

気温・地温

奥田 穰*

1. はしがき

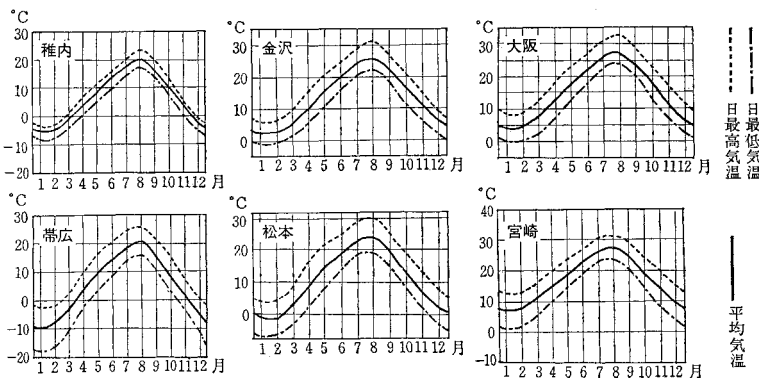
気温、地温などは風や雨などのように直接的に土木に影響しないように見えるが、そうではないようで、土木に対し、いろいろな面で微妙な影響を与えているようである。そこで、今回は気温、地温等の温度に関する現象が、日本にどのように分布して現われるかを述べる。しかし、土木に影響する温度は、ある温度以上か以下のときであり、春とか秋の一般に快適な気温といわれるときには問題にならないと考える。それゆえ、重点を冬と夏において述べて行きたい。

2. 気温の年変化

気温は、北半球では一般に北に行くほど低くなるし、高度が高くなるほど低くなることはすでに述べてある。ここでは、さらにつぎのことをまず指適する。

- (1) 緯度が高くなるほど年変化の幅が大きい
 - (2) 海流の、特に暖流の影響を受ける沿岸は、年変化の幅が小さいが、内陸部に入ると大きくなる
- これらの実例を図-1に示そう。稚内、帯広、松本、

図-1 代表6地点の気温の年変化線 (1921年~1950年・「日本の気候」より)



* 気象庁気象研究所 台風研究部第二研究室長

金沢、大阪、宮崎の平均気温と日最高気温および日最低気温の年変化を示したのであるが、日最高、日最低気温をあわせ示したのは、各月の平均気温がどのくらいの気温の高低の平均であるかを理解していただくためである。申しおくれたが、日最高、日最低気温の値は、日々の最高と最低の月平均値で、個々の日のこれらの値はさらに大きく変化する。

平均気温の年変化が上に述べたようになっているばかりでなく、最高、最低の値の差を注目するとわかるように、内陸部で差が大きく、沿岸部で小さい。また、冬に差が大きく、夏に少ない傾向が見られる。しかし、日本海側の沿岸は、冬期連日の降雪と曇天によって、その傾向が見られず、むしろ逆の傾向さえ見られる。これらの現象は大気中の水蒸気量の多寡と、曇雨天、雲量、雲底高度などの現われ方が日々の気温変化に影響することから起こるものである。

気温の年変化は、つぎに述べる日変化とともに、岩石の風化現象に対して重要な役割りを演じているのであるが、コンクリート建造物などの土木施設の強度変化には見逃せない因子であろう。

3. 気温の日変化(日較差)

土木では最高気温が何時、最低気温が何時に現われるか、日変化曲線はどうなっているかということは大して問題ではないだろう。むしろ、最高でも最低でも何度になるか、最高と最低の1日における較差がどれくらいかが問題となるであろう。

図-2に気温の日較差分布図を示す。日較差の大きいところはいずれも内陸に入った地域であるが、1月は太平洋側に偏し、7月は日本海沿岸近くまで値の大きい地域が広がっているのに気付いたであろう。年変化で述べたと同じ理由で説明がつかないのであるが、乾燥した晴天の日には、昼間の日射による気温上昇が大きく、夜間の放射冷却も大となる。1月と7月の天気状態の分布の違いが日較差の分布に現われている。

4. 酷暑期間と酷寒期間

日最高気温が30°C以上の日を真夏日、同じく25°C以上の日を夏日、日最低気温が0°C以下の日を冬日、日最高気温が0°C以下の日を真冬日とそれぞれ呼んでいる。いずれも労働能力の低下を訴

図-2 気温の日較差分布図 (単位 °C・「日本の気候」より)

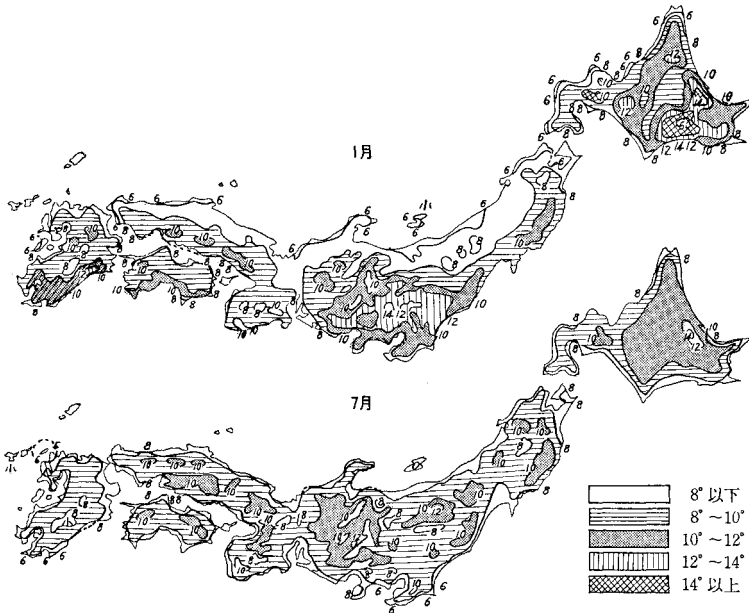
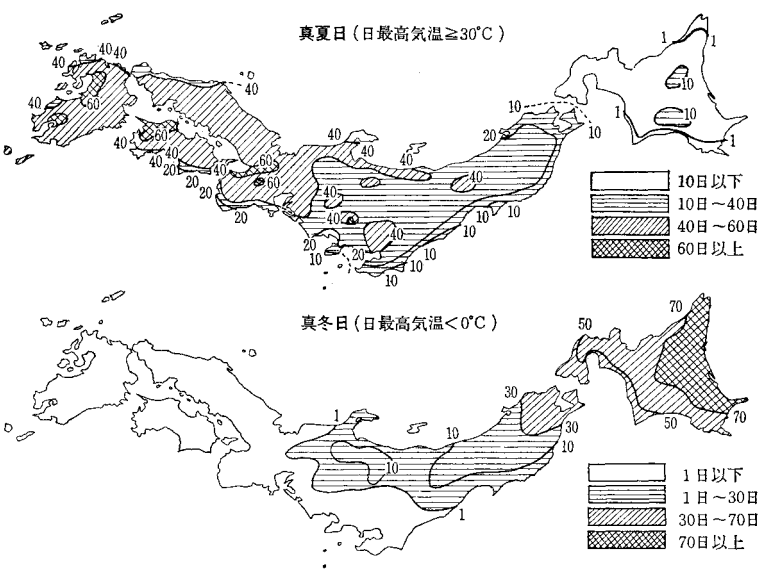


図-3 年間の真夏日・真冬日の日数分布図 (1921年~1950年・「日本の気候」より)



える気温の目安となる。特に真夏日と真冬日の期間を知っておくと便利であろう。それを図-3に示す。真冬日の期間は理解しやすい分布をしているが、真夏日の方は分布が複雑となっている。これは気流と地形との関係、および盆地における日射昇温などによって生じたものである。

5. 地形と気温分布

前節の真夏日期間分布図にもその関係がうかがえるの

図-4 円錐形の丘陵における日中の最高気温の分布 (単位 °C・0.4°Cおき・Geiger)

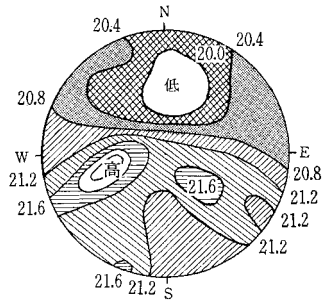
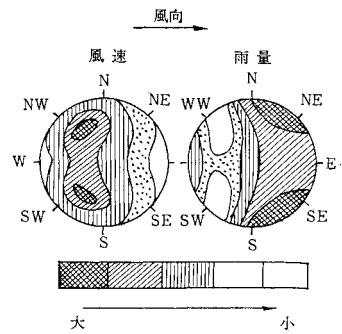


図-5 小丘周辺の風速と雨量の分布



であるが、気温分布は地形に微妙に左右される。盆地形の所では昼間の昇温が激しいが、夜間の放射冷却が激しく、日較差が大きい。盆地形の北部南面斜面では昼間の気温が高く、夜間の放射冷却した空気が低地に流れ去るので、その影響が少なく、盆地底の部分より気温が高い。無霜害地帯といって、この地帯に凍霜害が発生しない所がこの高さの地帯である(たとえば、北上山脈の高度200m前後のところ見られる)。

さらに、地形による細かい分布を知る目安として、Geigerの円丘上で行なった気温分布の実験観測の結果を図-4に示す。円丘の南西斜面に最も最高気温の高いところが現われ、最も低いところは真北よりわずかに東に寄ったところに現われている。この分布は、起伏の多い地帯の温度分布を推定するときの推定基準として使用できる。

【付記】 地形と風速および降水量の分布補足

地形と風速や降水量との関係を上記円錐状丘陵上について調べた結果を紹介していないので、ここに図-5として示した。風速の強いところは円丘風衝面の両側斜面にあり、風下の背面では風が弱くなる。降水量は風速と逆の分布を示し、風速の弱

い背後の両側斜面に多くなっている。これは小地形における気象要素の分布の典型であり、観測資料が少ない場合の推定基準として有用である。

6. 地 温

地温の日変化は地表に近いほど大きく、地中に深くなるほど少なくなる。そして、ある深さに達すると変化が見られなくなる。この層を地温日変化の不易層という。

地温の変化と深さとの関係は次式で示される。

$$R_x = R_0 e^{-\beta x}$$

ここに、 R_x : 深さ x cm の地温の日較差 (°C)

R_0 : 地表温度の日較差

β : 定数

である。 R_0 および β は土質によって異なる定数であるが、八鍬利助が北海道で調べた結果を表-1に示す。表-1を見て明らかなように、砂質のところは粘土質のと

表-1 各種土質の地温日変化不易層の深さ

土 質	砂 土	火山性砂土	泥 灰 土	植 土
地 表 温 度 の 日 較 差 (°C)	39.2	36.1	24.0	22.1
β	0.1050	0.1126	0.1386	0.1154
不 易 層 (cm)	56.9	52.3	39.5	46.8

ころよりも不易層が深いところにある。また、乾燥した土地ほど不易層は浅いところにある。

以上は地温の日変化についてであるが、このほかに年変化の不易層が観測される。年変化の方は日変化不易層よりも深いところにあり、普通、温帯地方では7~20m付近に年変化の不易層が見られる。

地温と気温との関係は荒川、東の両氏により次式が導かれている。日本においては、1mの深さの年平均地温 T_s (°C) と、年平均気温 T_a (°C) との間に、

$$T_s = 3.4 + 0.89 T_a \dots\dots\dots (2)$$

また、北緯 20~40° において、海拔 500 m 以下の土地に適用される式として、年平均地温 T_s (°C) と緯度 ϕ との間の関係は

$$T_s = 45.4 - 0.84 \phi$$

で示される。

気温の日変化、年変化は地表の被覆状態によって非常に敏感に影響する。地温も気温と同様で、たとえば、森林内の地温年変化は、森林外の地温年変化よりも小さい。

不易層以下の地温がどのようになっているかは、もう気象の取扱う範囲外になって、私の手に負えない。むしろ、トンネル等の工事に関連して、皆様の方が知識が豊富なはず、よろしくご教示をお願いしたい。

新しい土留工法

日本道路公団理事 工学博士 藤森謙一・日本道路公団理事 内田襄編著・B5判/440頁 上製 定価 3,400円 千200円

- 現場ですぐ役立つ土留工法の設計と施工
- 従来公開されなかった新しい土留工法の紹介
- 初めて体系づけられた土留工法の技術書

■主要目次

<p>第1章 概 説</p> <p>第2章 土圧の計算法</p> <p>第2節 クローン土圧公式</p> <p>第3節 ランキン土圧公式</p> <p>第4節 粘着力を考慮した土圧公式</p> <p>第5節 静止土圧</p> <p>第6節 地震時土圧</p> <p>第7節 土圧作用点の高さ</p> <p>第8節 山留工に作用する土圧</p> <p>第9節 斜面の安定計算</p> <p>第10節 ヒービング</p> <p>第3章 基礎のための土留</p> <p>第1節 自立式土留</p> <p>3.1.1 自立式土留の型式</p> <p>3.1.2 安 定</p> <p>3.1.3 のり面の表面処理</p> <p>3.1.4 すべり</p> <p>第2節 支保工式山留</p> <p>3.2.1 山留工法のための地盤性状知識</p> <p>3.2.2 切梁山留の基本</p> <p>3.2.3 矢板の工法</p> <p>3.2.4 腹起し</p> <p>3.2.5 切 梁</p> <p>3.2.6 横 割</p> <p>3.2.7 掘 削</p> <p>3.2.8 土圧の算定</p>	<p>第3節 アイランド土留</p> <p>3.3.1 施工計画</p> <p>3.3.2 施工例</p> <p>第4節 トレンチ工法</p> <p>3.4.1 トレンチ工法の特徴</p> <p>3.4.2 トレンチの形状</p> <p>3.4.3 トレンチの形状</p> <p>3.4.4 施工例</p> <p>第5節 特殊な土留工法</p> <p>3.5.1 イコス工法</p> <p>3.5.2 OWS工法</p> <p>3.5.3 エルゼ工法</p> <p>3.5.4 アース・ウォール工法</p> <p>3.5.5 プレバクト工法</p> <p>3.5.6 プレウォール工法</p> <p>3.5.7 大林深礎工法</p> <p>3.5.8 竹中式深礎工法</p> <p>3.5.9 RGパイル工法</p> <p>3.5.10 カルウェルド・アースドリル式土留</p> <p>3.5.11 ベノトク工法および清水くい工法による土留工法</p> <p>3.5.12 コルゲートセルによる土留工法</p> <p>3.5.13 折衷土留工法</p> <p>3.5.14 液体窒素による地盤凍結</p>	<p>工法</p> <p>3.5.15 その他の外国の土留工法</p> <p>第4章 構 造</p> <p>第1節 重力式擁壁 (設計計算例)</p> <p>第2節 倒立T型擁壁</p> <p>第3節 控え壁式擁壁 (設計計算例)</p> <p>第4節 矢板擁壁</p> <p>第5節 特殊な擁壁</p> <p>4.6.1 たな段をつけた擁壁</p> <p>4.6.2 箱型擁壁</p> <p>4.6.3 日型鋼を用いたくい式擁壁</p> <p>第6節 ビン型擁壁</p> <p>4.7.1 コンクリート・クリッピン</p> <p>4.7.2 グラン</p> <p>第5章 石積およびブロック積</p> <p>第1節 石積およびブロック積</p> <p>第2節 石材の加工</p> <p>第3節 石積の方法</p> <p>第4節 ブロック積の方法</p> <p>第5節 石積およびブロック積の基礎</p> <p>土留石積およびブロック積</p> <p>第5章 斜面のための土留</p> <p>第1節 斜面防護のみを用いた場合</p> <p>6.1.1 モルタル吹付</p> <p>(1) モルタル吹付</p> <p>(2) のり面保護のためのシュートクリート工法</p> <p>6.1.2 アスファルトのり面防護法</p> <p>6.1.3 プラスチック・ソイルセメント吹付</p> <p>6.1.4 播種工</p> <p>(1) 種子吹付工法に併用する格子枠ブロック工</p> <p>(2) 新日式 (東興式) 急速緑化たね吹付工</p> <p>(3) 播種工 (流亡防止のためのセシイの使用)</p> <p>6.1.5 ビニールシートによるのり面防護・山留</p> <p>第2節 のり面防護とウエルポイント</p> <p>6.2.1 地下事前低下工法の機構</p> <p>6.2.2 地下事前低下工法の基本</p> <p>6.2.3 公式</p> <p>6.2.4 地下事前低下工法の設計および施工管理</p> <p>6.2.5 ウェルポイント工法の設計施工例</p> <p>第3節 箱枠工法による土留施工</p>
--	--	---

新しい仮設工事の設計と施工 八島忠編著

B5判 530頁上製 定価 3,600円 千150円

近代図書株式会社

東京都千代田区九段1丁目22番
電 (263)3871-3872 (261)5818-5819 振替 東京23801 番