



Title	不快指数の不解性
Author(s)	射場本, 勘市郎; 西, 安信
Citation	衛生工学, 10, 9-14
Issue Date	1965-02
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/36168">http://hdl.handle.net/2115/36168</a>
Type	bulletin (article)
File Information	10_9-14.pdf



[Instructions for use](#)

## 不快指数の不解性

射場本 勘市郎\*

西 安信\*\*

(昭和40年 2月 1日受理)

## An Examination of the DISCOMFORT INDEX

KaniChiro IBAMOTO

Yasunobu NISHI

In summer time the word "DISCOMFORT INDEX (D.I)" is well used on journalism to express hot and muggy discomfotable feelings.

But the authors think that the DISCOMFORT INDEX is not reliable as an index of warmth.

The reason for saying this is that human thermal sensation is mainly influenced with following causes, that is air temperature, air movement, surrounding wall temperature, humidity, clothing and work amount. But the DISCOMFORT INDEX merely consists of simple combination of air temperature and humidity as shown in Eqs. (1) and (2).

The DISCOMFORT INDEX dose not take account of cooling effect of air movement, radiant heat transmission and the other causes.

In the windless environment the value of D.I closely resemble to YAGLOU'S EFFECTIVE TEMPERATURE expressed in Fahrenheit as shown in Fig.1,.

While man's body temperature is about 100 F (historically 96 F), so where EFFECTIVE TEMPERATURE is 100 F no heat exchange is done between body and surroudings except special occasion. Then men feel the hottest and will give full marks, i.e. 100 points, for their discomfotable feelings. In the lower range than D.I 70 (E.T 70 F) nobody feels discomfotable hotness, then 70 points are failure mark for disComfort.

This kind of numerical method is easy to understand for

---

\* 産業環境工学講座 教授

\*\* 大学院博士課程学生

peoples.

On the other hand the authors tried to compare DISCOMFORT INDEX with both YAGLOU'S EFFECTIVE TEMPERATURE and YAGLOU'S MEAN SKIN TEMPERATURE METHOD on the same figure as shown in Fig. 3, .

YAGLOU reported that the EFFECTIVE TEMPERATURE INDEX overestimated the influence of humidity at ordinary temperature and a rational method was proposed for correcting the EFFECTIVE TEMPERATURE INDEX on the basis of MEAN SKIN TEMPERATURE, which was known to be the best objective index of Comfort.

If MEAN SKIN TEMPERATURE METHOD is the best index of warmth, from Fig. 3, , it will be true that DISCOMFORT INDEX overestimates the influence of humidity much more than EFFECTIVE TEMPERATURE INDEX even in calm environment.

## 1 は し が き

夏になるとジャーナリズムの解説記事などで不快指数という言葉がもてはやされるようになる。やり切れない暑さを表現するにはいかにもびつたりの言葉ではあるが、我々はこの言葉を盲目的に用いるのではなく、その持つ意義を根本に戻つて考えてみることも必要なことであろう。

不快指数という言葉は1959年、米国の気象局が天気予報に用いたことにより広く知られるようになった。しかし人間の体感温を表す温熱指標としては非常に大まかなもので不完全さをまぬかれない。

人間の体感温を支配する外的な要素として少くとも次の4つは除外できない。すなわち、人体からの対流熱伝達に關与する「気温」、 「気流」、ふく射熱伝達に關与する「平均周囲壁温」、及び蒸発に關与する「気湿」の4つである。また人体側の要素としては、人体の発熱量を規定する「作業量」、及び放熱経路にあつて抵抗として働く「着衣量」の二つも除外しては考えられない。

過去数十年に亘つて多くの温熱指標が発表されてきているが、ほとんどのものが上記の要素のうち2つ、3つ程度の組合せによつて成立しているにしかすぎない。不快指数もそのうちの一つであり、単に「気温」及び「気湿」のみの組合せにより成り立ち、その構成の単純さからしても時代に逆行するかの感があるが、その単純さがかえつて普及の因となつたのであろう。

なお1923年にC. P. Yaglouにより発表され現在まで広く用いられている有効温度 (Effective Temperature E.Tと略す) は気温、気湿、気流、及びそれぞれ2種類の作業量と着衣量を変数として考えているが、ふく射については考慮を払っていない。ちなみに筆者は熱伝達論の立場より対流、ふく射、蒸発による熱伝達に加えて、着衣量、作業量を変数とする温感線図を完成、更に研究を進めている。

## 2 不快指数の定義

不快指数 (Discomfort Index D.I と略す) は乾球温度及び湿球温度の組合せにより次式で定義される。

$$D.I = 0.4(T_d + T_w) + 15 \quad [1]$$

又は

$$D.I = 0.72(t_d + t_w) + 40.6 \quad [2]$$

但し D.I: Discomfort Index

$T_d$ : Dry Bulb Temperature [ $^{\circ}F$ ]

$T_w$ : Wet Bulb Temperature [ $^{\circ}F$ ]

$t_d$ : Dry Bulb Temperature [ $^{\circ}C$ ]

$t_w$ : Wet Bulb Temperature [ $^{\circ}C$ ]

[1] 式又は [2] 式の関係を図に表わしたものが Fig. 1, である。 $T_w$  ( $t_w$ ) は相対湿度に換算して表わした。同一図上に Yaglou の有効温度図表より (無風安静時, 上半身裸体) 各温湿度における有効温度をプロットしてみた。

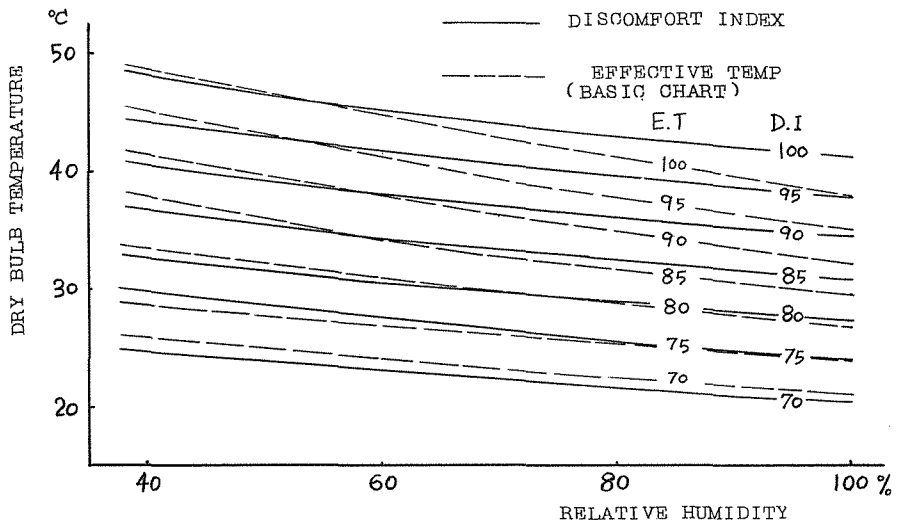


Fig. 1, 不快指数と有効温度の類似性

Fig. 1, を見ると明らかなように不快指数と華氏で表わした有効温度は全域では一致しないが、それぞれある相対湿度において曲線は交り同一の値をとる。[1], [2] 式における係数は物理的な定数ではなく、不快指数が有効温度と類似した値を持つようにあてはめた係数であると思われる。

ここで不快指数の値と人間の暑さの感覚との関係を Table 1 に示す。

さて人間の体温 ( $37^{\circ}C$ ) を華氏で表わすと  $98.5^{\circ}F$  となり (歴史的には  $96^{\circ}F = 12 \times 8$ ) ほぼ  $100^{\circ}F$  と考えてよい。乾湿球温度が共に  $100^{\circ}F$  (すなわち E.T  $100^{\circ}F$ ) を指すような環境にあつては、冷壁や特殊な状態を考えぬ限り、体よりの放熱は行われなくなり普通の意味ではこれ以上

苛酷な条件の下で生活することは考えられない。

Discomfort Index	Percentage of Discomfortable Person %
72	2
75	9
77	65
85	93

Table 1, 不快指数と感覚の関係

この点の暑さの程度をもつて満点と定め、不快指数100とする。すなわち不快さが100点満点である。Table 1をみればD. I 85~100ではほとんど全員が不快さを訴え、不快さでは優の部類に入る。D. I 70以下では不快を覚える者はなくなり、つまり不快さでは落第点ということになる。

暑さのこのような表わし方は日常の経験からいつでも直感的な判断の基準を与えおもしろみがある。しかし不快指数は解りやすいことや求めやすいことなどの利点と裏腹に致命的な欠陥も有している。

これは気流およびふく射を全く考慮に入れていないということで、たとえ同一の乾湿球温度を示す環境であつても気流や、強いふく射源の存在によつて外界の人体に与える冷却力は大巾に異り、同一の不快指数を示していてもそれぞれの温感には隔りが生ずる。なお後になつてから気流の存在するときには指数の値を減ずるといふ苦しい修正がなされている。

### 3 平均皮膚温と有効温度、不快指数の関係

C.P. Yaglou は 1947年、有効温度は常温域では湿度の影響を過大に評価しているという経験的事実に対しそれを認め、有効温度の修正について提案を行つているがこのことはあまり知られていないようである。<sup>4)</sup>

発汗を行つていない人間の平均皮膚温と温感の間に高い相関関係のあることは、古くは Gagge, Hardy & DuBois らによつて認められ、また Yaglou & Messer は  $-1^{\circ}\text{C}$ ~ $28^{\circ}\text{C}$  (夏及び冬)の発汗の行われていないような気温域で適量の着衣状態にある(衣服重量  $28^{\circ}\text{C}$  のとき  $45\text{ gr}$  から  $-1^{\circ}\text{C}$  のとき  $8.2\text{ Kg}$ )人間の温感と着衣下平均皮膚温(DuBoisの方法により17点の平均値)について実験を行い広範囲に亘つてこれらに高い相関関係のあることを認めている。その結果等平均皮膚温線をもつて温熱指標とすることを提案しているが現在までこれ以上の詳しい報告はなされていないようである。なお筆者の温感線図は平均皮膚温を温熱指標として採用している。実験結果を引用して Fig. 2, に示す。

Yaglou はある一定平均皮膚温(快適時にて  $33\sim 34^{\circ}\text{C}$ ) を与える種々の温湿度の組合せからなる環境が等温感を与えるという前提の下に、同一図上に等平均皮膚温および等有効温度を与える環境条件をプロットとし両者の比較を試みている。この試みは有効温度がはたして等温感を与えているかどうか、また問題の湿度の影響をどの程度過大に見積つているかの判断に有効である。

筆者は不快指数が温感とどの程度の相関をもつかを推測するため、さらに同一図上に等不快指数線を書き加え比較を試みた。ただしいずれも微風時 ( $15\sim 20\text{ cm/sec}$ )に限つて話してである。

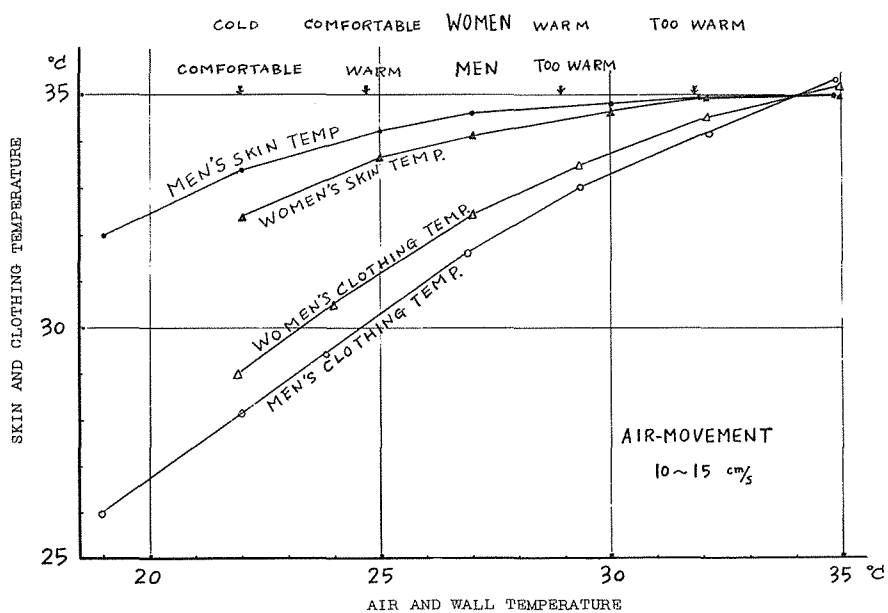


Fig. 2, 平均皮膚温と温感の関係

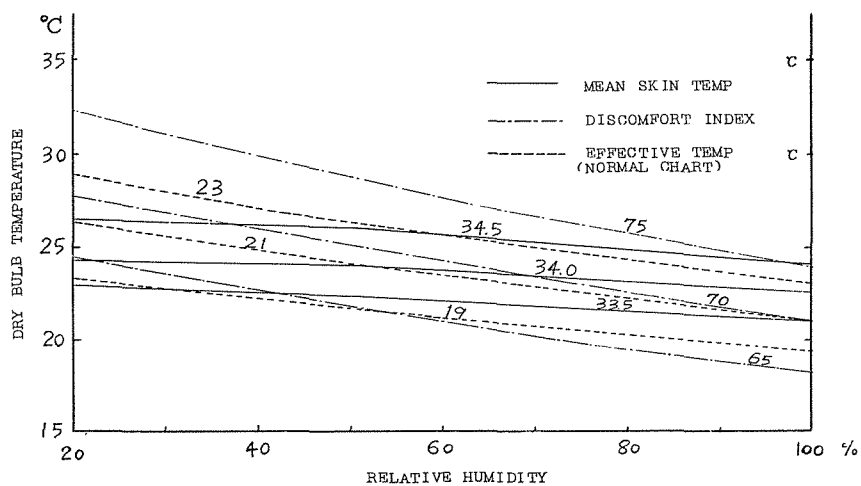


Fig. 3, 平均皮膚温, 有効温度, 不快指数の関係

Fig. 3, をみて明らかなように平均皮膚温線が等温感線にとつて代るものとするなら, 有効温度は高湿のときプラス側に, また低湿のときマイナス側に湿度の影響を見積っていることがわかる。また不快指数はその傾向が更に大きい。

このように考えれば不快指数は気流のほとんど存在しないところにおいてさえ偏差をもつものであることが解つたのであるから、ましてかなりの気流が存在する環境や強いふく射熱授受のある環境では不快指数をもつて温熱性をうんぬんすることは非常に危険な試みであるということが言えよう。ついでながら常温域で湿度が温感に全く影響を与えないものとするなら等温感線はFig. 3, において水平な平行線群となる。

なお不快指数は寒さの温熱指標とはならないことを付言しておく。

#### 4 あ と が き

不快指数が温熱指標としてどの程度の正当性を有するかを、いままでに発表された有効温度および平均皮膚温法と比較して検討を試みた。その結果不快指数は直感に訴えて理解し易い、容易に求め得るなどという利点を有しているものの、人体からの放熱に大きな影響を与える気流やふく射については何んら考慮を払つておらずその構成の単純さからいつてむしろ時代に逆行するかの感さえ与える。このように不快指数は温熱指標としては、正確さの点でかなり不完全なものであるということが解つた。

不快指数を実際に温熱指標として用いる場合も、対象が例えば室内のような気流の一定した、かつ特に注意すべきふく射源のない所など使用範囲がかなり限定されるだろう。

なお米国においてDiscomfort Index なる名称は観光地などで営業上障りがあるということでTemperature-Humidity Index という味気ない名称に変更されたとのことである。

#### 参考及び引用文献

- 1) 射場本勘 市郎；温感の工学的研究とその暖冷房への応用（昭31）
- 2) 西 安信；体感温に及ぼす気湿の影響（昭39）
- 3) 神山恵三；気象と人間，1964 紀伊国屋書店
- 4) C.P.Yaglou; A Method for Improving the Effective Temperature Index, ASHVE Trans. Vol. 53 1947 p307