

## 日本における至適着衣量分布

石井 仁\*, 堀越 哲美\*\*

\* 広島国際大学, \*\* 名古屋工業大学大学院

## Distribution of Predicted Comfortable Clothing in Japan

Jin ISHII\*, Tetsumi HORIKOSHI\*\*

\* Hiroshima International University, \*\* Nagoya Institute of Technology

**Abstract:** The purpose of this study is to express urban climate by means of predicted comfortable clothing in Japan and to evaluate the validity of several factors using in predicted comfortable clothing calculation. Predicted comfortable clothing is described as clo-units and is defined as requirement of clothing insulation to maintain human heat balance under a given set of meteorological conditions. In this study, Expanded AMeDAS Weather Data was used as meteorological conditions and predicted comfortable clothing was calculated at 230 AMeDAS Weather stations. The distribution of predicted comfortable clothing in Japan was figured out the whole year. The predicted comfortable clothing ranged from -0.2 clo to 4.0 clo the whole year. It is required in the future to use the sky view factor and metabolic rate appropriately in calculation of predicted comfortable clothing.

**Key Words:** Predicted comfortable clothing, Thermal index, Urban climate, clothing insulation, human heat balance

**要旨:** 本研究は、日本各地で至適着衣量の算出を行い、その分布の把握を試みた。また算出に用いられる諸係数が至適着衣量に及ぼす影響についても併せて検討した。至適着衣量とは、熱的中立状態を維持するために要求される着衣量を、その熱抵抗値 (clo) によって表現した体感温度の一種である。気象データとして拡張アメダス気象データを用い、全国 230 地点にて年間を通して至適着衣量を算出した。その結果、日本における至適着衣量は年間を通じ -0.2clo から 4.0clo の範囲で変動していた。そして至適着衣量分布を、各季節ごとにある程度把握した。また諸係数の検討結果から、今後、至適着衣量を算出するにあたり都市の熱放射環境を適切に表現すること、および都市での人間の活動状態を適切に設定する必要性があることが示唆された。

**キーワード:** 至適着衣量, 体感温度, 都市気候, 着衣熱抵抗, 人体熱収支

## 1. はじめに

都市情報の一つに気象データがあり、これにより都市の気候特性を理解することができる。気象データには不快指数や Wind Chill Index など、体感温度と呼ばれる、人間の温熱感覚をスケールとしたものがある。一方、室内温熱環境の評価指標である SET\* を都市空間に適用させて、より精度の高い体感温度の表現 (向井ら, 2002) が試みられている。

人間の体感温度を温度表記より生活実感として捉えやすい着衣の量として表現した研究に神山 (1987), Horikoshi et al. (1997), Ishii et al. (2005) の報告がある。Ishii et al. の報告は算出地点が少なく、日本における至適着衣量の分布性状を把握することは出来ない。よってより多くの地点での至適着衣量を算出し、分布性状を検討することの意義は大きい。そこで本研究は、Horikoshi et al. および Ishii et al. と同様の手法を用い日本各地の至適着衣量を算出して、その分布の把握を試

みた。また、算出に用いられる諸係数が至適着衣量に及ぼす影響についても併せて検討した。

## 2. 至適着衣量の算出方法

至適着衣量は、熱的中立状態を維持するために必要とされる着衣の熱抵抗値 (clo) として表現している。ここでの熱的中立状態とは、Two Node Model (Gagge et al. 1986) における初期条件の皮膚温 33.7℃, ぬれ率 0.06 を定常状態で維持することにあたる。本研究では至適着衣量を算出する際の気象データに拡張アメダス気象データ (日本建築学会, 2003) を用いた。全国 842 地点のアメダス地点のうち、気象官署および特別地域気象観測所に併設されているアメダス地点全 152 地点を含んだ、計 230 地点にて至適着衣量の算出を行った。図 1 に至適着衣量を算出した地点を示す。各算出地点にて、標準年における月別の毎時至適着衣量を算出し、1 時～6 時, 7 時～12 時, 13 時～18 時, 19 時～24 時

の各時間帯ごとに平均値を算出した。本報では屋外で活動することの多い7時～12時(以下, 午前), 13時～18時(以下, 午後)の1月, 7月, 10月の至適着衣量について報告する。

### 3. 日本における至適着衣量分布

図2に1月の午前における至適着衣量分布を示す。沖縄から鹿児島まで2.0clo以下で分布しており, 九州北部から山陽, 近畿, 関東地方まで2.0cloから3.0cloの範囲で分布している。関東以北から東北にかけて3.0cloから4.0cloで分布しており, 北海道においては4.0clo以上であった。全国的な傾向として, 緯度が高くなるにつれて至適着衣量が大きくなった。東北では太平洋側よりも日本海側で至適着衣量が大きくなる傾向であった。周辺より突出して至適着衣量が大きくなる地点が数カ所で認められた。要因として, 算出地点の標高差が考えられる。

図3に1月の午後における至適着衣量分布を示す。沖縄から九州南部にかけて2.0clo以下, 東北以南までは3.0clo, 東北から道央までは3.0cloから4.0cloで分布していた。午前同様, 緯度が高くなるにつれ至適着衣量が大きくなった。東北では太平洋側よりも日本海側で至適着衣量が大きくなる傾向であった。

図4に7月の午前における至適着衣量分布を示す。東北以南は1.0clo以下で分布しており, 沖縄, 瀬戸内, 近畿地方東部などで0clo以下の地点があった。東北では日本海側よりも太平洋側のほうが至適着衣量が大きくなる傾向であった。北海道では沿岸部よりも内陸部の至適着衣量が小さくなる傾向がみられた。また周辺より突出して至適着衣量が大きく, あるいは小さくなる地点が数カ所で認められた。

図5に7月の午後における至適着衣量分布を示す。沖縄から関東まで0clo以下で分布しており瀬戸内は-0.2clo程度であった。関東以北から道北にかけて0cloから1.0cloで分布していた。東北では日本海側よりも太平洋側で至適着衣量が大きく, 北海道では沿岸部よりも内陸部で小さくなった。周辺より突出して至適着衣量が大きくなる地点が数カ所で認められた。

図6に10月の午前における至適着衣量分布を示す。沖縄から九州南部まで1.0clo以下で分布しており, 九州から東北, 北海道南部まで1.0cloから2.0cloで分布しており, 道北では2.0clo以上で分布していた。東北以北では緯度が高くなるにつれ至適着衣量も大きくなる傾向がみられた。全国的な傾向として緯度が高くなるにつれ至適着衣量が大きくなった。また周辺より突出して至適着衣量が大きくなる地点が数カ所で認められた。

図7に10月の午後における至適着衣量分布を示す。沖縄から中四国, 近畿周辺まで0cloから1.0cloの範囲



Figure 1 230AMeDAS stations under study

### JANUARY

(7:00-12:00)

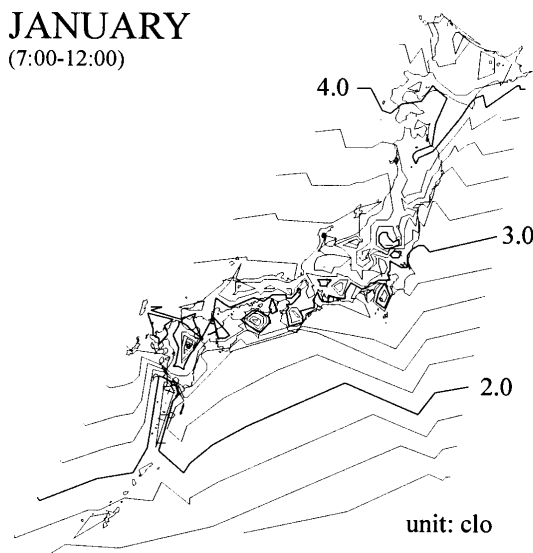


Figure 2 Distribution of predicted comfortable clothing during the morning in January

### JANUARY

(13:00-18:00)

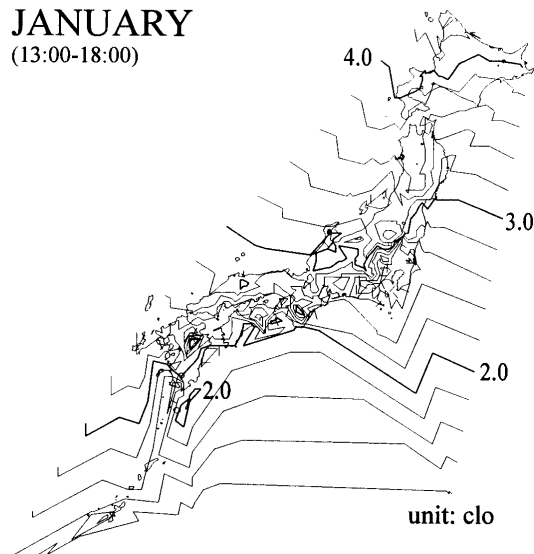


Figure 3 Distribution of predicted comfortable clothing during the afternoon in January

で分布していた。関東以北から道央までは 1.0clo から 2.0clo の範囲で分布していた。東北においては太平洋側よりも日本海側に至適着衣量が大きくなった。また周辺より突出して至適着衣量が大きくなる地点が数カ所でも認められた。

#### 4. 諸係数の至適着衣量に及ぼす影響

##### 4. 1 天空率

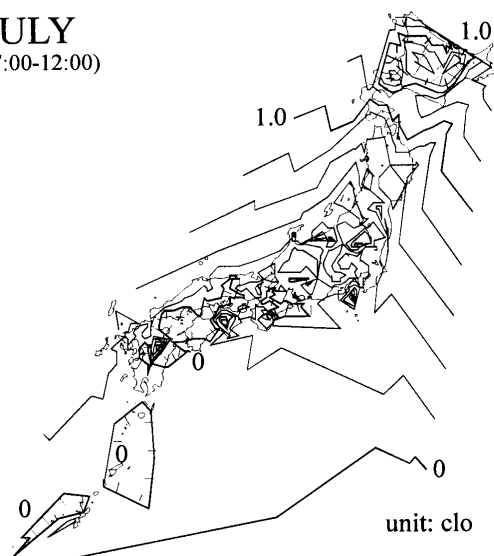
天空率を 0.2 から 1.0 に設定して広島市の気象データを用いて至適着衣量を算出した。図 8 に天空率ごとの至適着衣量の年間変動を 7 時～18 時の平均値で示す。天空率 0.2 と 1.0 では冬季において至適着衣量に 1clo 程度、夏季には 1.5clo 程度の差が認められる。冬季と夏季に程度の差こそあれ、天空率の至適着衣量に及ぼす影響は大きいと考えられる。今後、都市の熱放射環境を適切に

表現して、至適着衣量を算出する必要があることが示唆された。

##### 4. 2 日射吸収率

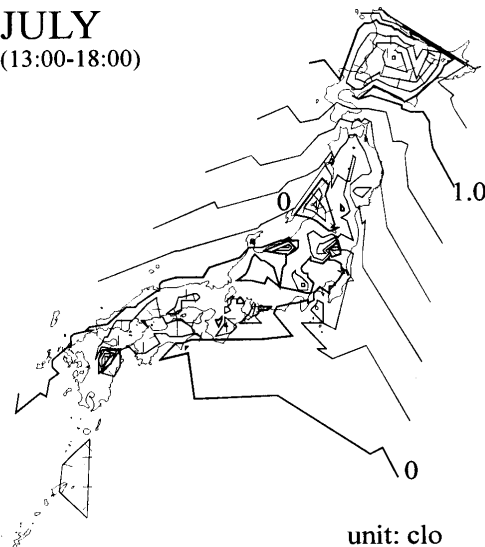
人体表面(皮膚面および着衣面)での日射吸収率を 0.5 から 0.8 に設定して広島市の気象データを用いて至適着衣量を算出した。なお天空率は 1.0 とした。図 9 に日射吸収率ごとの至適着衣量の年間変動を 7 時～18 時平均値で示す。年間を通して日射吸収率 0.5 よりも 0.8 では至適着衣量が大きい。年間で見ると、5 月は日射吸収率の至適着衣量に及ぼす影響が大きい。以上から年間を通して吸収率が小さいほど着衣量が大きいことがわかる。日射吸収率の違いが至適着衣量に及ぼす影響は最大でも 0.5clo 程度であり、その影響は、さほど大きくないことが考えられるが、妥当な日射吸収率の提案が望まれる。

**JULY**  
(7:00-12:00)



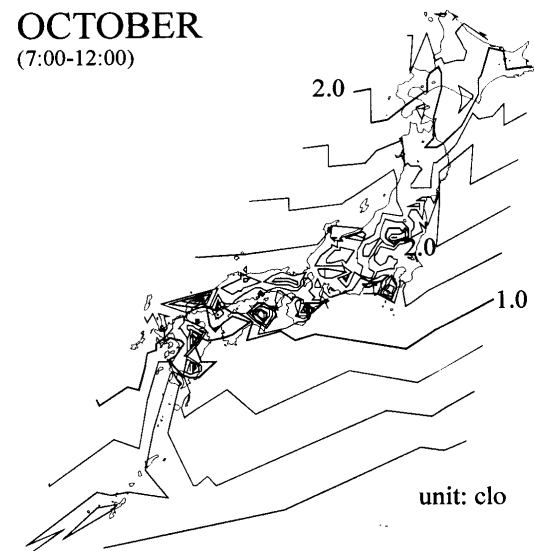
**Figure 4** Distribution of predicted comfortable clothing during the morning in July

**JULY**  
(13:00-18:00)



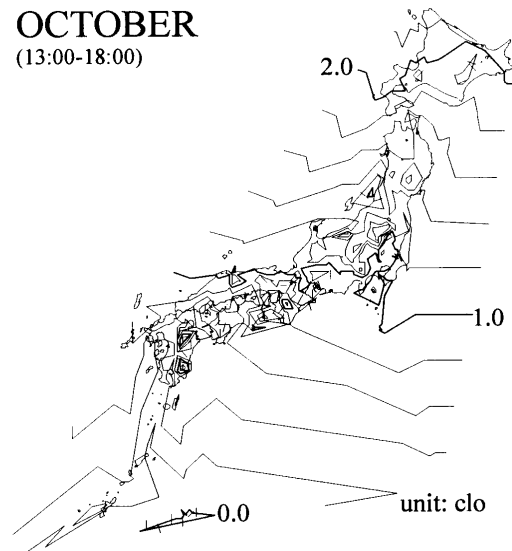
**Figure 5** Distribution of predicted comfortable clothing during the afternoon in July

**OCTOBER**  
(7:00-12:00)



**Figure 6** Distribution of predicted comfortable clothing during the morning in October

**OCTOBER**  
(13:00-18:00)



**Figure 7** Distribution of predicted comfortable clothing during the afternoon in October

### 4. 3 代謝量

至適着衣量を算出するに当たり人体の代謝量は立位安静状態 (1.2met) と設定している。都市においてこのような状況にあることはごくまれである。そこで代謝量を速度 0.9m/s での歩行状態 (2.0met) と設定し、30 分間後を定常状態とみなして、至適着衣量を算出した。図 10 に広島市の気象データによる各代謝量ごとの至適着衣量の年間変動を 7 時から 18 時の平均値で示す。至適着衣量が大きくなるほど代謝量による影響が顕著に認められる。立位安静状態と歩行状態では 1 月で 0.9clo の差、8 月では 0.1clo の差となった。天空率と同様に、代謝量の至適着衣量に及ぼす影響を大きいと考えられる。今後、都市での活動状態を適切に設定して、至適着衣量を算出する必要があることが示唆された。

### 5. まとめ

本研究は、日本における至適着衣量の算出を行い、その分布の把握を試みた。また、算出に用いられる諸係数が至適着衣量に及ぼす影響についても併せて検討した。その結果、日本における至適着衣量分布を各季節ごとにある程度把握した。また今後、至適着衣量を算出するにあたり、都市の熱放射環境を適切に表現すること、および都市における活動状態を適切に設定する必要があることが示唆された。

### 5. 文献

- Gagge, A.P., Fobelets, A. P. and Berglund, L. G. 1986 . A standard predictive index of human response to the thermal environment, ASHRAE Transactions Vol.92: 709/731.
- Horikoshi, T., Einishi, M., Tsuchikawa, T., and Imai, H 1997. Geographical distribution and annual fluctuation of thermal environmental indices in Japan – Development of a new thermal environmental index for outdoors and its application -, J. Human-Environment System, 1(1): 87/92.
- Ishii, J, Horikoshi, T, Nishinaka, K 2005 . Distribution of Predicted Comfortable Clothing In Japan, 17th International Congress of Biometeorology ICB 2005: 188/191.
- 神山恵三 1987 . 着衣量の分布と民族服, 日本生気象会誌, 第 24 巻, 30.
- 向井愛, 堀越哲美 2002. 名古屋市中川運河における海風上が体感気候に及ぼす影響, 日本建築学会計画系論文集, No. 553, 37/41.
- 日本建築学会 2003. 拡張アメダス気象データ, 日本建築学会, 丸善 .

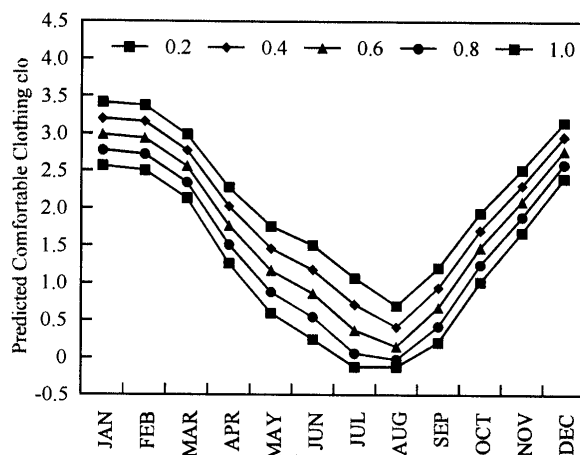


Figure 8 Annual variation of predicted comfortable clothing in Hiroshima for different sky view factors

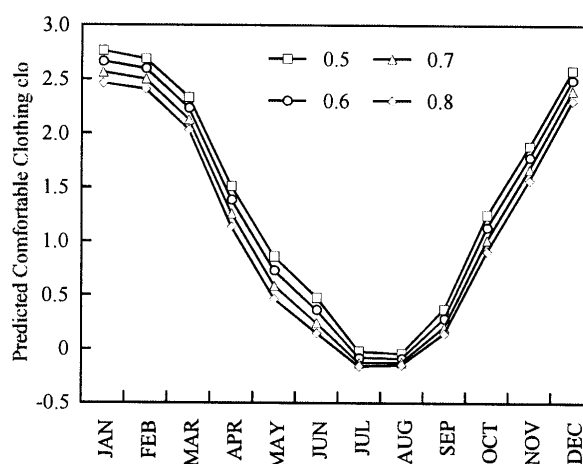


Figure 9 Annual variation of predicted comfortable clothing in Hiroshima for different solar absorptivity of human

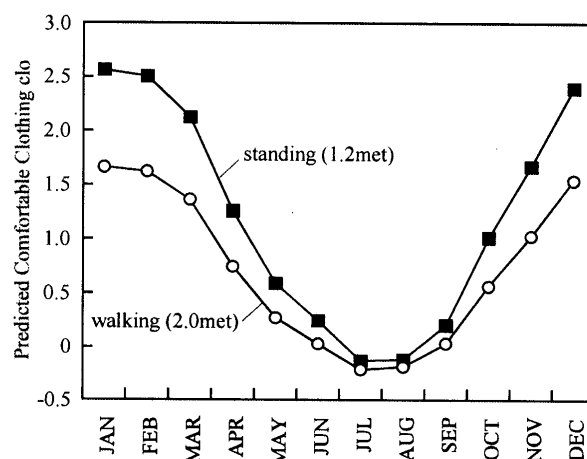


Figure 10 Annual variation of predicted comfortable clothing in Hiroshima for different metabolic rate

### <連絡先>

著者名 石井 仁

住所 737-0112 広島県呉市広古新聞 5-1-1

所属 広島国際大学社会環境科学部住環境デザイン学科

E-mail アドレス j-ishii@it.hirokoku-u.ac.jp