むし暑さの気候(2)*

—日本の湿潤冷却強度—

日下部 正雄

(高松地方気象台)

Climatology of Sultriness (2)

Wet cooling power in Japan

Masao KUSAKABE

(Takamatsu Local Meteorological Observatory, Takamatsu, Kagawa Prefec.)

1. ま え が き

むし暑さを表わす指数としては、不快指数よりは湿潤冷却強度の方がより合理的であり、実際にも適することを有名なさぬきの夕なぎの場合を例として前報¹⁾で報告したが、ここでは日本各地の夏の湿潤冷却強度について大まかに調べた結果と、高松の湿潤冷却強度をやや詳しく調べた結果とを報告する。

2. 湿潤冷却強度の日変化

湿潤冷却強度の最小の現われる時刻、すなわち最もむし暑い時刻を調べた結果は、高松では21時前後であるが(第1表)、これは夕なぎの影響の大きい高松の場合であつて、必ずしも全国共通の事実とはいえない。

第1図は東京(1940年)と高松(1952年)の7月、8月の毎日毎時の湿潤冷却強度から62日間の平均を求めたものであるが、土地による相違がかなりはつきり現われ

第1図 湿潤冷却強度の日変化(7, 8月の平均)

ている。第2図は1931~1940年の10年間の6, 14, 22時の観測値のある各地の、この3時刻の湿潤冷却強度の累年平均値を求めた結果であるが、これによつても湿潤冷却強度の日変化は必ずしも一様とは認めがたい。

各地の月別の平均の状態はだいたいにおいて日中の湿潤冷却強度が高く、朝夕が低い山型をなしていることが多いが、同じ山型でも東京のように6時の湿潤冷却強度

第1表 高松の特別湿潤冷却強度 (1946, 47, 50~52)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6月	12.2	13.2	13.2	13.2	13.9	13.4	12.6	13.4	14.5	15.5	15.2	15.6
7月	10.1	9.5	9.6	9.5	9.3	9.5	9.4	9.8	10.4	11.3	11.4	11.7
8月	9.0	8.9	8.7	9.2	9.0	8.9	8.2	7.8	8.9	9.5	10.1	10.5
9月	11.5	12.0	12.2	12.3	13.0	12.4	11.2	10.9	11.3	11.8	11.9	13.4
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6月	15.4	15.1	15.4	15.1	14.6	13.5	13.0	12.2	12.2	12.7	12.0	11.9
7月	11.5	11.8	11.6	11.3	11.4	10.5	10.7	9.4	9.2	9.6	9.8	9.9
8月	10.6	10.6	10.5	10.4	9.1	8.7	8.2	8.2	7.9	8.5	8.1	8.8
9月	13.3	13.1	12.9	12.3	11.4	10.8	11.1	11.1	11.5	11.8	11.6	11.9

* 昭和42年4月6日全国大会にて発表

第 2 図 湿潤冷却強度の日変化, 左から
6 時・14 時・22 時
(1931~1940)

が 22 時のそれに比べて低い, すなわち明け方の方がむしろ暑い地方と, 多度津のように 22 時の方が低い, すなわち夕刻から夜にかけての方がむしろ暑い地方とがある。しかし鹿児島や広島のように日中の湿潤冷却強度が朝に比べて低く山型をなさない地方, むしろ朝夕ともに日中より湿潤冷却強度が高く谷型を示す地方もある。また 7 月, 8 月はその土地個々の型を示すが, 6 月と 9 月はその特徴が判然とせず, むしろちがった型を示している土地もある。

3. 日平均湿潤冷却強度, 月平均湿潤冷却強度

各地のむしろ暑さを湿潤冷却強度によつて比較しようとする場合, 湿潤冷却強度の最低が現われる時刻がほぼ一定しているのならば, この最低が現われる可能性の最も大きい時刻の湿潤冷却強度を用いるのが最も簡単であ

る。しかしこの時刻は地点によつて必ずしも同一ではないので, 湿潤冷却強度の最低値によつてむしろ暑さを比較するのは手数のかかる作業になり, 日平均湿潤冷却強度によつて比較するのが簡単である。

日平均湿潤冷却強度は毎時間の湿潤冷却強度を求め, これを一日について平均すればよいが, これは手数のかかることなので, いわゆる日平均の気温, 蒸気圧および風速から計算したものが, 毎時間の湿潤冷却強度から計算したものとどのような関係にあるかを, 高松について検討してみた。

まず 1952 年の 6~9 月について, 毎日, 毎時の気温, 蒸気圧および風速から計算した毎時の湿潤冷却強度を平均して求めた日平均湿潤冷却強度 C_{24} と, 6 時, 14 時, 22 時の気温および蒸気圧と, 1 日の全風程から求めた風速から計算した日平均湿潤冷却強度 C_3 とを比較すると, 両者の間にはほとんど直線的な関係があり, その相関係数は第 2 表のとおりで著るしく高い。また現在気象庁のパンチ・カードに入れているのは 3 時, 9 時, 15 時および 21 時の観測値であるから, これによつて C_4 を計算し, これと C_{24} との相関を求めると, これも第 2 表のとおりでかなり高い相関が認められる。観測回数を多くした方が相関係数が低下するというのはいささかおかしい気がするが 6 時, 14 時, 22 時の方が日平均を表わすに適した時刻なのであろう。しかしいずれにしても日平均湿潤冷却強度は必ずしも毎時の湿潤冷却強度から計算するという手数をかけなくとも, 普通の気象表などにある日平均気温, 蒸気圧, 風速から計算すれば十分である。

次に 1952 年の各月について 1 日 3 回の観測値から求めた毎日の日平均湿潤冷却強度から計算した月平均湿潤冷却強度 $C_{1/N}$ と, 気象表にある月平均気温, 蒸気圧, 風速から計算した月平均湿潤冷却強度 C_m とを比較すると, 両者の間の相関関係は密接で, 相関係数は 0.9990 である。したがって, 月平均湿潤冷却強度を求める場合も, 気象表などにある月平均気温, 蒸気圧, 風速から簡単に求めてもさしつかえない。

4. 湿潤冷却強度の平年値

各地のむしろ暑さを比べるために, 各地の湿潤冷却強度

第 2 表 24 回観測値と 3 回または 4 回観測値から求めた日平均湿潤冷却強度の相関係数 (高松 1952)

	6 月	7 月	8 月	9 月
24 回と 3 回 (6, 14, 22 時)	+0.9044	+0.8990	+0.8941	+0.9748
24 回と 4 回 (3, 9, 15, 21 時)	+0.8253	+0.8624	+0.8232	+0.8772

の月別平年値を、気象庁発行の地点別平年値²⁾から、むし暑さが問題になる6月から9月までを計算した結果は第3表のとおりである。

湿潤冷却強度は風速の影響を受けることが大きく風速は局地性が強いことなどから、等温線を描くように簡単に等湿潤冷却強度線を描くことはむずかしい。しかし大まかにいえば、一般に内陸は湿潤冷却強度が小であり、沿岸、特に島や岬では湿潤冷却強度が大きい、瀬戸内海沿岸地方は高知、熊本・尾鷲などとともむし暑さの著しい地方であるといえる。

第3表をみると気温の高い所必ずしもむし暑いとは限

らず、比較的気温の低い所でもかなりむし暑い所があることがわかる。7、8月の気温の最高は石垣島の28.6℃で、以下徳島の26.6℃の第10位まで16地点をかぞえることができるが、このうち7、8月の湿潤冷却強度を低い方からかぞえて第10位までにはいらない所が11地点もあり、それらの地点の7、8月の平均風速は大阪の3 m/sから宮古島の5.7 m/sまで、だいたい3 m/s以上である。一方7、8月の湿潤冷却強度の平均が最も小さいのは高田の9.4であり、第10位の鳥取の11.0までの間に12地点があるが、このうちには気温の第10位までにはいらない所が8地点あり、これらの地点の7、8月の風速は大

第3表 月別湿潤冷却強度平年値

	6月	7月	8月	9月		6月	7月	8月	9月
稚内	27.8	22.0	19.1	23.5	松本	18.5	13.6	12.9	16.2
旭川	17.9	10.1	12.2	16.1	富士山	70.8	57.6	51.3	68.4
札幌	22.9	17.4	15.2	19.4	御前崎	26.3	14.6	13.0	16.7
網走	23.5	17.9	16.3	21.8	名古屋	22.1	13.0	11.8	14.5
釧路	26.6	20.7	18.5	21.7	亀山	20.2	11.1	11.0	14.2
帯広	18.7	14.2	12.7	16.8	尾鷲	16.5	9.7	9.7	11.6
函館	23.7	17.6	15.5	20.7	舞鶴	17.8	10.5	10.1	13.5
八戸	22.7	16.9	15.0	20.0	京都	13.4	10.3	10.2	11.9
盛岡	19.9	14.5	13.1	17.3	大阪	14.8	11.1	11.1	13.2
宮古	16.0	11.7	11.2	15.4	神戸	17.4	13.2	13.3	15.9
仙台	16.7	11.9	11.1	14.6	和歌山	15.8	12.1	11.6	14.6
秋田	20.3	15.0	13.9	19.1	潮岬	18.6	14.2	13.0	15.9
山形	14.7	10.7	10.6	13.0	鳥取	18.7	11.2	10.7	14.2
福島	15.8	11.6	10.7	13.6	米子	17.2	12.5	12.1	15.6
小名浜	17.3	13.3	12.5	15.6	西郷	18.9	14.5	13.5	17.2
水戸	16.4	12.5	11.7	15.0	浜田	19.1	12.6	12.2	15.7
宇都宮	15.3	11.2	10.6	13.8	広島	15.4	11.3	11.5	15.5
前橋	16.7	11.8	11.7	15.1	下関	19.2	13.4	13.5	16.6
銚子	21.5	17.1	13.9	18.4	徳島	15.6	11.6	11.6	14.5
富崎	18.8	14.7	13.0	16.1	高松	14.4	10.4	10.0	12.6
東京	16.8	13.1	12.3	15.1	松山	13.4	10.0	9.8	12.1
大島	25.2	19.2	17.4	21.2	高知	12.7	9.4	9.8	12.0
三宅島	26.3	15.4	13.8	17.7	室戸岬	20.4	15.4	14.4	17.9
八丈島	20.5	15.7	14.0	16.4	足摺岬	16.1	12.3	11.4	14.3
横浜	19.1	15.5	13.7	17.3	福岡	15.3	11.5	11.1	14.3
相川	18.9	14.0	13.1	18.3	厳原	16.5	12.9	12.0	15.3
新潟	18.2	13.2	12.3	16.5	富江	17.0	13.1	12.4	15.9
高田	13.4	9.6	9.2	11.4	熊本	12.9	9.9	9.8	11.9
富山	16.0	11.5	10.9	14.6	大分	13.8	10.7	10.8	13.6
輪島	19.8	13.1	12.3	16.7	鹿児島	15.2	11.4	12.0	14.4
金沢	21.0	12.3	11.8	15.4	屋久島	17.7	15.5	13.3	14.8
敦賀	23.5	13.6	12.3	16.2	宮古島	13.7	12.2	12.9	12.8
長野	17.9	12.9	12.3	16.5	石垣島	11.9	8.4	11.9	12.6

第 4 表 高松の月別湿潤冷却強度平年値

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII
34.0	32.2	29.1	23.0	18.0	14.4	10.4	10.0	12.6	18.0	23.4	30.4

第 5 表 高松の旬別日平均湿潤冷却強度 (1956~1965)

	6 月			7 月			8 月			9 月			
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
平 均 $\overline{M}$	15.7	14.1	12.4	10.8	9.5	9.1	9.8	9.8	9.9	11.1	12.3	14.4	
標 準 偏 差 σ	2.9	3.0	3.0	2.2	1.6	1.7	2.3	2.6	2.4	2.7	2.8	3.2	
変動率 $\sigma/\overline{M} \times 100$	18.4	21.3	24.2	20.4	16.8	18.7	23.5	26.6	24.3	24.4	22.8	22.2	
最 小	10.5	8.7	7.0	6.9	7.0	6.3	6.7	6.5	6.7	6.6	8.1	9.2	
最 大	23.4	25.8	24.8	19.8	16.1	15.7	18.8	20.8	21.8	22.1	22.7	23.3	
十 出 年 現 間 日 の 数	5.0～9.9	0	1	21	41	65	86	63	62	64	39	26	5
	10.0～14.9	45	72	65	56	34	21	34	33	43	52	55	56
	15.0～19.9	42	22	11	3	1	3	3	4	2	8	18	32
	20.0～24.9	13	4	3	0	0	0	0	1	1	1	1	7
	25.0～29.9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

分、鳥取の 2.6m/s から高松の 1.6m/s までだいたい 2.5 m/s 以下と風が弱い。

次に高松の年間を通じての湿潤冷却強度の月別平年値を第 4 表に示すが、6 月から 9 月までがむし暑さの問題になる月と考えても大きな間違いはないであろう。

5. 高松の日平均湿潤冷却強度

高松の 6~9 月の毎日の日平均湿潤冷却強度を、1956~1965 年の 10 年間について、日平均気温、風速および蒸気圧から計算し、これを旬別に統計した結果は第 5 表のとおりである。これによると 6 月下旬から 9 月中旬が概してむし暑い、6 月中旬、9 月下旬は変動が大きく、日によつてはかなりむし暑いこともある。梅雨の始まる前の 6 月上旬と、梅雨があけた 7 月中、下旬は変動が小さく、特に 7 月中、下旬はむし暑さが甚だしい。8 月にはいるとかなり変動が大きく、むし暑さの特に甚だしい日も現われる。

湿潤冷却強度が 10 未満の日は、6 月中旬から 9 月下旬にかけて現われているが、7 月中旬から 8 月一杯が特に多い。このようなむし暑い日が 10 日以上連続している期間を調べると、この 10 年間に 10 回あり、最も長く続いたのは 1963 年 7 月 13 日から 30 日までの 18 日間である。このようにむし暑い日が連続するのは、1962 年 8 月 28 日から 9 月 8 日までのように残暑の候や、1961 年 8 月 18 日から 29 日のように盛夏の最中に現われることもあるが、多く

は 7 月下旬から 8 月初めにかけて、すなわち梅雨があけて盛夏になる時が大部分で、それだけに梅雨あけのむし暑さは体感にはきびしく感じられるわけである。

6. 湿潤冷却強度と体感

湿潤冷却強度と体感の関係については、外国で調査された結果が日本にも紹介されているが³⁾、その数値をそのまま適用すると日本ではほとんどすべての土地がいつもむし暑いということになる。しかしこれはこの基準が主としてヨーロッパで定められたためで、ヨーロッパの多くの土地では、暖候期の気温が日本にくらべると低いうえに、そのころは空気が乾燥しているのが普通である。世界の風速の値の入っている気候表を手に入れることができなかったため、湿潤冷却強度を具体的に数値を以て示すことはできないが、日本のように暖候期の気温がかなり高いうえに湿潤期と一致している国の湿潤冷却強度より遥かに大きな値となることは間違いない。したがって湿潤冷却強度と体感との関係は日本においては調査しなおす必要がある。

この調査においては湿潤冷却度の計算には測風塔で観測した風速を用いたが、われわれが生活している地上 1 m 前後の風速は測風塔の風速よりはるかに小さいものである。したがってわれわれ人間はもちろん、家畜や作物などは、ここに論じた数値よりはさらにむし暑い環境下に生活していることにも注意しなければならない。

なお湿潤冷却強度を求める式¹⁾において、湿度すなわち水蒸気圧の関係する項は、 C すなわち乾燥冷却強度の値に比べると一般に小さく、非常に乾燥した場合を除いては0～5程度であるから、この項の計算が複雑であることを考慮に入れるならば、この項を省略して、 C すなわち乾燥冷却強度を用いてほしいことを論じて、大きな間違いを招くことはないであろう。

引用文献

- 1) 日下部正雄(1967): むし暑さの気候(1), さぬきのタナギ, 農業気象, **23**, 7-10.
- 2) 気象庁: 日本気候表の2 地点別月別平年値, 昭和37年.
- 3) 気象学ハンドブック, 技報堂, 昭和34年.

Summary

In a previous report, the author indicates that wet cooling power is more suitable than discomfort index of sultriness. Pattern of the diurnal course in wet cooling power changes with places. Particularly the time of the minimum largely different with each place. It is more desirable to use the daily mean of wet cooling power instead of that at the specified time in climatological study of the sultriness. The normal of monthly mean wet cooling power in summer season is calculated in Japan. It is found that the sultriness is more mild in the district with wind speed higher than 3.0 m/sec, while the sultriness is very unbearable in the district with wind speed lower than 2.5 m/sec. The daily mean of wet cooling power at Takamatsu is calculated for summer season and used to study the climatology of sultriness in this district.

支部だより

関東支部例会ひらかる

6月30日農技研会議室で多数参集のもとに盛会裡にひらかれた。

研究発表

1. Growth Chamber 内の微気候に関する研究(3)
温室室内気温の夜間降下に関する一考察
内島(農技研)
2. ビニールハウスの気温と地温(2) 夜間暖房する場合の解析
北村(埼玉園試)
3. 栽植密度の相違したタバコ畑の光条件と乾物生産機構
田中・山崎・倉田(秦野タバコ試)
4. テンシオメーターカップからの透水量が示度のタイムラグと水分張力に及ぼす影響
村上(気象庁)
5. わが国における降電の特徴
小元(農技研)

討論会

「農業試験研究に使用する気象計器について」がもたれ、熱心な討論がおこなわれた。

中・四国支部例会開かる

7月25日松江市の湖東会館で多数参集のもとに盛会裡にひらかれた。

研究発表

1. 四国の雪
日下部(高松気象台)

2. 水島におけるけい留気観測
山口(高知大教)
岡山大農業生物研, 微細気象研究室
3. マツタケ発生アカマツ林内の微気象
高須・木村・則武(岡山大)
4. 植被層内外における CO_2 の分布
高須・木村(岡山大)
5. 柑橘の蒸散効率
武智・長谷場(愛媛大農)
6. 積雪災害度の気候的表示
中峠(福井大工)
7. 強雨の浸潤
吉川(京大理)・川西(大分大教)
8. 塩水くさび生成と工業用水取水
川原(大阪工業高専)
9. 河口締切に関連した2, 3の密度流実験
奥田(京大防災研)
10. 島根県の気象観測
島根県農業改良課
11. 台風による河口閉塞
上森(高知大)
12. 最近の農業気象
武田(九大農)
13. 煙の長時間露出による大気拡散の研究
上田(高知大文理)
14. 東南アジアの気候
中島(京大防災研)
15. 湿度計について
坂手(岡山大教養)
16. アメリカの米作と気候
西内(大阪府大農)
17. 地面温度の日変化の最高および最低時に対する一説明
東(京都府大)
18. 水稻倒伏防止および収乾燥の簡易能率化
西内・上和田(大阪府大農)