

# 우리나라에서의 蒸發式 冷却의 効用性

閔 滿 基\*

## Abstract

The effectiveness with which evaporative cooling can be used in Korea was analysed by making use of weather data of 15 cities in a past decade. In ASHRAE comfort chart for a still air atmospheric condition was divided into two dimensional array, 14 zones by effective temperature and 10 zones by relative humidity, and all hours of weather condition in those zones were computed from every 4 hours weather data in a past decade. From this computation obtained were for 15 cities:

1. average annual total hours above 23°C ET
2. effective temperatures with 5% excess factor, and
3. ratios of all hours in wet (above 25.6°C WBT), intermediate (22°C to 25.6°C WBT), and dry (below 22°C WBT) area to total hours in whole area on comfort chart beyond 23°C ET to effective temperature of 5% excess factor.

It was shown from this computational result that in Korea evaporative cooling was not effective for building and residential comfort air conditioning but could be useful for comfort air conditioning in industry and industrial air conditioning, depending upon the air stream velocity and the type of application.

## 1. 序 論

近年에 와서 우리나라도 生活水準이 向上되어 여름에 에어컨裝置를 하고 지내는 家庭이 많아졌고 新築되는 現代式 建物에는 거의 大部分이 中央式 空氣調和設備를 갖추게 되었다. 그러나 住宅에 유닛트형 에어컨이나마 設置하고자 해도 값이 너무 비싸므로 널리 普及이 될려면 아직도 遙遠하다. 4,5年前부터 蒸發式 冷却器가 市販되기 始作하여 선풍기 보다 조금 비싼 程度의 값으로 루옴쿨러를 購入할 수 있다는데에 많은 魅惑을 느꼈던 것이 事實이다. 그러나 이 蒸發式冷却器(워터쿨러)가 과연 우리나라 氣候條件에서 얼마나 効果的으로 使用될 수 있는지는 지금껏 疑

問이었다.

本 報文은 中央觀象臺의 過去의 氣象資料를 基礎로, 空氣調和裝置中 가장 값싼 이 蒸發式 冷却方式이 우리나라의 氣候條件下에서 얼마나 効用性이 있는가를 全國 15個都市에 對하여 地域別로 밝히는데 그 目的을 가지고 있다.

蒸發式 冷却器는 水分의 蒸發에 依하여 空氣의 乾球溫度를 낮춘다. 따라서 濕도가 높은 地域에서는 空氣는 快適範圍에 이르지 못하고 벗어나 버린다. (그림 1의「가」참조). 이와 反對로 乾燥한 地域에서는 乾球溫도와 濕球溫도의 差가 크므로 冷却範圍(冷却器入口와 出口의 乾球溫度差)도 커질 뿐더러(그림 1.의「나」와「다」를 比較) 要求되는 加濕을 同時에 해주는 利點을 지니고 있다. 이처럼 乾球溫度는 물론 濕球溫度가 蒸發式 冷却에 큰 影響을 주므로 蒸發式 冷却에 있어서 는 濕球溫도의 氣象資料를 必要로 한다.

\* 正會員, 高麗大學校 理工大學 機械工學科

本 報 文 에 서 는 有 効 溫 度 의 概 念 을 使 用 하 여 氣 象 資 料 으 로 부터 有 効 溫 度 에 따 른 氣 候 條 件 (乾 球 溫 度 와 濕 球 溫 度) 의 年 間 時 間 分 布 그 리 고 相 對 濕 度 에 따 른 分 布 를 地 域 마 다 算 出 하 여 蒸 發 式 冷 却 의 効 用 性 을 밝 힌 다.

2. 解 析 方 法

(1) 蒸 發 式 冷 却 의 効 用 性

蒸 發 式 冷 却 에 서 水 分 의 蒸 發 量 에 는 飽 和 狀 態 의 限 界 가 있 기 때 문 에 冷 却 範 圍 는 冷 却 器 入 口

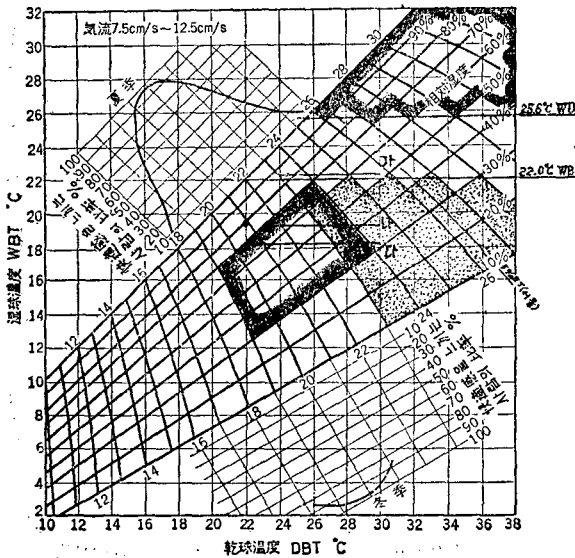


그림 1. 快 適 線 圖 上 에 서 의 冷 却 範 圍 와 快 適 帶

에 서 의 乾 球 溫 度 와 濕 球 溫 度 의 差 에 따 라 크 게 달 라 진 다.

蒸 發 式 冷 却 器 의 性 能 은 다 음 의 飽 和 効 率 로 表 示 된 다.

$$\text{飽 和 効 率} = 100 \times \frac{DBT_s - DBT_1}{DBT_s - WBT_s}$$

여 기 서

$DBT_s$ : 蒸 發 冷 却 器 入 口 의 乾 球 溫 度

$WBT_s$ : 蒸 發 冷 却 器 入 口 의 濕 球 溫 度

$DBT_1$ : 蒸 發 冷 却 器 出 口 의 乾 球 溫 度

이 飽 和 効 率 의 範 圍 는 蒸 發 式 冷 却 器 에 서 50~97% 이 다\* . 위 의 式 에 서  $DBT_s$  를 定 하 여 놓 고  $WBT_s$  를 낮 추 면 같 은 飽 和 効 率 에 서 冷 却 範 圍 ( $DBT_s - DBT_1$ ) 가 커 진 다. 또 한 번 그림 1. 에 서 快 適 帶 의 濕 度 上 限 은 70% 인 데 (靜 止 空 氣 에 對 한 ASHRAE 快 適 線 圖 에 서) 任 意 의 어 느 定 하 여 진 乾 球 溫 度 에 서 이 濕 度 上 限 까 지 蒸 發 冷 却 을 한 다 면 (그림 1. 의 「나」 와 「다」 參 照) 濕 球 溫 度 가 낮 을 수 록 冷 却 範 圍 가 커 지 며 이 때 飽 和 効 率 을 概 算 하 면 거 의 變 하 지 않 으 며 濕 度 가 처 음 에 낮 았 던 「다」 에 있 어 서 出 口 空 氣 의 有 効 溫 度 가 더 낮 게 된 다. 한 편 快 適 帶 의 右 端 (23.9°C ET 線) 까 지 는 또 한 濕 球 溫 度 가 낮 을 수 록 일 직 到 達 한 다. 따 라 서 相 對 濕 度 가 낮 을 수 록 蒸 發 式 冷 却 은 그 効 果 가 크 다. 바 께 말 하 면 感 熱 冷 却 은 물 론 이 고 加 濕 도 要 求 되 는 乾 燥 한 地 域 에 서 이 蒸 發 式 冷 却 方 式 이 適 合 한 것 이 다.

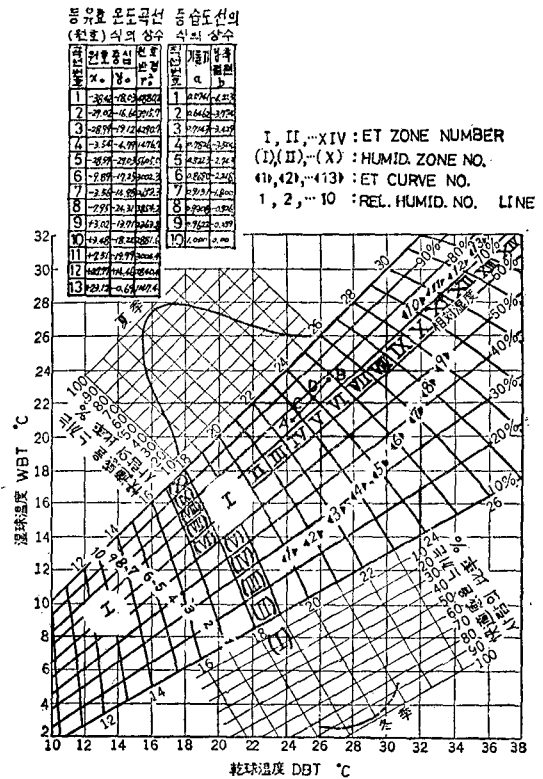


그림 2. 有 効 溫 度 의 區 域 과 相 對 濕 度 의 區 域

\* 參 考 文 獻 番 號

表 1.

有効温度區域別 年平均 總時間 (hrs)

有効温度區域	22°~	23~	24~	25~	26~	27~	28~	29~	30~	31~	32° C
	22.9° C	23.9°	24.9°	25.9°	26.9°	27.9°	28.9°	29.9°	30.9°	31.9°	以上
都市	22° C	23° C	24° C	25° C	26° C	27° C	28° C	29° C	30° C	31° C	32° C
	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上
부 산	248.50 1274.40	255.30 1025.74	290.85 770.44	256.01 479.58	156.99 223.56	59.84 66.56	6.67 6.72	0.04 0.05	0	0	0
추 풍 령	326.62 1333.13	300.92 1006.51	281.99 705.59	205.45 423.60	129.15 218.15	67.13 89.00	17.98 21.87	3.58 3.88	0.29 0.30	0	0
인 천	371.74 1235.11	309.83 863.37	265.14 553.54	162.19 288.41	87.91 126.21	31.23 38.30	5.36 7.07	0.35 1.71	0.03 1.35	0.03 1.32	1.29 1.30
제 주	259.63 1734.90	235.24 1475.26	325.70 1240.02	369.09 914.32	304.79 545.23	170.67 240.44	57.62 69.77	11.63 12.15	0.52 0.52	0	0
전 주	316.65 1742.82	290.80 1426.18	371.27 1135.38	345.10 764.11	217.47 419.00	127.90 201.53	58.48 73.62	14.08 15.15	1.06 1.07	0	0
강 룡	270.04 1159.33	216.41 889.29	215.59 672.88	194.28 457.29	135.96 263.01	81.74 127.05	33.41 45.31	10.40 11.89	1.49 1.49	0	0
광 주	298.56 1654.61	273.80 1356.05	357.47 1082.25	339.69 724.78	215.94 335.09	121.31 169.15	39.78 47.84	7.75 8.06	0.31 0.31	0	0
목 포	296.49 1603.01	265.61 1306.63	342.85 1040.91	336.92 698.06	221.34 361.13	109.36 139.79	26.43 30.42	3.66 3.99	0.33 0.34	0	0
포 항	278.99 1358.06	245.38 1079.07	259.64 833.69	237.97 574.05	162.24 336.07	104.43 173.84	51.41 69.41	14.53 18.00	3.15 3.48	0.32 0.33	0
서 귀 포	266.73 1731.13	239.15 1464.40	317.37 1225.25	400.90 907.88	322.43 506.97	147.32 184.55	33.44 37.22	2.82 3.78	0.35 0.96	0.30 0.62	0.30 0.31
서 울	354.59 1424.48	331.93 1069.89	325.43 737.95	220.05 412.53	114.46 192.48	56.83 78.02	18.77 21.12	2.11 2.41	0.29 0.30	0	0
대 구	302.19 1616.31	271.61 1314.13	301.48 1042.51	286.06 741.03	219.71 454.96	142.64 235.25	72.19 92.61	18.12 20.43	2.30 2.31	0	0
울 룡 도	261.90 944.33	261.99 682.43	226.15 420.44	127.65 194.29	48.79 66.65	15.89 17.85	1.96 1.96	0	0	0	0
울 산	283.36 1482.41	271.33 1199.05	300.40 927.72	256.11 627.32	173.44 371.20	111.74 197.76	62.46 86.02	20.25 23.56	3.30 3.30	0	0
여 수	273.93 1495.19	299.36 1221.26	361.54 921.90	313.49 560.36	166.40 246.87	64.52 80.47	13.49 15.95	2.33 2.47	0.13 0.13	0	0

有効温度란 乾球温度와 濕球温度가 人體에 주는 暖冷感覺의 複合인 영향을 나타내는 體感温度다. 따라서 乾球温度와 濕球温度를 複合시킨 이러한 有効温度로 氣象資料(乾球温度와 濕球温度)를 나타내어, 空氣調和裝置의 年間 使用總時間을, 이 有効温度區域에 따른 年間的 時間的 分布로부터 求할 수 있다. 앞서 말한 바와 같이 蒸發式 冷却은 濕度の 영향을 크게 받으므로 有効温度區域(그림 2. 參照)을 相對濕度에 따라 分割하여 各濕度區域에 머무는 年間的 總時間을 모두 算出하여 各區域別 總時間의 分布를 分析하여 蒸發式 冷却方法의 効用性을 檢討할 수 있다.

(2) 資料의 計算處理 方法

本 報文에서 使用한 氣象統計資料는 國立中央 1974年 9月

觀象臺의 1963年에서 1972年까지의 10年間的 乾球温度와 濕球温度로서 對象으로 잡은 都市는 表 1.~表 3.에서 보는바와 같은 15個都市다.

1963年과 1964年의 2年間은 하루에 세 번(6時, 14時, 및 22時), 1965年以後는 모두 하루에 네 번(3時, 9時, 15時 및 21時) 測定記錄한 것이다.

有効温度線이 表示되어 있는 ASHRAE 快適線圖에서 그림 2.와 같이 13個의 等有効温度線(1~13番)에 依하여 區域을 14個로 分割하였다. 20° C ET 以下를 I 區域, 32° C ET 以上(32° C ET 包含)을 XIV 區域, 그리고 II~X Ⅲ까지의 區域은 1° C ET의 間隔을 갖는 區域으로 한다. 한편 10個의 等相對濕度線(1~10番)에 依하여 相對濕度別 區域을 10個로 나누었다. 10% 濕度線 以下

表 2. 6~9 月(總 2,928hrs)에 對한 有效溫度區域別 年平均 總時間(hrs)

有效溫度區域		22~22.9	23~23.9	24~24.9	25~25.9	26~26.9	27~27.9	28~28.9	29~29.9	30~30.9	31~31.9	32°C 이상
		22°C 以上	23°C 以上	24°C 以上	25°C 以上	26°C 以上	27°C 以上	28°C 以上	29°C 以上	30°C 以上	31°C 以上	32°C 以上
都 市												
부 산		245.02 1270.57	255.12 1025.55	290.86 770.43	256.02 479.58	157.09 223.56	59.84 66.56	6.67 6.72	0.05 0.05	0 0	0 0	0 0
추 풍 령		312.91 1315.07	297.00 1002.16	281.57 705.16	205.45 423.60	129.15 218.15	67.13 89.00	17.98 21.87	3.59 3.88	0.29 0.30	0 0	0 0
인 천		367.42 1230.64	309.67 863.22	265.14 553.54	162.20 288.41	870.91 126.21	31.23 38.30	5.36 7.07	0.35 1.71	0.03 1.35	0.03 1.32	1.29 1.30
제 주		245.01 1711.70	228.39 1466.69	324.40 1238.29	368.67 913.90	304.79 545.23	170.67 240.44	57.62 69.77	11.63 12.15	0.52 0.52	0 0	0 0
전 주		285.82 1699.38	280.95 1413.56	368.68 1132.61	344.93 763.93	217.48 419.00	127.91 201.53	58.48 73.62	14.08 15.15	1.07 1.07	0 0	0 0
강 룡		249.17 1124.67	308.39 875.50	211.01 667.10	193.25 456.10	135.80 262.85	81.74 127.05	33.42 45.31	10.41 11.89	1.49 1.49	0 0	0 0
광 주		279.01 1561.15	270.00 1282.14	357.04 1012.14	339.69 742.14	215.94 385.10	121.31 169.16	39.78 47.85	7.75 8.06	0.31 0.32	0 0	0 0
목 포		289.47 1595.70	265.35 1306.23	342.83 1040.89	336.93 698.06	221.35 361.13	109.36 139.79	26.43 30.47	3.66 3.99	0.33 0.34	0 0	0 0
포 향		257.61 1327.55	238.55 1069.85	257.44 831.40	237.88 573.95	162.24 336.07	104.43 173.84	51.41 69.41	14.53 18.00	3.15 3.48	0.32 0.33	0 0
서 귀 포		247.84 1705.38	234.12 1457.34	315.99 1223.23	400.56 907.33	322.43 506.77	147.32 184.55	33.44 37.22	2.82 3.78	0.35 0.96	0.30 0.62	0.31 0.31
서 울		339.67 1405.08	328.73 1065.41	324.51 736.68	219.79 412.17	114.36 192.38	56.83 78.02	18.78 21.12	2.11 2.41	0.29 0.30	0 0	0 0
대 구		271.28 1568.97	259.33 1297.79	297.66 1038.46	285.75 730.81	219.71 445.01	142.64 235.25	72.19 92.61	18.12 20.43	2.30 2.31	0 0	0 0
울 양 도		260.80 943.20	261.97 682.40	226.15 420.44	127.65 194.29	48.80 66.65	15.89 17.85	1.97 1.96	0 0	0 0	0 0	0 0
울 산		265.47 1454.54	264.19 1189.06	297.99 924.88	255.69 626.89	173.44 371.20	119.74 197.76	62.47 86.02	20.25 23.56	3.30 3.30	0 0	0 0
여 수		269.71 1452.57	260.96 1182.86	361.54 921.90	313.50 560.36	166.40 246.87	64.52 80.47	13.49 15.95	2.33 2.47	0.13 0.13	0 0	0 0

가 I 區域, 10%線에서 20%까지를 II 區域等으로 相對濕度 10%의 間隔으로 分割하였다.

氣象資料의 各 狀態點이 이 二次元 排列의 區域 中 어느 곳이 屬하는가를 電算機로 求하기 爲하여 有效溫度線과 相對濕度線을 式으로 表現 하여야 한다. 前者는 圓弧의 式으로 近似化하여 曲率半徑과 圓弧中心의 座標를 算定하였고 後者는 直線이므로 그 기울기와 縱軸의 截片值를 求 하였다(그림 2.의 上端參照).

各 區域에 滯在하는 氣象條件의 總時間을 算定 하는 節次는 다음과 같다.

1. 連續되는 任意의 2時刻의 狀態點 2個(그림 2.의 A 및 B)의 所屬區域을 各己 求한다.
2. 이 2點을 잇는 直線式을 求한다.

3. 이 直線의 線分 (AB)을 자르는 有效溫度 線들을 찾아내어 그 交點들 (C 및 D)을 求한다

4. 이 交點들에 依하여 分割된 線分들 (AC, CD, 및 DB)이 各區域에 滯在하는 時間을 補間 法으로 各各 算定한다. 3.의 節次에서 交點이 없 을 때 時間은 2時刻 사이의 時間이 된다.

5. 算定한 各 時間들을 該當되는 區域에 加算 貯藏시킨다.

6. 3.에서 5.까지의 節次를 濕度別 區域의 滯在 時間算定에도 똑같이 適用한.

7. 어느 都市의 10年分 入力資料가 모두 이러 한 過程을 거치면서 有效溫度 區域別 및 相對濕 度 區域別 總時間을 月間, 年間, 및 10年間에 對 하여 print out 한다.

우리나라에서의 蒸發式 冷却의 効用性

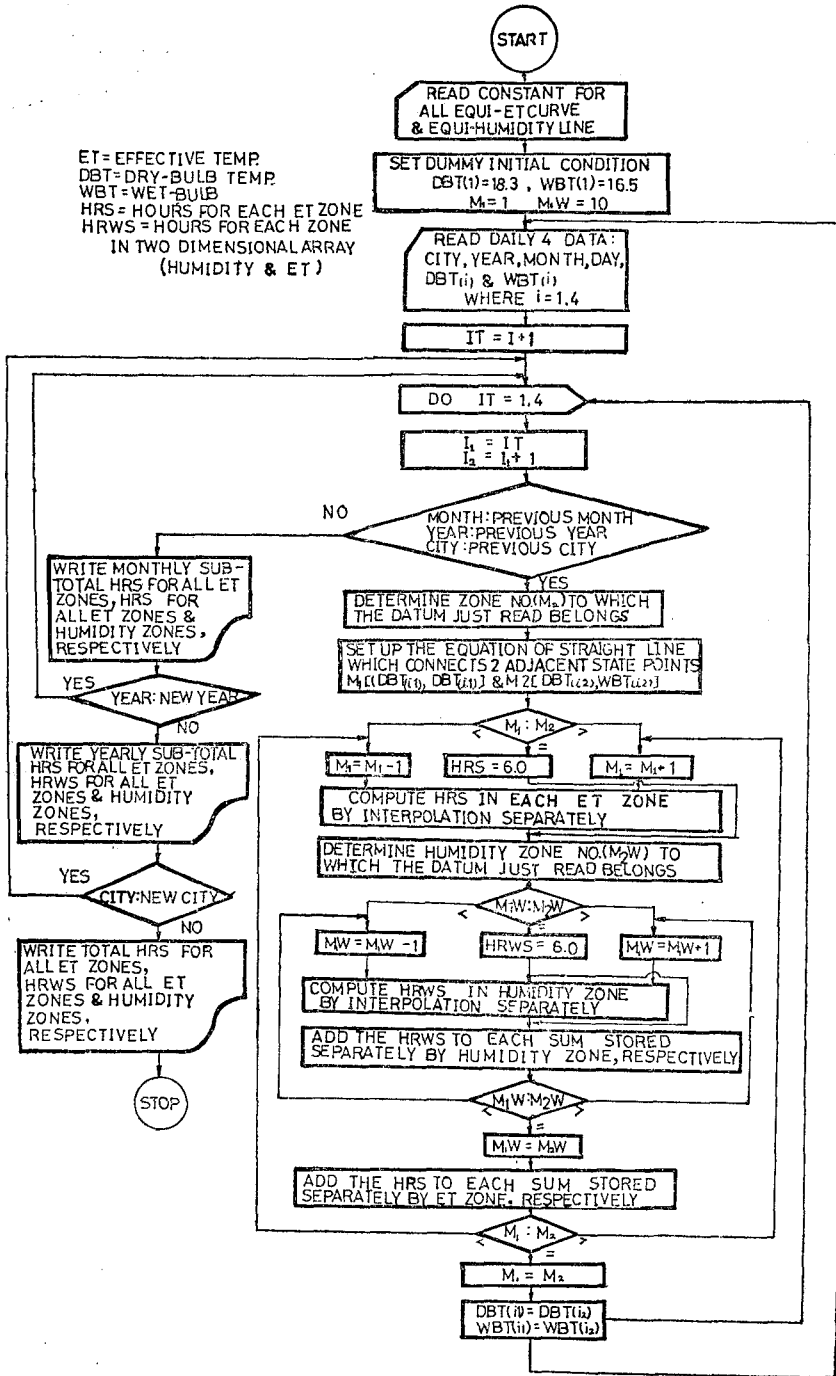


그림 3. 流 動 圖

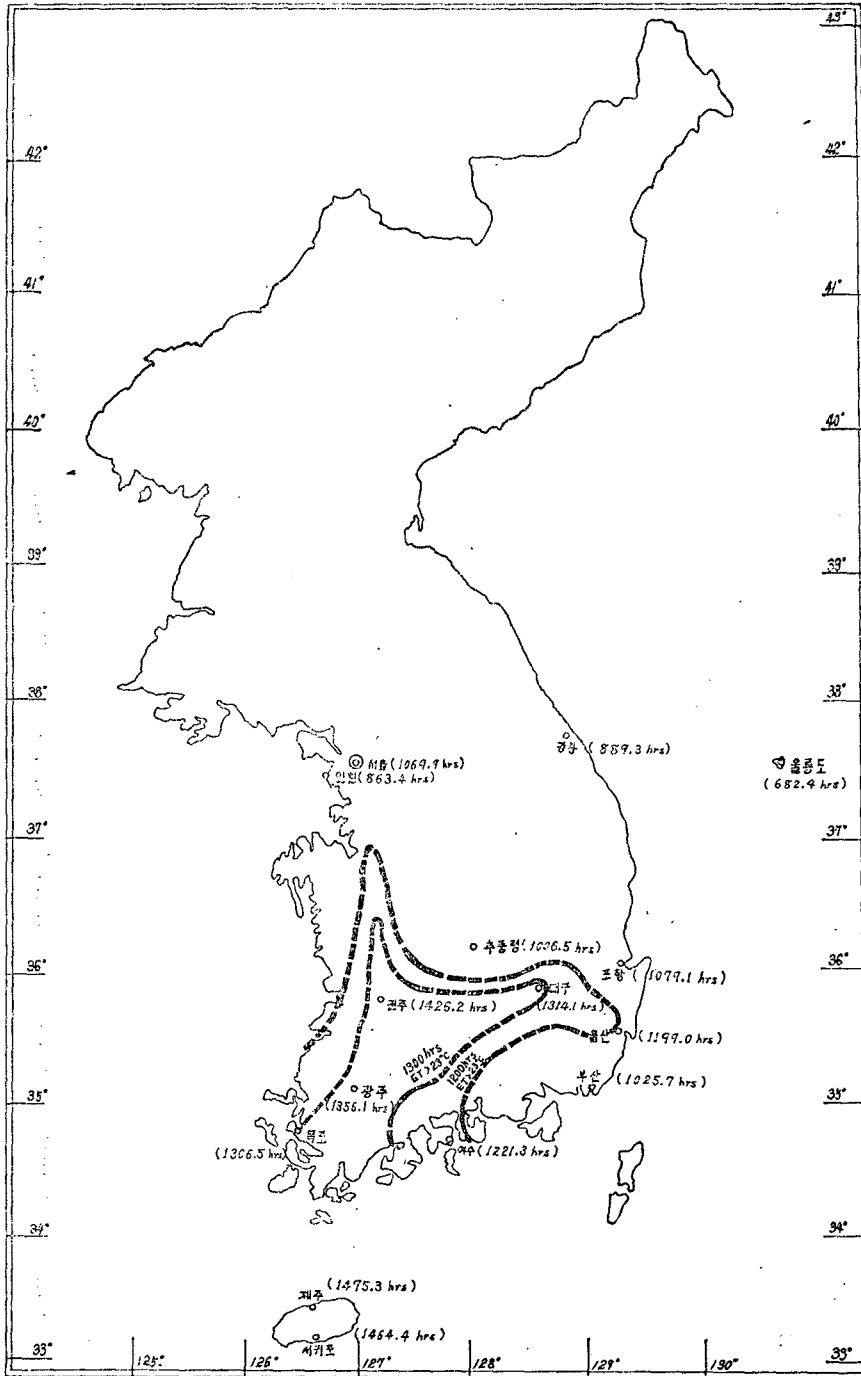


그림 4. 韓國의 高有效溫度地域

表 3. 危險率 0.1%, 0.3%, 1% 및 5%의 有効溫度 (°C)

都 市	危 險 率	危險率				乾燥度順位와 22°CWB以下 領域의 年間 總 時 間		多濕度順位와 25.6°CWB以上 領域의 年間 總 時 間	
		0.1%	0.3%	1.0%	5.0%				
부 산		28.568	27.965	27.622	26.491	(14) 22.36(2.30%)	(10) 4.16(0.43%)		
추 풍		29.265	28.727	27.889	26.564	(5) 77.11(8.10%)	(13) 1.54(0.16%)		
인 천		29.772	28.945	28.288	25.875	(9) 54.69(6.67%)	(14) 0 (0%)		
계 주		29.792	29.289	28.702	27.527	(15) 21.55(1.55%)	(2) 80.43(5.77%)		
전 주		29.867	29.452	28.758	27.431	(3) 103.34(7.70%)	(3) 42.69(3.18%)		
강 룡		29.861	29.299	28.479	26.857	(6) 75.33(9.06%)	(11) 3.26(0.39%)		
광 주		29.662	28.981	28.466	27.195	(4) 86.37(7.09%)	(6) 28.34(2.33%)		
목 포		29.290	28.819	28.044	26.970	(11) 40.10(3.23%)	(7) 22.97(1.85%)		
포 항		30.174	29.634	28.780	27.262	(8) 56.08(5.52%)	(8) 17.99(1.77%)		
서 귀		29.301	28.850	28.237	27.242	(12) 35.96(2.60%)	(1)104.41(7.54%)		
서 울		28.972	28.659	27.756	26.402	(2)109.76(10.84%)	(12) 2.45(0.24%)		
대 구		30.076	29.642	28.877	27.622	(1)133.93(10.86%)	(4) 36.58(2.97%)		
울 룡		27.938	27.570	26.765	25.234	(13) 27.16(4.19%)	(14) 0 (0%)		
울 산		30.112	29.829	28.908	27.459	(10) 46.63(4.13%)	(5) 35.03(3.10%)		
여 수		28.965	28.531	27.793	26.603	(7) 58.71(5.22%)	(9) 14.88(1.32%)		

8. 한 도시가 끝나면 다음 도시에 대하여 같은 節次를 밟는다.

그림 3.에 電算機로 氣象資料를 處理하는 過程을 表示하였다.

### 3. 結 果

#### (1) 計算結果

電算機\*로 處理한 算出結果는 表 1.에서 表 4.까지와 같다.

表 1.은 1963年에서 1972년까지 10年間の 各 有効溫度區域別 總時間數를 10으로 나눈 年平均値이다. 同時に 各 有効溫度 以上の 모든 有効溫度區域에 對한 總時間도 表示하였는데 23°C ET 以上(23°C ET 包含)의 氣象條件을 갖는 時間은 서울의 경우 年間平均 1,069.8hrs로서 年間的 12.2%, 西歸浦는 1,464.33hrs(16.7%)로서 南韓에서 가장 높고 全州는 1,426.18hrs(16.3%)로서 陸地에서 가장 높다.

表 2.는 表 1.의 內容을 6, 7, 8, 및 9月等 여름의 惝달에 對하여 求한 것으로서 1963年~1972

年의 總時間에 對한 年平均値이다.

表 1.에서와 마찬가지로 23°C ET 以上の 年間 平均이 가장 높은 곳은 濟州(1,466.69hrs)와 西歸浦(1,457.34hrs)이고 陸地에서는 全州(1,413.56hrs)가 되고 있다. 參考로 美國의 南部都市 Dallas 는 75°F DBT 以上の 年間 平均 總時間이 3,347 hrs (年 38%)를 記錄하고 있다.<sup>2</sup>

表 3.은 여름(6月~9月)의 總時間(2,928hrs)中 危險率 0.1%(2.93hrs), 0.3%(8.78hrs), 1%(29.28hrs) 및 5%(146.40hrs)의 時間에 相當하는 有効溫度를 地域別로 나타낸 것이다. 이것은 6月~9月的 惝달에 對한 것이지만 실상은 全年에 對한 것도 同一한 結果를 얻는다.

表 3.에서 다섯째 欄은 乾燥度の 順位(括弧안 數字)를 나타낸 것으로서 順位는 濕球溫度 22°C 以下(그림 1.에서 點으로 表示된 點)로서 有効溫度 23°C에서 5% 有効溫度(서울의 경우 26.4°C)까지의 領域안에 드는 年間總時間으로 定하였고 順位 다음의 數가 그 總時間이며 %로 表示된 括弧 안의 數字는 23°C ET에서 5% ET까지의 相對濕度(0~100%)全體에 對한 總時間의 百分率이다. 百分率이 가장 큰 都市는 大邱(10.86%)와 서울

\* IBM 1130(高麗大學校附設 電子計算所)

(10.84%)로서 建物 및 住居用 空氣調和를 全的으로 蒸發式 冷却에 依存하기엔 比率이 작다. 百分率이 가장 작은 都市는 濟州(1.55%), 釜山(2.30%) 및 西歸浦(2.60%)로서 蒸發式 冷却에 依存할 수 없다. 그 밖은 大體로 內陸地方은 7%~9% 程度의 範圍이고 海岸地方은 3%~6%이다 여섯째 欄은 多濕順位(括弧안 數字)를 나타낸 것으로서 濕球溫度 25.6°C 以上(그림 1.에서 검게 칠해진 곳)으로서 5%ET(서울의 경우 26.4°C)보다 작은 領域 안에 드는 年間 總時間으로 順位를 定하였고 同時에 다섯째 欄과 마찬가지로, 그 總時間과 %를 表示하였다.

蒸發式 冷却을 使用해서는 안되는 地域은 25.6°C(이 값 以上の 領域內 總時間으로 多濕順位를 定하였음)에서 27.8°C 程度의 높은 濕球溫度가 相當한 時間을 占有하고 工員들이 座業을 하며 內部負荷는 작고 工程에서 放出되는 水分이 相當한 量에 達하는 그런 곳이다<sup>1</sup>. 이들 4要因中 어느 하나라도 없애거나 減少시킨다면 蒸發式 冷却이 더 成功的으로 遂行될 機會가 많아진다.

表 3.의 여섯째 欄을 보면 百分率이 가장 큰 곳이라 하더라도 西歸浦(7.54%)와 濟州(5.77%)로서 그 밖은 모두 大略 3%以內에 머무르고 있다. 이것은 蒸發式 冷却의 効用性이 否定的이라는 速斷을 排除해 주고 있다. 即 表 3.의 다섯째와 여섯째 欄의 百分率을 100에서 뺀 값(그림 1.에서 濕球溫度 22°C~25.6°C의 範圍에 드는 時間의 百分率)이 86%~97% 程度나 되는 큰 값을 갖는다는 것은 結果의 (3)에서 言及하지만 氣流의 速度가 매우 큰 條件下에서는 蒸發式 冷却의 効用性이 肯定的일 수 있음을 暗示하여 준다.

表 4.는 서울의 6~9月の 有効溫度와 相對濕度의 2次元 排列別로 10年間의 總時間을 나타낸 것이다. 紙面關係로 서울의 것만 실었다.

### (2) 高有効溫度地域의 分布

그림 4.에 南韓 15個都市의 位置와 23°C ET 以上の 年平均 總時間(表 1.)을 나타내었고 總時間이 1,200hrs 및 1,300hrs 이 되는 곳을 表示하였다. 補間法을 遠距離의 都市사이에 適用한 部分은 點線으로 表示하였다.

大邱를 包含한 嶺南의 一部와 全州 및 光州를 中心으로 한 湖南地方이 高有効溫度地域에 屬한다. 嶺南과 湖南의 海岸地方은 高溫地域이 아니며 또 表 3.의 다섯째 欄에서 乾燥度의 順位가 海岸地域이 뒤쪽에 있다는 것으로부터, 우리나라 海岸地域에서는 蒸發式 冷却方式은 보다 더 不適合하다는 것을 暗示한다. 金孝經, 「韓國의 空氣調和設計用 外氣條件」<sup>3</sup>에서 冷房設計用 外氣條件을 分析하면 亦是 같은 結論에 到達한다. 即 6~9月の 危險率 2.5% 基準의 冷房設計用 外氣濕球溫度는 9個都市<sup>3</sup>가 모두 25°C 以上이고 5% 危險率에서도 25°C 以上이다, 이것은 함께 나와 있는 乾球溫도와 組合하여 快適線圖에서 相度濕度를 찾아보면 모두 60% 以上으로서 大概是 70% 근방에 머무르고 있는데 海岸地域일수록 높은 傾向에 있다. 이때의 氣象資料는 1960年에서 1969年까지의 것이다.

### (3) 產業에의 應用

그림 1.의 快適線圖<sup>4</sup>는 氣流速度 0.75~0.125 m/sec인 조용한 室內에서 얻은 것이다. Yaglou의 有効溫度線圖를 보면 氣流速度 0~3.5m/sec 範圍에서 有効溫度에 氣流速度가 影響을 줄을 알 수 있다<sup>4</sup>. 氣流速度가 增加하면 有効溫度는 減少한다. 더운 環境에서 땀이 50%의 皮膚濕度以內에서 땀의 量에 比例해서 皮膚를 시원하게 한다.<sup>5</sup> 땀이 난 皮膚에 空氣流動을 많이 보낸면 快適感이 增大한다. 따라서 快適帶는 快適線圖에서 오른 쪽으로 옮겨가게 된다.<sup>2</sup> 이때문에 높은 氣流를 隨伴하는 蒸發式 冷却은 그 効用性이 培增되는 것이다. Robinson에 依하면 더운 工場內에서 工員들이 스스로 選擇한 氣流速度는 3,500fpm(191.5m/sec)에서 4,000fpm(218.8m/sec)에 이르고 있다<sup>6</sup>. 熱取得이 큰 곳일수록 特히 輻射熱이 많은 곳에 高速의 氣流가 必要하게 된다.

그러므로 一般建物 및 住居等의 快適用으로는 蒸發式 冷却이 우리나라에서 適合치 못하다고 앞서 言及하였으나 產業分野에서는 用途와 條件에 따라서는 蒸發式 冷却의 効用性을 認定할 수 있다. 그 理由는 表 3.의 여섯째 欄에서 多濕한條



우리나라에서의 蒸發式 冷却의 効用性

表 4.

夏節(6~9月) 서울에서의 2次元 排列의 總時間 (hrs)

有効溫度區域	22~	23~	24~	25~	26~	27~	28~	29~	30~	31~	32°C
	22.9°C	23.9°C	24.9°C	25.9°C	26.9°C	27.9°C	28.9°C	29.9°C	30.9°C	31.9°C	32°C
相對濕度(%)	22°C	23°C	24°C	25°C	26°C	27°C	28°C	29°C	30°C	31°C	32°C
	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上
0~ 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.01~ 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.01~ 30	2.26 11.67	2.93 9.41	1.40 6.48	2.80 5.08	1.81 2.28	0.47 0.47	0	0	0	0	0
30.01~ 40	18.61 80.14	15.01 61.53	25.94 46.52	15.74 20.58	4.84 4.84	0	0	0	0	0	0
40.01~ 50	133.12 418.14	117.81 285.02	96.11 167.21	40.74 71.10	11.36 30.36	11.27 19.00	6.40 7.73	1.33 1.33	0	0	0
50.01~ 60	358.74 1185.84	241.36 827.10	219.86 585.74	147.95 365.83	100.58 217.93	74.98 117.35	39.83 42.87	2.54 2.54	0	0	0
60.01~ 70	503.50 2187.38	386.30 1683.88	402.99 1297.58	354.85 894.59	239.55 539.74	218.60 300.19	75.82 81.59	5.77 5.77	0	0	0
70.01~ 80	589.45 2713.93	453.68 2124.48	518.63 1670.80	456.18 1152.17	429.30 695.99	190.94 265.69	63.76 75.75	10.33 11.99	1.62 1.66	0.04 0.04	0
80.01~ 90	812.81 3788.64	774.25 2975.83	1045.28 2201.58	763.47 1156.30	295.86 369.83	69.60 73.97	1.94 4.37	1.15 2.43	1.28 1.28	0	0
90.01~100	967.19 3621.23	1283.93 2653.04	926.36 1370.11	381.09 443.75	60.26 62.66	2.40 2.40	0	0	0	0	0

件(25.6°C WBT 以上에서)의 總時間이 前述한 바와 같이 無視할 수 있을만큼 적기 때문이다. 우리나라에서 氣流速度를 어느 程度까지 올릴 수 있으며 또 그때의 快適帶의 濕度 및 有効溫度의 上限이 어느 程度까지 許用되느냐가 今後의 研究對象이 될 것이며 또 그 結果가 밝혀짐에 따라 어느 程度로 効用性이 있는가를 數值的으로 밝혀 줄 수 있을 것이다.

蒸發式 冷却裝置의 用途로서 適合한 産業分野는 高溫環境 物히 輻射熱의 影響이 매우 큰 特定地域에서 스폿쿨링(Spot Cooling)을 하는 製鐵製鋼工場, 各種 鑄物工場, 다이캐스팅工場, 壓延工場, 鍛造工場, 유리工場, 陶磁器工場, 고무工場 등이 있고 加濕을 要하는 煙草工場, 紡織工場 그밖에 發電機 및 電動機의 冷却, 세탁소, 제빵工場 그리고 플라스틱工場이 있다.

(4) 結果의 要約

(i) 有効溫度 23°C 以上の 平均 年間總時間이

西歸浦가 1,464.38hrs (年 16.7%)로서 最高이며 陸地에서는 全州가 1,426.18hrs (年 16.3%)로서 最高다.

(ii) 危險率 5%의 有効溫度가 最高인 곳은 大邱로서 27.62°C 이고 全州가 27.43°C 이며 西歸浦는 27.24°C 이다.

(iii) 有効溫度 23°C 以上中에서 濕球溫度 22°C 以下の 低濕氣候條件에만 드는 總時間으로 본 乾燥度順位는 大邱가 첫째로서 年間總時間이 133.93 hrs(23°C ET 以上の 全體 時間의 10.86%)이고 大體로 內陸地方(7~9%)이 順位가 높고 海岸地方(3~6%)은 낮다.

한편 23°C ET 以上 中에서 濕球溫度가 25.6°C 以上인 多濕度順位는 西歸浦가 첫째로서 104.41 hrs(7.54%)이다.

(iv) 23°C ET 以上 中에서 22°C WBT < 濕球溫度 < 25.6°C WBT 의 中間範圍에 드는 時間分布는 總時間의 86~97%로서 여름의 氣象條件이

大部分 이곳에 集中되어 있다.

(v) 高有効溫度 地域은 大邱를 包含한 嶺南의 一部와 全州 및 光州를 包含한 湖南의 一部와 全州 및 光州를 包含한 湖南地域이다. 그림 4.에 年間 23°C.ET 以上の 總時間이 1,200hrs 및 1,300hrs 이 되는 等時間線을 나타내었다. 海岸地域은 大體로 多濕하고 內陸地域은 乾燥한 便이다

(vi) 우리나라에서 蒸發式 冷却은 建物 및 住居 등의 空调用으로는 不適合하며 産業用으로는 條件과 用途에 따라 効用性이 있을 수 있다.

本 報文을 爲하여 氣象資料의 閱覽에 많은 便宜와 協助를 해준 中央觀象臺 調査統計課의 여러분, 特히 崔昌훈主任에게, 또 이 氣象資料의 記錄에 많은 手苦를 해준 高大機械工學科의 오영진, 김형배, 이승백, 박종상, 오성민, 김태중, 신용재, 김두현, 정진호 等 學生諸君, 그리고 컴퓨터 프로그래밍 및 디버깅을 도와준 이승백君에게 感

謝의 뜻을 表한다.

### 參 考 文 獻

1. B. C. Wilson, Evaporative Cooling: Equipment, Applications, Heating, Piping & Air Conditioning, pp. 97. pp. 98 march, 1971
2. L. W. Crow, Weather Data Related to Evaporative Cooling, ASHRAE J. pp. 66 pp. 63, June, 1972
3. 金孝經, 韓國의 空氣調和設計用 外氣條件, 空氣調和・冷凍工學 pp. 8 第1卷 第1號 1972年 6月
4. 空氣調和・衛生工學會編, 空氣調和衛生工學便覽 I pp. 33, pp. 34, 1965年
5. J. D. Hardy, Thermal Comfort & Health, ASHRAE J. pp. 43, Feb., 1971.
6. K. E. Robinson, Man's Response to His Environment; Heating, Piping & Air Conditioning, pp. 128, Jan., 1971