다 ① 第1組의 中央値를 구 한다 第1組의 中央値 $= \text{第1組의 첫數} + \frac{h}{2}$ $= 41.0 + \frac{1}{2}$ $= 41.5$ ② 第2組부터 第8組까지 의 中央値는 第2組의 中央値 $= \text{第1組의 中央値} + h$ 第3組의 中央値 $= \text{第2組의 中央値} + h$ $\vdots$ 와 같이 구한다	<table border="1"> <thead> <tr> <th>組</th><th>組 의 限 界</th><th>中 央 値</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>41.0 ~ 41.9</td><td>41.5</td></tr> <tr><td>2</td><td>42.0 ~ 42.9</td><td>42.5</td></tr> <tr><td>3</td><td>43.0 ~ 43.9</td><td>43.5</td></tr> <tr><td>4</td><td>44.0 ~ 44.9</td><td>44.5</td></tr> <tr><td>5</td><td>45.0 ~ 45.9</td><td>45.5</td></tr> <tr><td>6</td><td>46.0 ~ 46.9</td><td>46.5</td></tr> <tr><td>7</td><td>47.0 ~ 47.9</td><td>47.5</td></tr> <tr><td>8</td><td>48.0 ~ 48.9</td><td>48.5</td></tr> </tbody> </table> 第1組의 中央値 = 41.5 第2組의 " = 41.5 + 1 = 42.5 第3組의 " = 42.5 + 1 = 43.5 第4組의 " = 43.5 + 1 = 44.5 第5組의 " = 44.5 + 1 = 45.5 第6組의 " = 45.5 + 1 = 46.5 第7組의 " = 46.5 + 1 = 47.5 第8組의 " = 47.5 + 1 = 48.5	組	組 의 限 界	中 央 値	1	41.0 ~ 41.9	41.5	2	42.0 ~ 42.9	42.5	3	43.0 ~ 43.9	43.5	4	44.0 ~ 44.9	44.5	5	45.0 ~ 45.9	45.5	6	46.0 ~ 46.9	46.5	7	47.0 ~ 47.9	47.5	8	48.0 ~ 48.9	48.5
組	組 의 限 界	中 央 値																											
1	41.0 ~ 41.9	41.5																											
2	42.0 ~ 42.9	42.5																											
3	43.0 ~ 43.9	43.5																											
4	44.0 ~ 44.9	44.5																											
5	45.0 ~ 45.9	45.5																											
6	46.0 ~ 46.9	46.5																											
7	47.0 ~ 47.9	47.5																											
8	48.0 ~ 48.9	48.5																											

順序	方 法	計 算																																																																																																																																								
6	度数를 記入한다 第 3 表의 데이터들 하나 하나 체크하면서 ### // 와 같은 記号로 該当되는 組에 그리 넣는다 (여기서는 데이터 12個 만 順序대로 그린것을 보 여준다)	<table><tr><td>43.5</td><td>44.0</td><td>43.2</td><td>45.4</td><td>43.3</td><td>42.8</td><td>45.1</td><td>46.4</td><td>44.6</td><td>44.6</td></tr><tr><td>43.8</td><td>45.6</td><td>43.5</td><td>44.4</td><td>47.0</td><td>45.3</td><td>45.8</td><td>44.7</td><td>44.5</td><td>41.9</td></tr><tr><td>45.9</td><td>44.0</td><td>44.9</td><td>42.9</td><td>42.0</td><td>44.4</td><td>44.4</td><td>44.0</td><td>47.3</td><td>41.7</td></tr><tr><td>43.1</td><td>45.3</td><td>44.2</td><td>45.2</td><td>46.5</td><td>48.2</td><td>45.5</td><td>42.7</td><td>46.0</td><td>43.0</td></tr><tr><td>44.6</td><td>44.7</td><td>43.3</td><td>45.8</td><td>45.7</td><td>43.6</td><td>45.4</td><td>42.5</td><td>43.3</td><td>43.4</td></tr><tr><td>42.7</td><td>44.3</td><td>44.5</td><td>41.4</td><td>45.0</td><td>45.2</td><td>44.5</td><td>46.3</td><td>45.2</td><td>42.9</td></tr><tr><td>43.2</td><td>47.7</td><td>45.0</td><td>42.5</td><td>45.1</td><td>42.7</td><td>44.8</td><td>45.2</td><td>43.6</td><td>43.5</td></tr><tr><td>46.4</td><td>44.6</td><td>43.8</td><td>44.4</td><td>46.2</td><td>42.5</td><td>46.0</td><td>46.0</td><td>45.7</td><td>46.3</td></tr><tr><td>47.0</td><td>46.4</td><td>44.8</td><td>43.6</td><td>44.9</td><td>44.5</td><td>43.4</td><td>44.1</td><td>43.6</td><td>45.8</td></tr><tr><td>46.0</td><td>44.7</td><td>44.6</td><td>44.8</td><td>46.0</td><td>42.6</td><td>43.7</td><td>42.7</td><td>44.5</td><td>43.9</td></tr></table> <table><tr><th>組</th><th>組의 限界</th><th>中央値</th><th>度 數</th></tr><tr><td>1</td><td>41.0 ~ 41.9</td><td>41.5</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>42.0 ~ 42.9</td><td>42.5</td><td>/</td></tr><tr><td>3</td><td>43.0 ~ 43.9</td><td>43.5</td><td>////</td></tr><tr><td>4</td><td>44.0 ~ 44.9</td><td>44.5</td><td>//</td></tr><tr><td>5</td><td>45.0 ~ 45.9</td><td>45.5</td><td>/</td></tr><tr><td>6</td><td>46.0 ~ 46.9</td><td>46.5</td><td>///</td></tr><tr><td>7</td><td>47.0 ~ 47.9</td><td>47.5</td><td>/</td></tr><tr><td>8</td><td>48.0 ~ 48.9</td><td>48.5</td><td></td></tr></table>	43.5	44.0	43.2	45.4	43.3	42.8	45.1	46.4	44.6	44.6	43.8	45.6	43.5	44.4	47.0	45.3	45.8	44.7	44.5	41.9	45.9	44.0	44.9	42.9	42.0	44.4	44.4	44.0	47.3	41.7	43.1	45.3	44.2	45.2	46.5	48.2	45.5	42.7	46.0	43.0	44.6	44.7	43.3	45.8	45.7	43.6	45.4	42.5	43.3	43.4	42.7	44.3	44.5	41.4	45.0	45.2	44.5	46.3	45.2	42.9	43.2	47.7	45.0	42.5	45.1	42.7	44.8	45.2	43.6	43.5	46.4	44.6	43.8	44.4	46.2	42.5	46.0	46.0	45.7	46.3	47.0	46.4	44.8	43.6	44.9	44.5	43.4	44.1	43.6	45.8	46.0	44.7	44.6	44.8	46.0	42.6	43.7	42.7	44.5	43.9	組	組의 限界	中央値	度 數	1	41.0 ~ 41.9	41.5		2	42.0 ~ 42.9	42.5	/	3	43.0 ~ 43.9	43.5	////	4	44.0 ~ 44.9	44.5	//	5	45.0 ~ 45.9	45.5	/	6	46.0 ~ 46.9	46.5	///	7	47.0 ~ 47.9	47.5	/	8	48.0 ~ 48.9	48.5	
43.5	44.0	43.2	45.4	43.3	42.8	45.1	46.4	44.6	44.6																																																																																																																																	
43.8	45.6	43.5	44.4	47.0	45.3	45.8	44.7	44.5	41.9																																																																																																																																	
45.9	44.0	44.9	42.9	42.0	44.4	44.4	44.0	47.3	41.7																																																																																																																																	
43.1	45.3	44.2	45.2	46.5	48.2	45.5	42.7	46.0	43.0																																																																																																																																	
44.6	44.7	43.3	45.8	45.7	43.6	45.4	42.5	43.3	43.4																																																																																																																																	
42.7	44.3	44.5	41.4	45.0	45.2	44.5	46.3	45.2	42.9																																																																																																																																	
43.2	47.7	45.0	42.5	45.1	42.7	44.8	45.2	43.6	43.5																																																																																																																																	
46.4	44.6	43.8	44.4	46.2	42.5	46.0	46.0	45.7	46.3																																																																																																																																	
47.0	46.4	44.8	43.6	44.9	44.5	43.4	44.1	43.6	45.8																																																																																																																																	
46.0	44.7	44.6	44.8	46.0	42.6	43.7	42.7	44.5	43.9																																																																																																																																	
組	組의 限界	中央値	度 數																																																																																																																																							
1	41.0 ~ 41.9	41.5																																																																																																																																								
2	42.0 ~ 42.9	42.5	/																																																																																																																																							
3	43.0 ~ 43.9	43.5	////																																																																																																																																							
4	44.0 ~ 44.9	44.5	//																																																																																																																																							
5	45.0 ~ 45.9	45.5	/																																																																																																																																							
6	46.0 ~ 46.9	46.5	///																																																																																																																																							
7	47.0 ~ 47.9	47.5	/																																																																																																																																							
8	48.0 ~ 48.9	48.5																																																																																																																																								
7	度数의 記入이 끝나면 度 數를 세어서 子欄에 記 入한다	<table><tr><th>組</th><th>組의 限界</th><th>中央値</th><th>度 數(f)</th><th>f</th></tr><tr><td>1</td><td>41.0 ~ 41.9</td><td>41.5</td><td>///</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>42.0 ~ 42.9</td><td>42.5</td><td>### ### //</td><td>12</td></tr><tr><td>3</td><td>43.0 ~ 43.9</td><td>43.5</td><td>### ### ### ###</td><td>20</td></tr><tr><td>4</td><td>44.0 ~ 44.9</td><td>44.5</td><td>### ### ### ### ### ###</td><td>28</td></tr><tr><td>5</td><td>45.0 ~ 45.9</td><td>45.5</td><td>### ### ### ###</td><td>20</td></tr><tr><td>6</td><td>46.0 ~ 46.9</td><td>46.5</td><td>### ### //</td><td>12</td></tr><tr><td>7</td><td>47.0 ~ 47.9</td><td>47.5</td><td>////</td><td>4</td></tr><tr><td>8</td><td>48.0 ~ 48.9</td><td>48.5</td><td>/</td><td>1</td></tr></table>	組	組의 限界	中央値	度 數(f)	f	1	41.0 ~ 41.9	41.5	///	3	2	42.0 ~ 42.9	42.5	### ### //	12	3	43.0 ~ 43.9	43.5	### ### ### ###	20	4	44.0 ~ 44.9	44.5	### ### ### ### ### ###	28	5	45.0 ~ 45.9	45.5	### ### ### ###	20	6	46.0 ~ 46.9	46.5	### ### //	12	7	47.0 ~ 47.9	47.5	////	4	8	48.0 ~ 48.9	48.5	/	1																																																																																											
組	組의 限界	中央値	度 數(f)	f																																																																																																																																						
1	41.0 ~ 41.9	41.5	///	3																																																																																																																																						
2	42.0 ~ 42.9	42.5	### ### //	12																																																																																																																																						
3	43.0 ~ 43.9	43.5	### ### ### ###	20																																																																																																																																						
4	44.0 ~ 44.9	44.5	### ### ### ### ### ###	28																																																																																																																																						
5	45.0 ~ 45.9	45.5	### ### ### ###	20																																																																																																																																						
6	46.0 ~ 46.9	46.5	### ### //	12																																																																																																																																						
7	47.0 ~ 47.9	47.5	////	4																																																																																																																																						
8	48.0 ~ 48.9	48.5	/	1																																																																																																																																						

順序	方 法	計 算																																								
8	x를 記入한다 度数가 第一 많은 칸을 0으로 하고 이 칸의 中央値보다 큰 쪽은 (+), 작은 쪽은 (-)로 表示하여 0을 中央으로 上下에 順次로 1, 2, 3, 4, 를 붙인다	<table border="1"> <thead> <tr> <th>f</th><th>x</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>-3</td></tr> <tr><td>12</td><td>-2</td></tr> <tr><td>20</td><td>-1</td></tr> <tr><td>28</td><td>0</td></tr> <tr><td>20</td><td>1</td></tr> <tr><td>12</td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td></tr> </tbody> </table> $\Sigma f = n = 100$	f	x	3	-3	12	-2	20	-1	28	0	20	1	12	2	4	3	1	4																						
f	x																																									
3	-3																																									
12	-2																																									
20	-1																																									
28	0																																									
20	1																																									
12	2																																									
4	3																																									
1	4																																									
9	fx를 記入하고 그 合計를 구한다 $fx = (f) \times (x)$ 즉 第1組는 $3 \times (-3) = -9$ 第2組는 $12 \times (-2) = -24$... 第6組는 $1 \times 4 = 4$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>f</th><th>x</th><th>fx</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>-3</td><td>-9</td></tr> <tr><td>12</td><td>-2</td><td>-24</td></tr> <tr><td>20</td><td>-1</td><td>-20</td></tr> <tr><td>28</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>20</td><td>1</td><td>20</td></tr> <tr><td>12</td><td>2</td><td>24</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>12</td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr> <td>合計</td><td>100</td><td>7</td></tr> </tbody> </table> $\Sigma f = n = 100$ $\Sigma fx = 7$	f	x	fx	3	-3	-9	12	-2	-24	20	-1	-20	28	0	0	20	1	20	12	2	24	4	3	12	1	4	4	合計	100	7										
f	x	fx																																								
3	-3	-9																																								
12	-2	-24																																								
20	-1	-20																																								
28	0	0																																								
20	1	20																																								
12	2	24																																								
4	3	12																																								
1	4	4																																								
合計	100	7																																								
10	fx²을 記入하고 그 合計를 구한다 $fx^2 = (f) \times (x)^2$ 즉 第1組는 $3 \times (-3)^2 = 27$ 第2組는 $12 \times (-2)^2 = 48$... 第6組는 $1 \times (4)^2 = 16$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>f</th><th>x</th><th>fx</th><th>fx²</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>-3</td><td>-9</td><td>27</td></tr> <tr><td>12</td><td>-2</td><td>-24</td><td>48</td></tr> <tr><td>20</td><td>-1</td><td>-20</td><td>20</td></tr> <tr><td>28</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>20</td><td>1</td><td>20</td><td>20</td></tr> <tr><td>12</td><td>2</td><td>24</td><td>48</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>12</td><td>36</td></tr> <tr><td>1</td><td>4</td><td>4</td><td>16</td></tr> <tr> <td>合計</td><td>100</td><td>7</td><td>215</td></tr> </tbody> </table> $\Sigma f = n = 100$ $\Sigma fx = 7$ $\Sigma fx^2 = 215$	f	x	fx	fx ²	3	-3	-9	27	12	-2	-24	48	20	-1	-20	20	28	0	0	0	20	1	20	20	12	2	24	48	4	3	12	36	1	4	4	16	合計	100	7	215
f	x	fx	fx ²																																							
3	-3	-9	27																																							
12	-2	-24	48																																							
20	-1	-20	20																																							
28	0	0	0																																							
20	1	20	20																																							
12	2	24	48																																							
4	3	12	36																																							
1	4	4	16																																							
合計	100	7	215																																							

順序	方 法	計 算
11	平均値 ($\hat{\mu}$)를 다음 式으로 計算한다 $\hat{\mu} = x_0 + h \cdot \frac{\Sigma fX}{\Sigma f}$ $= x_0 + h \cdot \frac{\Sigma fX}{n}$ x_0 : 度数가 가장 많은것의 中央値 h : 組의 幅	$x_0 = 44.5$ $h = 1$ $\frac{\Sigma fX}{n} = \frac{7}{100} = 0.07$ $\therefore \hat{\mu}$ 는 $\hat{\mu} = x_0 + h \cdot \frac{\Sigma fX}{\Sigma f}$ $= 44.5 + 1 \times 0.07$ $= 44.57$
12	標準偏差 ($\hat{\sigma}$)를 다음 式으로 計算한다 $\hat{\sigma} = h \cdot \sqrt{\frac{\Sigma fX^2}{\Sigma f} - \left(\frac{\Sigma fX}{\Sigma f}\right)^2}$ $= h \cdot \sqrt{\frac{\Sigma fX^2 - \frac{(\Sigma fX)^2}{\Sigma f}}{\Sigma f}}$ $= h \cdot \sqrt{\frac{\Sigma fX^2 - \frac{(\Sigma fX)^2}{n}}{n}}$ n = 試料의 크기 (Σf와 같다)	$\hat{\sigma} = \frac{1 \times \sqrt{215 - \frac{(7)^2}{100}}}{100}$ $= 1 \times \sqrt{\frac{215 - \frac{49}{100}}{100}}$ $= \sqrt{\frac{214.51}{100}}$ $= 1.46$

[주 9] 도수분포에서 가장 중요한 것이 조의 수를 얼마로 하느냐? 하는 문제이다 너무 크게 하여도 좋지 않고 너무 작게 하면 도수분포의 모양이 정규성을 띄지 않게 된다.

조의 수를 결정하는데 대하여 A.S.T.M.에서 발표한 바에 의하면 데이터의 수가 50~250일 때는 조의 수를 8~12로 하는 것이 좋고 250이상일 때는 13~20으로 하는 것이 알맞다고 하였으며 만약 데이터의 수가 50이하일 때는 도수분포로서는 아무런 의미도 없다고 한다.

3.3.2 도수분포표의 응용

시료의 특성치가 계량치이든 계수치이든 관계없이 모든 수치는 반드시 흠어짐이 있게 되고 흠어짐의 정도를 수량화하여 통계적 분석을 하게 된다.

여러가지 분석의 가장 기초가 되는 것이 표준편차이며 표준편차를 계산하는 가장 쉬운 방법이 도수분포법이기 때문에 그 응용범위는 대단히 넓다.

응용되는 것을 예로 들면

1. 매일 혹은 시간마다 시험하는 시료의 분포를 주기적(1주 혹은 1개월마다)으로 분석하려고 할 때
 2. 두 가지 시료의 모집단의 분포나 평균치를 비교할 때
 3. 모집단의 분포가 어떠한 형의 분포를 하고 있는지 알고 싶을 때
 4. 수입검사시 수입제품의 규격이 표준규격의 한계내에 드는지 역은 들지 않는지를 알고자 할 때
 5. 관리도의 한계를 설정하고 싶으나 모집단의 분산을 모를 때 모집단의 분산을 추정하기 위하여
- 와 같은 경우이다.

지금 위에 든 여러 가지 경우의 실예를 들어 설명하여 보자.

(1) 시료의 분포를 주기적으로 분석할 때 과거의 데이터에서 모집단의 평균치와 표준편차가 각각

$$\mu = 44.9$$

$$\delta = 0.2$$

이라는 것이 알려졌고, 이 제품의 관리한계가 44.4~45.5라고 한다.

어느날 연간 8시부터 두시간마다 20개의 시료를 발취하여 시험한 결과는 표 4와 같다.

표 4의 평균치를 보면 전부 모집단의 평균치 44.9와 근소한 차밖에 없어 대단히 좋다고 할 수 있다.

그러나 이 평균치만으로는 2시간마다 측정한 데이터의 한 개 한 개의 값이 전부 관리한계에 든다고 할 수 없으며 또 시간에 따라 어떠한 변동을 하

고 있는지 알 수 없다.

<표 4> 어느날 2시간마다 측정한 값

시간	측 정 치										평균
8	44.7	45.1	45.3	44.9	45.1	44.7	45.2	43.9	44.2	44.0	44.7
	45.1	45.3	44.6	45.0	44.9	45.1	45.3	43.7	44.0	44.4	
10	44.2	45.5	43.9	45.2	45.1	44.5	45.6	45.1	45.0	44.6	44.9
	45.1	45.5	44.8	45.1	45.3	44.9	45.0	44.7	45.0	45.3	
12	45.1	44.9	44.6	45.0	44.7	45.1	44.0	43.9	43.7	44.0	44.6
	44.2	44.4	44.5	43.9	44.2	44.0	45.2	45.4	45.0	45.3	
14	44.9	45.0	44.5	45.4	45.1	45.2	44.8	45.0	44.6	44.5	45.0
	44.8	45.3	44.9	45.1	45.3	45.3	44.9	45.0	45.3	45.1	
16	44.7	45.1	45.3	44.9	45.2	44.9	44.6	44.6	45.3	45.0	44.9
	44.1	44.7	45.0	45.1	44.8	45.4	44.5	45.0	45.3	44.7	

이런 때에는 표 5와 같은 시간별 도수분포표를 작성하여 보면 시료의 분산상태가 잘 나타나게 될 뿐만 아니라 합계란에 당일 시험한 전체 합계도수를 나타내면 그 날의 성적을 알 수 있으므로 공정관리에 이용하면 좋은 결과를 가져오게 된다. 또 필요에 따라서 전체의 평균치와 표준편차를 계산하여 모집단의 값과 비교할 수 있다.

즉 평균치($\bar{x}$)는

$$\begin{aligned}
 \bar{x} &= x_0 + h \cdot \frac{\sum fx}{n} \\
 &= 45.1 + 0.3 \times \frac{-93}{100} \\
 &= 45.1 - (0.3 \times 0.93) \\
 &= 45.1 - 0.279 \\
 &= 44.8
 \end{aligned}$$

표준편차($\hat{\delta}$)는

$$\begin{aligned}\hat{\delta} &= h \cdot \sqrt{\frac{\sum fx^2 - \frac{(\sum fx)^2}{n}}{n}} \\ &= 0.3 \times \sqrt{\frac{339 - \left(\frac{-93}{100}\right)^2}{100}} \\ &= 0.3 \times 1.59 \\ &= 0.477\end{aligned}$$

이므로 이날의 평균치는 모집단의 평균치와 거의 같으나 표준편차는 $0.477 \div 0.2 = 2.4$ 약 2.4배 더 크므로 분산상태는 아주 나쁘다. 그러나 다시 시간별로 시찰하여 보면 8~12시에는 흠어짐이 컸으나 14~16에는 흠어짐이 작고 전부 관리한계에 들어가고 있으며 한계외로 나간 것은 불과 1개밖에 없다. 따라서 표 5를 보면 년전에는 어떠한 원인으로 분산이 컸고 년후에는 그 원인이 제거되어 좋아졌다는 것을 알 수 있다.

<표 5>

組	組 外 範 圍	中央 値	測 定 時 間					合 計	f	x	fx	fx ²
			8시	10시	12시	14시	16시					
1	43.5 ~ 43.7	43.6	/		/			//	2	-5	-10	50
2	43.8 ~ 44.0	43.9	///	/	///			/// ///	9	-4	-36	144
3	44.1 ~ 44.3	44.2	/	/	//		/	///	5	-3	-15	45
4	44.4 ~ 44.6	44.5	//	///	///	///	///	/// /// ///	15	-2	-30	60
5	44.7 ~ 44.9	44.8	///	///	//	///	///	/// /// /// ///	20	-1	-20	20
6	45.0 ~ 45.2	45.1	///	///	///	///	///	/// /// /// ///	32	0	0	0
7	45.3 ~ 45.5	45.4	///	//	//	///	///	/// /// ///	16	1	16	16
8	45.6 ~ 45.8	45.7						/	1	2	2	4
計			20	20	20	20	20	100	100		-93	339

만약 매일 이러한 결과가 나타난다면 이는 년전 년후에 어떤 주기성을 띤 요인이 작용하고 있으므로 이 원인을 제거하면 년전에도 년후와 같은 결과가 나타날 것이므로 품질이 향상될 수 있다. 매일 시험하는 시료의 합격, 불합격을 판정하고 20일간의 성적을 평가한 것이 표 6이다.

모집단의 평균치가 44.5이고 표준편차가 1.5인 것이 알려져 있기 때문에 관리한계를 밑 40.0~49.0까지로 설정하여 용지에 조의 한계와 중앙치를 기입하여 놓고 매일 시료 10개씩을 측정하여 그 값을 기입하여 나간다.

20일이 경과되면 합계도수에 20일간의 도수를 전부 합하여 그리고 필요에 따라 평균치와 표준편차를 3.3.1의 방법으로 계산하여 모집단의 것과 비교한다.

<표 6> 매일 시험한 시료의 주기적 평가

組	組の限界	中央値	測 定 日 字																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	40.0 ~ 40.9	40.5						/		/												
2	41.0 ~ 41.9	41.5				/		/		/	/						//	/		/	//	/
3	42.0 ~ 42.9	42.5	//	//	/	//	/	/	/	//	//	//	/	//	/	/	/	/	/	//		
4	43.0 ~ 43.9	43.5	//		//	/	/		//	/	/	//	/	//		//	//	/		//	//	/
5	44.0 ~ 44.9	44.5		//	//	//	/	//	//	//	//	//	//	//	//	/	//	//	//	//		//
6	45.0 ~ 45.9	45.5		//	/	//	//	//	//	/	/		//	//	/	//	/	//	//	//	//	//
7	46.0 ~ 46.9	46.5	//	/			//	//				//	/	//	/	/	/	/	//	/	//	
8	47.0 ~ 47.9	47.5	/				/			//		/				/						/
9	48.0 ~ 48.9	48.5											/									
合 計			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

組	組の限界	中央値	合 計 度 数				f	x	fx	fx ²
1	40.0 ~ 40.9	40.5	//				2	- 4	- 8	32
2	41.0 ~ 41.9	41.5	//	//	/		11	- 3	- 33	99
3	42.0 ~ 42.9	42.5	//	//	//	//	33	- 2	- 66	132
4	43.0 ~ 43.9	43.5	//		//	//	33	- 1	- 33	33
5	44.0 ~ 44.9	44.5	//		//	//	44	0	0	0
6	45.0 ~ 45.9	45.5	//		//	//	43	1	43	43
7	46.0 ~ 46.9	46.5	//		//	//	26	2	52	104
8	47.0 ~ 47.9	47.5	//	//			7	3	21	63
9	48.0 ~ 48.9	48.5	/				1	4	4	16
合 計							200		- 20	512

표 6으로 평균치와 표준편차를 구하여 보자.

$$\begin{aligned}\text{평균치 } \bar{x} &= x_0 + h \cdot \frac{\sum fx}{n} \\ &= 44.5 - 1 \times \frac{(-20)}{200} \\ &= 44.5 - 0.1 \\ &= 44.4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{표준편차 } \hat{\sigma} &= h \cdot \sqrt{\frac{\sum fx^2 - (\frac{\sum fx}{n})^2}{n}} \\ &= 1 \times \sqrt{\frac{512 - \frac{(-20)^2}{200}}{200}} = 1 \times \sqrt{\frac{510}{200}} = 1 \times \sqrt{2.55} = 1 \times 1.6 = 1.6\end{aligned}$$

이 결과를 모집단의 것과 비교하여 보면

구분 \ 항목	평 균 치	표준편차
모집단	44.5	1.5
시 료	44.4	1.6

와 같으므로 이 시료는 모집단의 값과 거의 비슷하다. 이 차이를 좀 더 자세히 비교하려면 유의차 검정을 하여야 될 것이나 이 방법은 뒤에서 설명하기로 한다.

(2) 두 가지 시료의 모집단의 분포나 평균치를 비교할 때

도수분포표로서 시료의 모집단의 분포나 평균치를 알 수 있다는 것은 이미 말하였지만 우리가 가끔 경험하는 것 중에는 다음과 같은 예가 있다.

(가) 동일한 품종이 두 기계에서 생산될 때

(나) 동일한 기계에서 생산된 동일 제품을 두 사람이 시험할 때

(다) 똑 같은 규격의 제품을 두 사람이 만들 때

2 가지 기계사이에 역은 두 사람 사이에 어떠한 차이가 없을 것인가? 또는 사람에 따르는 습성이 제품에 미치는 영향은 없을 것인가?를 알고 싶을 때가 흔히 있다.

그러나 우리는 비록 데이터가 있더라도 이것을 어떻게 수량화하고 수학화 할 것인가? 망설이게 된다.

이런 경우에는 알고 싶은 두 가지 요인별로 도수분포표를 만들어 보면 된다.

그 한 예를 들자.

똑 같은 원료로 두 기계에서 철봉의 요도를 시험한 결과 표 7 (A), (B)와 같은 하중이 나왔다고 하며 (A), (B)의 수치만으로는 두 기계사이의 특성을 알 수 없고 모두 비슷한 표 7(A), (B)와 같은 도수분포도를 만들어 보면 그 분포상태를 한 눈으로 알아볼 수 있고 더욱이 평균치나 표준편차를 계산하여 보면 뚜렷한 차이점을 발견할 수 있게 되어 품질개선을 위한 불량원인을 찾아내는데 커다란 역할을 하게 된다.

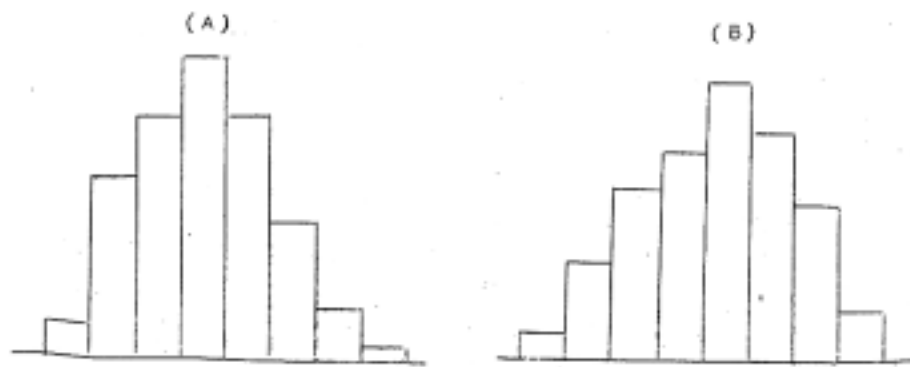
<표 7> 철봉의 요도(Kg)

(A)

43.5	44.0	43.2	45.4	43.3	42.8	45.1	46.4	44.6	44.6
43.8	45.6	43.5	44.4	47.0	45.3	45.8	44.7	42.4	41.9
46.9	44.0	44.9	42.9	42.0	44.4	42.4	44.0	47.3	41.7
43.1	45.3	44.2	45.2	46.5	48.2	45.5	42.7	46.0	43.0
44.6	42.4	43.3	45.8	45.7	43.6	45.4	42.5	43.3	43.4
42.9	44.3	44.5	41.4	45.0	45.2	44.5	46.3	45.2	42.9
43.2	47.7	45.0	42.5	45.1	42.7	44.8	45.2	43.6	43.5
46.9	44.6	43.8	44.4	46.2	42.5	46.0	46.0	45.7	46.3
47.0	45.4	44.8	43.6	44.9	44.5	43.4	44.1	43.6	45.8
46.0	44.7	42.9	44.3	46.0	44.4	43.7	42.7	44.5	43.9

(B)

45.6	40.0	42.1	44.7	42.2	44.3	44.7	45.8	43.5	45.8
45.7	43.3	42.5	40.0	44.7	45.1	45.2	42.5	41.3	45.9
46.4	42.8	44.2	43.4	44.4	44.0	45.0	46.4	46.5	45.0
44.5	44.8	43.4	42.5	44.7	43.7	44.7	42.9	45.0	47.6
44.9	43.6	47.7	46.9	41.4	41.9	42.0	44.6	46.2	45.1
41.4	45.8	44.1	42.5	43.1	46.4	46.0	41.6	43.2	44.4
42.6	43.0	45.6	45.6	42.5	43.8	45.5	43.6	43.8	43.4
46.0	43.9	42.7	44.8	46.0	42.0	44.4	43.8	45.6	44.3
46.1	45.1	42.7	41.4	47.6	44.5	46.7	44.0	41.7	44.8
46.4	44.8	47.7	46.6	43.5	44.5	43.3	45.1	45.6	41.2



<그림 7> 철봉의 요도 도수분포표

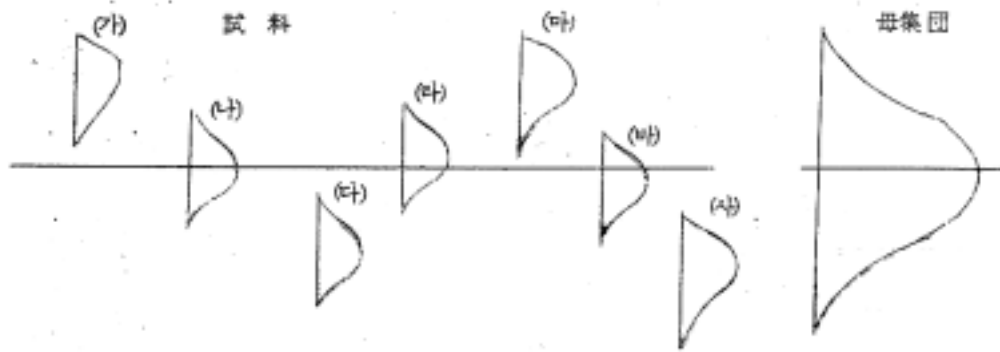
(3) 모집단의 분포형태를 알고 싶을 때

매일 시험하거나 검사하는 특성치의 모집단은 반드시 어떤 형태의 분포를 하고 있다. 그 분포의 모양을 알기 위하여 도수분포도를 사용하게 된다.

시료의 크기가 적거나 조의 수를 부적당하게 정하면 모집단이 커지고 있는 참 모양이 나타나지 않고 어느 시료의 분포상태만 나타나서 실제 알고자 하는 것은 그리는 사람의 잘못으로 감추어질 때가 있다.

이때에는 정도를 높이기 위하여 여러 번 반복하여 그 결과를 누적시켜 도

수분포도를 만들려면 더욱 참 모양에 가까워진다.



<그림 8> 모집단의 분포와 시료의 분포와의 관계도

그림 8에서 모집단의 모양을 알려고 시료 (가)를 취하여 도수분포표를 그렸더니 그림 9와 같았다면 이것은 모집단의 참 모양이 나타나지 않고 모집단중의 시료 (가)부분만을 표현하는데 불과하다.



<그림 9>

만약 정도를 높이기 위하여 (사)까지 7회에 걸쳐 도수분포를 작성하여 그 누적도수를 분포도를 만들면 모집단의 참 모양에 가까운 것이 된다.

이러한 방법으로 분포곡선을 추정하여 필요한 통계적 계산을 하면 수입검사나 제품검사이 과거의 데이터가 없더라도 정확한 관리한계의 설정과 수정을 할 수 있다.

(4) 수입 제품의 규격을 검사할 때 항상 사용하는 부속품이나 기료품 그

규격을 미리 제정하여 그림 10과 같은 검사표(Check Sheet)를 만들어 두면 많은 데이터의 수치를 일일이 기입하는 불편을 덜어주고 번잡한 계산도 할 필요없이 시각적으로 판정을 내릴 수 있으므로 대단히 유용하다. 마이크를 다 기입한 후에는 분석에 필요한 여러 가지 정보를 이 표로부터 얻을 수 있고 다른 것과 비교하기도 쉽다.

<그림 10> 검사표(Check Sheet)

檢 査 表		檢 査 番 号	
値 数			品 名
1.00 ~ 1.09			用 途
1.10 ~ 1.19			規 格
1.20 ~ 1.29	/	1	
1.30 ~ 1.39	/	1	製 造 会 社
1.40 ~ 1.49	/// 社内規格	3	檢 査 者
1.50 ~ 1.59	### //	7	
1.60 ~ 1.69	### ### ### //	17	Lot 番 号
1.70 ~ 1.79	### ### ### ### ###	25	檢 査 能 数
1.80 ~ 1.89	### ### ### ### ### ### //	37	合 格 個 数
1.90 ~ 1.99	### ### ### ### ///	24	不 合 格 個 数
2.00 ~ 2.09	### ### ### ### /	21	不 良 率 %
2.10 ~ 2.19	### //	7	
2.20 ~ 2.29	/// 社内規格	3	비 교
2.30 ~ 2.39	///	3	
2.40 ~ 2.49	/	1	
2.50 ~ 2.59			
2.60 ~ 2.69			
計			

3.3.3 도수분포의 여러 가지 모양도수분포는 대개 일정한 규칙성을 가진 모양으로 나타나지만 종모양의 표준정규분포를 하는 것이 아니고 정규분포와 틀리는 분포를 할 때가 있으므로 그 모양을 보고 기술적처리를 취하려고

할때에는 주의하여야 한다.

흔히 나타나는 모양을 몇 가지 그려보면 그림 11과 같다.

<그림 11> 도수분포의 여러 가지 모양

