

環境에 對한 人體反應의 分類의 提案

Proposed Classification of Human Reponse to the Environment

Ralph G. Nevins, Preston E. McNall, Jr.

(ASHRAE Journal, June, 1971)

徐 石 清 譯

編集者의 注釋

R. G. Nevins 와 P. E. McNall, Jr. 의 論文은 1971年 1月 24日부터 28日까지 Philadelphia 에서 開催된 ASHRAE 의 1971年度 半年次 Symposium “空氣調和設備의 評價와 分類”에서 配布된 것 중의 하나이다. 다른 論文은 J. B. Olivieri 에 依한 “空氣調和設備에 對한 快適指標의 提案”과 Dale S. Cooper 에 依한 “空氣調和設備의 分類方法의 提案”으로 그것들은 各各 ASHRAE Journal, 1971年 1月號, 同 5月號에 掲載되었다. 더구나 이들 3개의 論文의 完全한 것은 1971年 가을에 ASHRAE Symposium 報告集으로 會員에게는 3\$, 非會員에게는 6\$로 配布되었다.

現在 話題로 되고 있는 問題는 “環境의 特質” 또는 “人間生活의 特質”이라고 불리우는 것이다. 工業製品의 製造中 또는 建物の 建設中의 品質管理나 製品의 品質設計는 1940年代로 거슬러 올라가서 그 概念을 살펴보면 空氣調和設備의 設計 및 施工에 對한 特質의 向上이 特別한 目的으로 認識되고 있는 경우 일지라도 바람직한 結果가 얻어지지 않을 수가 있었다. 費用, 不適當한 機器의 使用, 施工의 不良, 知識의 不足 등에서 많은 空氣調和 設備는 不滿足한 것으로 되어 왔다.

特質을 問題로 할 때에는 性能에 關한 무엇인가의 尺度 또는 分類가 必要하다. 性能의 基準은 System 을 基準으로 해서 테스트되고 또 그것에 따르는 等級을 붙이고 分類되게끔 明確히 하지 않으면 안된다. 이 論文의 目的은 주어진 居住空間의 環境을 그 環境에 對한 人體反應에 依하여 評價하고 또한 空間의 機能의 側面으로부터 空間에 動作하고 있는 System 에 適切한 分類나 等級을 붙이는 것을 行하도록 提案하는 것이다.

ASHRAE 規格 55~56에서는 熱的인 快適 狀態라는 것을 熱環境에 對해서 滿足해 있는 마음의 狀態라고 定義하고 있다. 이 ASHRAE 規格은 美國, 캐나다에서는 앞서서 가벼운 作業을 하는 普通 옷차림의 健康한 사람에게 이상적이고 또 一般적으로 받아들일 수 있는 熱環境狀態로 定하고 있다. 또 이 環境狀態는 80%의 居住者를 滿足시킨다고 記述하고 있다.

이 規格의 熱的 Barometer 의 基準은 表 1에 表示되었는데 이것들은 快適狀態의 必要條件이지만 充分條件은 아니다.

人間의 快適이라는 主觀的 反應은 적어도 15 또는 以上の 要素를 包含하고 있는 複雜한 生理的·心理的인 것이다. 이들 要素中에서 人體의 反應에 對하여 어떤 것은 적든가 거의 無視할 수 있는 影響밖에 미치지 못하는 것도 있다. 이中에서 熱的 快適에 가장 重要한 影響을 주는것은 아래의 것들이다.

1) 乾球溫度

表 1. ASHRAE 快適基準의 概略

恒常 維持되는 乾球溫度(DB)	73~77° F
恒常 維持되는 平均輻射溫度(MRT)	70~80° F
恒常 維持되는 相對濕度(RH)	20~60%
氣流速度(被驗者에 對해서 相對的)	10~45ft/min

註: MRT 와 DB 의 關係는 MRT 가 1.0degF 上昇하고 DB 가 1.4degF 下降하면 感覺上으로 같은 狀態이고 반대로 MRT 가 1.0degF 下降하면 感覺上으로 DB 1.4degF 의 上昇에 依하여 相殺된다. 變化의 速度는 DB 에 對해서는 Peak 에서 Peak 까지의 溫度差가 2degF 以上일 때 4degF/h 以下. MRT 에 對해서는 Peak 에서 Peak 까지의 溫度差가 1.5degF 以上일 경우 3degF/h 以下. RH 에 對해서는 Peak 에서 Peak 까지의 濕度差가 10% 以上일 경우 20%/h 以下. 以上の 값은 가볍게 임은 事務作業 또는 같은 程度의 輕作業中의 成人에 對한 것이다.

- 2) 周圍의 空氣의 水蒸氣壓
- 3) 空氣의 流動(氣流의 人間에 對한 相對速度)
- 4) 輻射에 依한 熱交換(平均輻射溫度)
- 5) 熱的 Barometer 의 時間的 變動
- 6) 人間의 活動狀態(人體의 發生熱量)
- 7) 着衣의 狀態(熱抵抗)

ASHRAE 規格 55~66에는 어떤 活動狀態와 着衣狀態에 對한 1)에서 5)까지의 要素에 依한 生理的 限界를 나타내주고 있다.

1920年代 初期부터 ASHRAE 는 空氣調和設備의 設計者에게 設計 및 人體反應에 依한 設備의 評價에 必要한 技術的 知識을 提供해 왔다. 지금까지 熱的 快適指標를 明確히 하는 熱的 快適範圍 또는 熱的 快適帶를 定義하는 많은 試驗들이 行해져 왔다. 熱的 中性域은 人體의 熱平衡에만 影響을 미치는 生理的 Barometer 에 依해서 定義된다. 熱的 中性域에 있는 것은 快適狀態에 있어서 必要條件이기는 하지만 充分條件은 아닌 것으로서 다시 注意해 두는 것이 重要한 일이다.

여기에서 問題를 複雜하게 만들고 있는 것은 各個人에 따라서 어떤 주어진 環境狀態에 對한 反應이 分明히 틀리게 되어 있다는 것이다. 어떤 個人에 對해서도 快適範圍가 있고 集團에 對해서도 一連의 範圍가 있을 것이다. 허다한 경우에 이것들의 快適範圍는 重複되어 있어, 예를 들면 어떤 주어진 溫度는 集團의 大部分의 사람들을 滿足시킬 수 있을 것이다. 이 現象은 圖 1에 表示되어 있다. 어떤 個人에 있어서 좋아하는 狀態는 時間과 함께 變化하는 徵兆가 있는 것으로 여기에서의 變化는 人體의 正常的, 生理的 리듬의 影響에 依할 수도 있다.

大部分의 快適狀態의 研究에는 個人差가 考慮되어 왔다. 1950년에 發表된 ASH&VE 快適線圖에는 夏季와 冬季의 各狀態에 있어서 快適을 報告하는 被驗者의 分布(快適을 申告하는 被驗者의 퍼센트)를 掲載하고 있다 Kansas 州立大學 環境工學研究所에 있는 많은 data 의

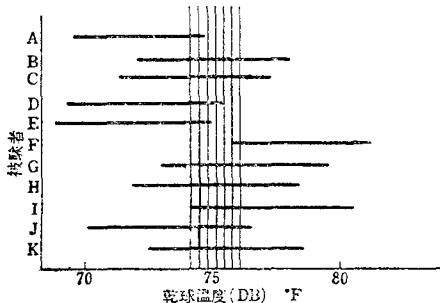


圖 1. 個人個人的 快適帶의 分布

快適帶

DB °F	RH %							
	15	25	35	45	55	65	75	85
98								
88	1	4	1	3	0	2	1	1
86	7	4	5	2	3	3	2	1
84	2	6	4	5	2	0	2	1
82	6	4	6	6	4	2	2	2
80	7	6	7	9	6	5	2	6
78	6	6	6	7	4	6	8	3
76	2	2	8	8	8	4	8	7
74	1	3	1	1	5	8	1	5
72	3	2	1	2	3	2	7	2
70	0	1	1	2	1	1	2	1
62								

그림자 部分 70%
흰색線 部分 60%

圖 2. KSU 의 data 에 依한 快適帶

分析으로부터 어떤 주어진 퍼센테이지의 被驗者가 快適을 報告하는 快適한 環境 혹은 快適帶가 認識되었다.

이 研究의 一例가 圖 2에 表示되어 있다. 오즈음 Fanger 가 그의 基礎快適方程式을 使用하여 어떤 주어진 熱環境에 人間이 놓여졌을 때 不滿을 나타내는 사람의 Percentage, 結局 不平을 나타내는 사람의 數를 豫想하는 方法을 提案하고 있다.

人間의 性質을 다시 分明히 하기 爲하여 表 2에서 乾球溫度가 어떠한 範圍에 있을 때에 被驗者가 快適을 報告하는가를 各種의 文獻을 参照해서 나타내고 있다. 被驗者의 身體의 크기, 實驗時間, 實驗方法은 반드시 같지는 않다. 그러나 이 分析의 結果는 興味깊고 重要하기도 하다.

이들 data 나 다른 data 로부터 判斷하면 꽤 많은 集團에서 最大限 95%의 사람이 滿足하는 熱環境(반대로 95%의 사람이 不平을 하지 않는 環境)이 最適狀態라고 生覺된다.

몇 퍼센트의 사람이 快適이라고 하는 表現은 使用되는 尺度와 答하고 있는 形態에 따라서 많은 意味를 갖는다. 最近의 研究에서 熱的인 環境을 決定하는데에 7 段階의 尺度(춥다, 시원하다, 조금 시원하다, 無感, 조금 따뜻하다, 따뜻하다, 덥다)와 本質的인 不快가 使用되고 있다.

이 7段階의 尺度를 使用하면 集團에 對해서 어떠한 狀態에서도 80%以上의 無感을 報告하는 被驗者를 찾아낼 수가 없을 것이다. 3段階의 尺度를 使用하면 選擇의 範圍가 狹少하기 때문에 보다 높은 퍼센트의 無感을 申告하는 사람을 찾아낼 수가 있을런지도 모른다. 따라서

表 2. 相對濕度 45%에서의 1人 또는 多數의 被驗者가 快適을 報告하는 乾球溫度의 範圍

調 査 者	乾球溫度의 範圍 (°F)	使用된 兒휘**
Houghten & Yaglou (1923)	64~77	a
Houghten & Yaglou (1923)	62~78*	b
Yaglou & Drinker (1929)	69~85	a
Houghten, Olson & Gunst (1941)	70.5~82	c
Rowley, Jordon & Snyder (1947)	70~80*	d
Nevins 그의 (1966)	66~82*	e
Watts (1970)(佛)	18°C	e
Rohles & Nevins (1971)	62~98	e

註: * 實驗에 使用된 狀態의 範圍는 結論을 誘導하기에는 不 充分하다.

** a: 大端히 快適 b: 기본종게 시원함+大端히 快適+ 기본종게 따뜻함. c: 理想的인 狀態 d: 理想的인 狀態 e: 快適(無感)

重要한 問題는 一般사람들이 아무런 判斷의 尺度도 주 어져 있지 않은 경우 어떠한 答을 하는가에 있다.

實際上的 目的에서 우리들은 否定的인 反響을 일으키 지 모르지만 技術的인 基準으로서는 不平等 可能性이 있는 사람의 퍼센트를 使用하는 것을 提案한다. 이 思考方式은 1947年에 發表된 Leopold의 提案을 發展시킨 것이다. 現在 가장 一般的인 方法은 7段階의 尺度中에 서 조금 시원하다, 無感, 조금 따뜻하다 하는 사람을 不平等한 사람 가운데 넣지 않는 方法이다. 이 基準을 使用하면 最適한 熱的 狀態라는 것은 Fanger가 提案한 것과 같이 95%의 滿足한 사람과 5%의 不滿을 나타낼 可能性이 있는 사람을 생기기 하는 狀態일 것이다.

아울러 快適한 것은 熱的인 影響뿐만이 아니고 그 이 외에 많은 刺戟에 對한 主觀的인 反應이므로 우리들은 空氣調和設備의 分類에 熱的 感覺과 같이 氣流分布와 騒音에 對한 人體의 反應을 使用할 것을 提案한다.

空氣調和設備에서는 熱的으로는 快適이지만 騒音이나 不愉快한 draft에 依해서는 피로움이 나올지도 모른다. 居住空間의 騒音은 音壓 Level에 對한 主觀的 反應에 따라 NC 曲線(許容騒音基準曲線)을 使用해서 人間의 反應에 關連시킨다. 이 研究는 居住空間의 音壓 Level에 對한 一連의 指標를 提供해 왔다. 그래서 이 指標는 어떤 活動狀態나 主觀的인 反應이 주어질 때 適用되는 騒音 Level을 決定하는 것이다. NC 曲線이 圖 3에 表示 되었으며 各 Octaveband의 最大許容音壓 Level이 주

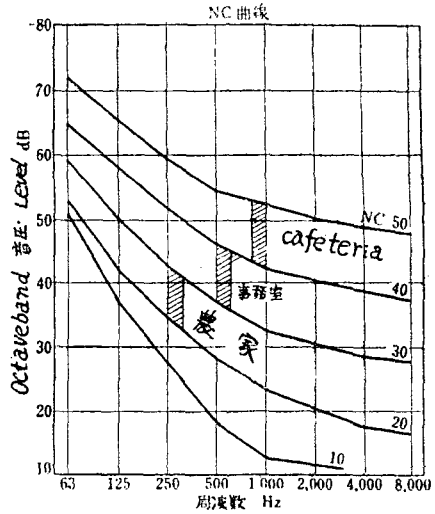


圖 3. 居住空間의 NC 曲線

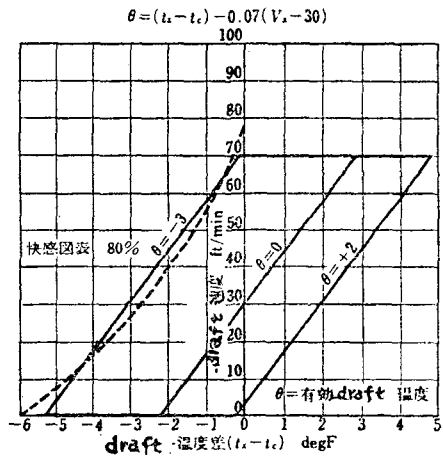


圖 4. Houghten의 draft의 基準

어진다. 圖 3에 現在 여러種類의 建物에 對한 設計上의 目標值가 包含되어 있다.

요즈음 室內의 氣流分布의 評價에 使用되는 指標가 定義되었다. 氣流性能指標(ADPI)라고 알려진 이 指標는 draft에 對한 主觀的인 反應, 결국 問題로 하고 있는 地點의 局所氣流速度와 溫度를 快適하다고 報告하는 被驗者의 數를 根據로 하고 있다. 即 ADPI는 80% 以上の 사람이 快適하다고 報告하는 地點의 全空間에 對한 퍼센트로서 定義한다. 快適인가 아닌가라고 하는 것은 問題가 되고 있는 地點이 圖 4에 表示된 範圍에 있는가 없는가에 따라서 決定된다. 音壓에 對한 NC 曲線과, 氣流分布에 對한 ADPI間에는 相似(Analogy)한 點이 있다는 것을 알 수 있는 것이다.

위와 같이 John B. Piere 基礎研究所의 研究員이

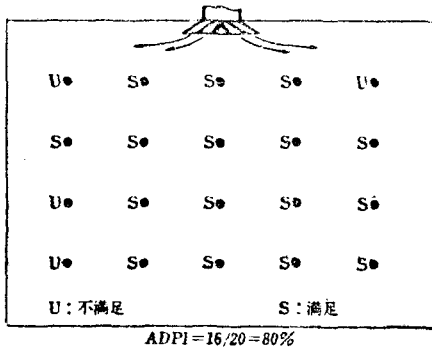


圖 5. ADPI의 決定

Kansas 州立大學의 data를 使用하여 居住空間에 對한 어떤 주어진 基準을 滿足하는 測定地點의 퍼센트가 알려졌을 때 環境에 對한 不滿足을 報告하는 在室者의 豫測되는 퍼센트에 依해서 環境制御 System이나 空間에 對한 人體反應을 分類하는 것을 提案하는 것은 妥當하다고 生覺된다. 表 3은 주어진 居住空間이나 空氣調和 System의 評價에 使用되는 環境에 對한 人體反應의 使用例를 表示한 것이다. 表 3에 使用된 方法의 하나는 ASHRAE의 規格 55~65의 基準에서 取해진 것이다. 表 4에는 ADPI를 使用하여 주어진 居住空間의 環境을 評價하는 다른 方法의 一例를 表示한 것이다.

위와 같이 이런 思考方式은 最低 80%의 在室者가 快適이라고 報告하는 地點의 數에 依해서 居住空間의 等級을 매기는 것이다. 이때 關係濕度, 水蒸氣壓, 平均輻射溫度는 一定하고 快適한 것이 適當한 範圍에 있는 것으로 假定되고 있다. 이러한 機能의 側面에서 環境이

人間에게 미치는 生理的 또는 心理的 效果를 推測하기 爲하여 特別한 機器를 使用치 않고 空間의 狀態를 測定할 必要性은 明白한 事實이다.

이 目的을 爲해서는 아래事項의 것에 對한 測定이 必要하고 이때 問題로 되는 點이 記述되어 있다.

(1) 乾球溫度

輻射熱을 完全히 遮斷하고 작은 Thermocouple, Thermister, 普通의 液體를 넣은 유리 溫度計가 使用한다. 空氣가 感溫部에 充分히 接觸해 있으면 特別 問題될 것은 없다.

(2) 氣流速度

熱線 및 가열된 Thermister를 使用한 Anemometer가 이것에 對해서는 最適하다고 생각된다. 이것이 最適한 測定機器라고 하는 것은 아니지만 實際의 使用法일 수는 있다. 아주 낮은 風速의 경우에는 담배 연기로 測定하는 것이 좋을 때도 있다.

(3) 相對濕度

濕球과 乾球를 겸비한 Cyclometer나 몇가지 種類의 電子濕度計등이 있고 一般 科學用으로 要求될 정도의 精度가 아니더라도 實際上 이 分野에 關한 精度上의 問題는 없을 것이다.

(4) 平均輻射溫度

現在까지 이 測定에 關해서는 實驗室에서 使用되어 왔든 機器밖에는 없다. 普通 技術者가 使用할 수 있는 것이 數百弗도 되지 않지만 그래도 現場에서 使用될 機器는 切實히 必要로 되고 있다. 輻射의 指向性의 影響은 測定上 個個의 問題로 取扱되고 있다. 高溫 또는 低溫 輻射의 不均一性이 生理的, 心理的 影響을 미치는

表 3. 環境에 對한 人體反應에 依한 空調 System의 分類

活 動 狀 態				
着衣 (CLO)	1.0	1.0	1.0	1.0
乾球溫度 (°F)	75±5.7	75±4.4	75±2.6	75±2.0
水蒸氣壓 또는 關係濕度 (%)	調整할 수 없다	40±40	40±30	40±20
相對氣流速度 ft/min.	0~100	0~100	0~60	10~45
平均輻射溫度	75±13.2	75±10.2	75±6.0	乾球溫度와 같다
快適者 (%)	70	80	90	80
不快者 (%)	30	20	10	20
基準資料	Fanger	Fanger	Fanger	ASHRAE 55~66

表 4. ADPI에 依한 空氣調和 System의 分類

分 類	A	B	C	D
ADPI	90%	80%	70%	60%

註: 80%以下의 在室者가 快適이라고 報告하는 地點의 Percentage를 基準으로 한 것이다.

것도 生覺할 必要가 있다. 現在까지 平均輻射溫度를 測定하는데에 使用되는 가장 實用的인 機器는 Globe 溫度計라고 生覺된다. 將來 測定機器의 發達이 없다 하더라도 現在로서는 空氣調和設備의 分類를 하기 爲해서 實用上 支障없이 測定하기는 可能할 것이다.

將來的 展望

우리들은 現在 入手할 수 있는 모든 data 를 가지고서 環境의 評價에 가장 適當하다고 生覺하는 不滿足者의 퍼센트를 決定하는 여러가지 方法이나 다른 機能評價法을 테스트하기 위한 委員會의 設立을 提案한다. 이와같이 環境을 評價하는 方法은 環境의 要素變數의 實際的인 測定方法을 考慮한것이 아니면 안된다.

如何한 機能評價의 方法도 實用的인 機器의 使用에 依하여 可能한 것이 아니면 안된다. 다른 委員會는 各

種의 System 의 機能性能의 評價를 하지 않으면 안된다. 이때 System 이란 空氣調和設備 및 그 關連制御裝置뿐만 아니고 建物의 Detail 및 System 이 動作하는 氣候의 形態까지도 包含된다. 때때로 空氣調和設備와 그 關連制御裝置에 對하여 어떤 建物의 Detail(窓의 크기, 一重窓인가 二重窓인가, 壁의 熱通過率등)과 또 어떤 氣候의 形態(溫度, 風, 日射量등)가 같이 考慮되었을 때 居住空間이 그 機能上 不滿足者의 퍼센트나 다른 基準과 比較되어 그 熱環境이 어떠한 Level 에 있는가를 決定하는 困難한 問題는 屋外實驗에 依해서 滿足되지 않으면 안된다. 이것들이 모두 完成되었을 때 各各 空氣調和設備와 그 關連制御裝置가 氣候의 形態와 建物의 Detail 에 따라서 表示되고 그것은 熱的(또는 經濟的) 性能의 여러가지 分類를 提供할 것이다.

技術提携先：日本株式會社 神港電氣計器製作所

自動制御裝置 工業計測器

<營業品目>

工業用 溫度計
工業用 壓力計
一般 溫度計
全電子式：

小型溫度調節計
小型無指示溫度調節計
디지털指示溫度調節計
自動平衡型多點溫度記錄計
自動平衡型多點溫度指示計
프로그램式自動溫度調節計

三寶電子計器工業株式會社

代表理事 白 喜 哲

本社・工場：서울特別市永登浦區登村洞298
TEL. 63-1020~1022

營業部：서울特別市中區笠井洞263-1
TEL. 27-2596 (電氣會館 옆)
27-2829

釜山營業所：釜山市釜山鎮區釜田2洞 168
TEL. 3-5683

大邱營業所：大邱市文化洞 1번지
TEL. 4-9177