

Papadakisの方法に拠る日本の気候的な乾燥・ 湿潤への一考察

星野, 恒夫 / HOSHINO, Tsuneo / SATO, Norihito / 佐藤, 典
人

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

47

(開始ページ / Start Page)

61

(終了ページ / End Page)

68

(発行年 / Year)

2015-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00010804>

Papadakisの方法に拠る日本の気候的な乾燥・湿潤への一考察

佐藤 典人・星野 恒夫

キーワード：乾燥と湿潤，日本，パパダキスの方法。

Keywords : arid and humid climate, Japan, Papadakis's method.

I はじめに

われわれ人間の日々の生活や植物の生育にとって気候環境は大きな比重を占めている。この気候環境を構成する要素の中で、とりわけ重要なのは一般的に考えて、温熱を示す気温、乾燥・湿潤に関わる降水、それに大気運動、つまり風と想定される。もちろん、個々の気候要素が相互に関連性を有していることは当然である。加えて、本来の気候とは、これら気候を構成する要素の総合を意味している。がしかし、これらの要素を一括して掌握した上で有りのまま表現するのは、現実的に極めて困難である。かくして、個々の気候要素単位で捉えた後に、それらの組合せや統合を指向する手順が模索される。

ところで、植物をはじめとする生物にとって、降水は自然界から付与される、言わば食べ物に相当する。これを生育に必要なエネルギーに変換するのが温熱条件と考えられる。しかるに、先の気候要素の中で、気温とともに降水の多寡が植物にとって大きな意味を保持している。と同時に、その年間配布も無視できない。何故ならば、植物の成長は気温の高い時期に促進されるものの、それと同じタイミングで降水に恵まれるか否かが、肝要だからである。かくしてこの両者の年変化における季節的な一致、不一致こそが、植物の生育条件や生育可能な種類を大きく左右する。周知のように、不一致の象徴が地中海性気候区とそこに生育する植生とも言える。

このような視座に立脚して、植物にとっての乾燥・湿潤の問題に関し、アルゼンチンの農学者・Papadakis (1966, 1975) の提示した¹⁾ 作物生態学的方法に依拠して、その観点から若干の追究

を試みるのが本稿の狙いである。なお、この解析に求められる気候要素とその観測値の制約から、ここではまず日本列島を対象にして報じたい。

II 従来の乾燥・湿潤に関する研究の概要

気候学的な視点からの乾燥・湿潤に関するこれまでの研究には、気候分類の研究と並行して多くの先人による報告がある。そのすべてを詳述することは、限られた紙幅では不能ゆえ、本稿と関連性のあるいくつかを選出して説述するに留めたい。

学問としての気候学の発達、ないし『気候』への見方の進展とともに、この主題に関する接近の術も変容してきている。当初は、限られた気候値（例えば、年相加平均値などを）を前提に、気温と降水量の比率で乾燥・湿潤を捉えることから始動している（例えば、Linsler : 1869 など）。この背景には、降水の多少が湿潤の度合いを示し、気温の高低は蒸発の大小に置換可能との思考が伺われる。よって、降水量と蒸発量の大小関係を比較する見方とも換言できる。その好例として挙げられるのが、Lang (1915) の雨量因子 (rain factor) である。そこでは、

$$\text{雨量因子}(R) = P(\text{mm}) / T(^{\circ}\text{C})$$

の式が提案されており、この値の40が地球規模の土壌分布から見て、乾燥気候と湿潤気候の境界に該当するとした。

これに続いて、Martonne (1926) も乾燥指数を案出した。この指数は次の式から算出される。即ち、

$$\text{乾燥指数}(I) = P(\text{mm}) / T(^{\circ}\text{C}) + 10$$

である。その上で、この式から求められる20を乾燥限界と定めた。自明のように、先の雨量因子で

は、気温の値が負になればこの雨量因子の値が無
限大になるため、その難点を回避したのがこの乾
燥指数と言える。それでもこれとて、気温の値
が -10°C 以下の地域では同様の壁に直面する。こ
こに当時としては、年平均気温の値が負、ない
し -10°C 以下を記録する気象観測地点の情報が
乏しかったと瞥見できる。ほぼ時を同じくして、
Meyer (1926) も類似の視点から、年降水量と年
平均の飽差 (saturation deficit) の比を用いた **N**
-**S** 係数を提示し、降水の土壌や植物に及ぼす影
響をこの係数で適切に表現することが可能として
いる。

しかし、年間の気候値に飽きたらず、月単位で
乾燥・湿潤を論ずるべきだとの考えから臨んだの
が Wissmann (1939) である。そこで彼は月単位
で乾燥・湿潤を措定する式として、

$$12n = 20(t + 7)$$

を掲げた。ここで、 n : 月降水量 (mm), t :
月平均気温 ($^{\circ}\text{C}$) を各々示している。この場合で
も、 $t = -7^{\circ}\text{C}$ 以下では、やはり前述と同じ問題
を抱えて値が無限大になる。この難点を改めたの
が Wang (1941) であり、これを北米 (Jätzold:1961)
や世界 (Yazawa:1963) に適用する研究がその後
に続いた。日本の吉良(1945)の**温量指数**(warmth
index) を用いた乾燥・湿潤への思量も同類の延
長上に位置付けられる。

さらにこれらに続いて、Lauer (1952) は**乾
燥月等持続線なる捉え方**を考案して、あるいは
Walter (1958) は**雨温図**と称する図を活用して、
乾燥の度合いや乾燥限界に関して論じている。ま
た、逆の発想から湿潤月の定義を導入したのが
Creutzburg (1950) である。

このように気候的な乾燥と湿潤の画定に焦点を
当てた研究の推移を顧慮すれば、年単位で思慮す
るのか、それとも月別のそれかは別にして、さら
には乾燥・湿潤の境界を画する閾値への客観的な
根拠の付与は何処に求めるのかなどは横に置いて、
提唱された式を概観すれば、奇しくもすべて

$$\text{降水量} = \text{指数} \times (T + \alpha) \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{1}$$

という一つの型式に収斂される。もちろん左辺の
降水量に対して、右辺は気温を介した蒸発量を

示す位置付けであり、その両辺の大小を比較して
いる。

ここで想起して欲しいのは、日本の高校社会科・
地理の教科書に間々、引用されている Köppen
(1918) の気候分類の内容である。そこでは乾季
の出現する季節に依拠して3タイプに分類し、乾
燥・湿潤の気候的な境界を下記の式で捉えている。
つまり、

$$p = 20t \quad \rightarrow \text{夏季乾燥気候}$$

$$p = 20(t + 7) \quad \rightarrow \text{年中湿潤気候}$$

$$p = 20(t + 14) \quad \rightarrow \text{冬季乾燥気候}$$

言うまでもなく、この式は先に触れた①の式
と同型である。それゆえ、Köppen (前掲) もあ
ながち的外れな言説を唱えていたわけでもない。
Köppen (前掲) の一つの卓見がここに伺われる。

このように気候的な乾燥・湿潤の判断には、気
温と降水量の比率をベースに捉えようとする姿勢
が一貫して見える。既述したようにこれは、気温
の高低がほぼ蒸発量のそれに置換できるとの判
断ゆえである。ならば、直接それらの、すなわ
ち蒸発量と降水量の大小で気候的な乾・湿を論
ずるべきとの考えに至る。そこに当時、蒸発量
の気象観測が世界に先駆けて遂行されていたア
メリカ合衆国の Thorthwaite (1931, 1948) の登
場を促した。即ち、それは水収支的な乾・湿を
視野に入れた捉え方である。とりわけ1948年の彼
の報文は、**最大可能蒸発散量** (potential evapo-
transpiration : **P E T**) の概念を導入しており、
いわゆる「Thornthwaite法」として広く知られ
ている内容²⁾なので、ここでは詳細を割愛する。

当然ながらその後、このThornthwaite法の適
否が世界の様々な地域で試行された。その結果、
先の **P E T** の算定式³⁾に関わって、いずれも暖地、
ないし暖候期に **P E T** が過大に評価される反面、
中・高緯度の寒地、または寒候期の乾燥域でその
値が過少に評価される傾向にあるゆえ、ここに一
つの問題が内在すると指摘された。よって、彼の
この方法を熱帯地域や高緯度地方などへ適用する
に際しては留意が伴うとも付言された。加えてま
た、そこでは実験の結果から得られた、植物にと
つての有効な土中水分貯留量を10cm (=100mm)

と見積もっているけれども、それが果たして妥当な値なのかも議論を呼んだ。

そんな中、農学者としての立場からPapadakis (前掲) は、従来の気候分類や気候地域区分に対する見方には、作物生態の特性が考慮されていない点に言及した。その際にPapadakis (前掲) は、作物にとっての気候特性において冬季の寒冷な度合い、夏季の高温の程度、それに早魃とその季節性が大きな意味を保有すると説いている。また、Thorntwaite (前掲) による P E T の算定では、月平均気温と日長効果を意識した日照時間を採用しているものの、とくに前者の値を用いるのは適切でないと述べている。例えば、ある月の平均気温がともに20℃の2地点を下に例示して説明しよう。

地点A：月平均最高気温=30℃。

〃 月平均最低気温=10℃。

地点B：月平均最高気温=25℃。

〃 月平均最低気温=15℃。

この場合に結果として、地点Aの P E T が地点Bのそれをかなり上回って算出される。

このような理由も踏まえて、Papadakis (前掲) は P E T の評価に臨んで大気湿度状態を無視できないとの認識から、それに関わる項目 (= 飽和水蒸気圧) を加味した。具体的には月単位の気候

値を用いた次式である⁴⁾。

$$P E T = 0.5625 (e_{ma} - e_d)$$

ないし、

$$P E T = 0.5625 (e_{ma} - e_{mi-2})$$

なおここで、

e_{ma} : 平均最高気温値に対する飽和水蒸気圧 (hPa)。

e_d : 月平均水蒸気圧 (hPa)。

e_{mi-2} : 平均最高気温値よりも2℃低い気温に対する飽和水蒸気圧 (hPa)。ただし、この2℃を減ずるのは、平均露点温度と平均最低気温との差の平年値に依拠している。

を各々示している。

この式から算出される月単位の P E T (cm) と降水量との比率を彼は湿度指数と定義して、水分状態を表わす指標に据えた。その上で、

$$P \gg P E T \quad \rightarrow \text{湿潤}$$

$$P + \text{土中水分量} \gg 0.5 \times P E T \quad \rightarrow \text{中間}$$

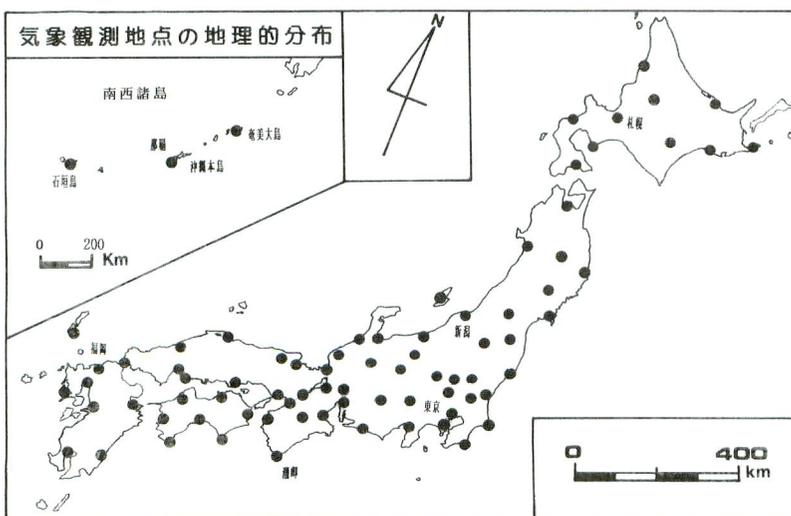
$$P + \text{土中水分量} \leq 0.5 \times P E T \quad \rightarrow \text{乾燥}$$

ただし、ここで土壌の貯留可能な水分量は、やはりThorntwaite (前掲) と同じく10cm (= 100 mm) としている。

よって本稿では、このPapadakis (前掲) の考案した P E T の算出式を用いて、日本列島の気候的な乾燥・湿潤を検討した。

III 結果と考察

後々、日本列島における近年の気候的な乾燥・湿潤と比較・対照する意図から、ここでは、1921～1950年の30年間の月別気候値を使用して、まず最初の10年間に相当する(1921～1930年)期間を検討することにした。観測地点は第1図に示した全国80地点である。



第1図 解析に使用した気象観測地点(80点)の位置(南西諸島を含む)

(1) 年平均P/PET値の概要

このPとPETの比率において、高い数字を示す地点は、新潟県高田の6.0を最大として、金沢、敦賀、伏木、寿都、福井、秋田などの日本海側に多い。それ以外では、八丈島の5.2が目につく。また太平洋側でも、室戸岬や潮岬、それに房総半島の南部ではこの値がやや高い傾向にある。

一方、逆にこの値の低い場所は、甲府の1.2を筆頭に、値の低い順に岡山、前橋、長野、松本、帯広、福島、熊谷、多度津などである。つまり、関東平野の北西内陸域や内陸盆地、それに道東や瀬戸内地方などが続き、これらの状況は概ね納得できる。なお、この年平均値で1.0を下回る地点は現出していない。

(2) 月別P/PET値の年変化

この年変化では、太平洋側と日本海側とで極めて対照的な推移傾向を示している。すなわち、前者では極小値が冬季(12, 1月)に出現する一方、梅雨期(6月前後)と秋霖期(9月)に極大が現れている。しかもこれらの極大期を分断する形で8月の盛夏に一時的な極小を挟む点が特徴的である。これに対して後者では、極大が冬季(12, 1月)に現れて、極小は6~8月に現出している(第2図)。

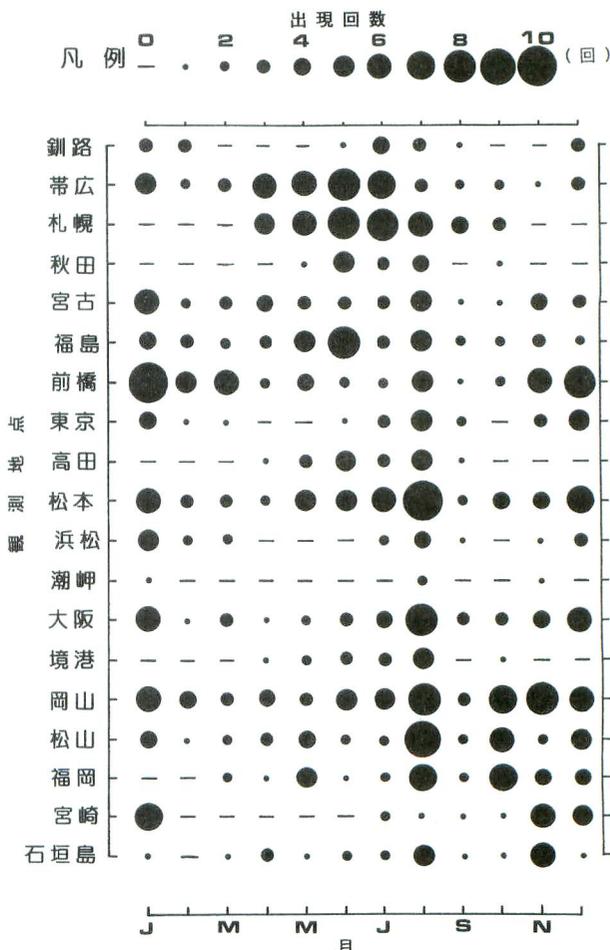
太平洋側と日本海側の双方から気候的な影響が及ぶ可能性のある内陸域に着目すると、いずれか一方の年変化傾向を明瞭に示すには至っていない。それでも、山形、会津若松、高山、彦根などは日本海側の地点に類似した年変化を示し、室蘭や函館もこれに近い状況にある反面、福岡、下関、厳原などは逆に太平洋側の地点に近似した年変化傾向を示す。

なお、福島、甲府、松本、飯田などの内陸盆地は、この値で2~3月と9月前後に極大を示す点で、上述したタイプとはいささか傾向を異にしている。

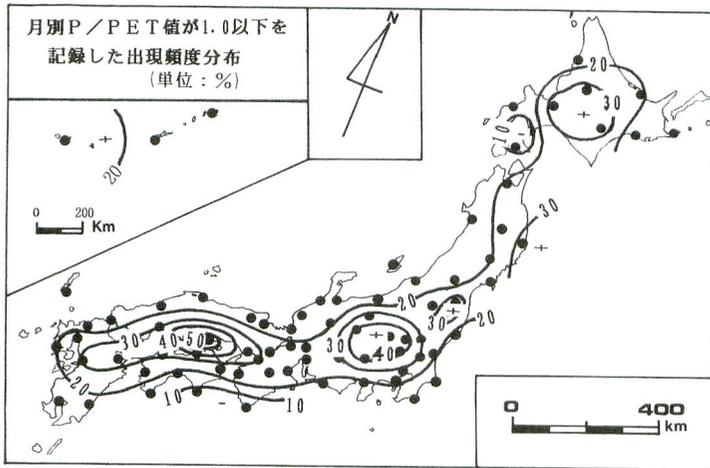
さらに月単位のP/PET値で1.0以下の値が出現している地点とその時期に注目すると、関東平野内陸の北西域では冬季にそれを記録し、夏季には現れない。しかし、瀬戸内

地方では夏季8月と冬季(12, 1月)に、道東や東北地方内陸では6~7月に、それぞれ1.0を下回る傾向にある。それでも土中水分量(=10cm)をすべて使い切ってしまうほどの水不足=乾燥をきたす地点は現れていない。

さらに、対象期間全体を通じて、月別のP/PET値において1.0を下回る月の出現頻度(%)の空間分布を図示したのが第3図である。最も高い頻度を示す地点は岡山である。岡山を包含する瀬戸内地方を核にして、近畿地方から九州の北東部にかけての地域、および北関東から長野県の内陸盆地、さらに福島盆地や三陸地方、北



第2図 任意の地点における月別P/PET値が1.0以下を記録した出現頻度(単位:回)の年変化(ただし、解析対象期間:1921~1930年)



第3図 月別P/PET値が1.0以下を記録した出現頻度(単位:%)の分布

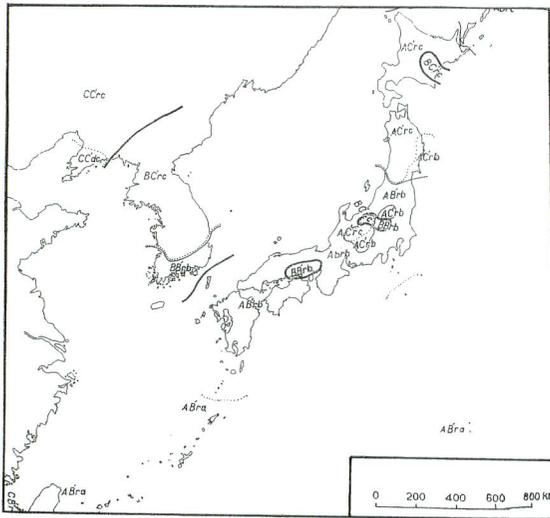
海道の内陸域などで1.0を下回る頻度が高い。もちろん先の第2図と合わせれば、その出現する季節は地域によって異なることは申すまでもない。このような様相は、後述する福井(1957, 1958)のThorntwaite(1948)に準拠した結果に対照すると、列島全体での傾向は類似しつつも細部では異なっている。

(3). 月別のP/PET値の標準偏差と変動係数

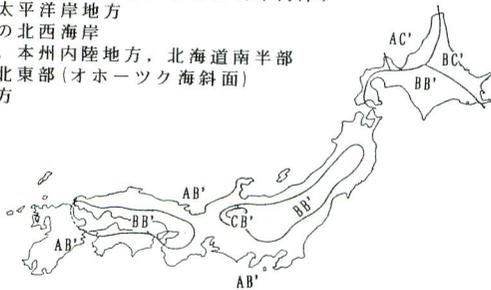
まず標準偏差に着眼すると、青森、八丈島、高田、福井、潮岬、名瀬などで大きな値となり、分散が大きいと言える。逆に帯広、室蘭や盛岡、山形、それに前橋、水戸、甲府、長野の内陸部や内陸盆地、および神戸、和歌山、徳島、松山、大分などの瀬戸内地域や九州東部でこの標準偏差が小さい。

これを日本列島全域の平均値と対比して概観すれば、総じてこの平均を大きく上回る地点で標準偏差が大きく、その値を下回る地点で標準偏差は小さい。しかしながら、秋田と青森、銚子と勝浦、さらには室戸岬と潮岬のように、相互に距離的に近くて、平均値が近似していても標準偏差に大きな食い違い(いずれも後記の地点で標準偏差が大きい)が認められる地域もあって、その背景に関心を抱く。

さらに変動係数と年間の平均値と比較すれば、両者にはほぼ負の相関が識別される。敢えて付言すれば、P/PET値が小さい地点で変動係数が大きく、逆にP/PET値が大きいと変動係数が小さい傾向にある。



- AB' : 本州、九州の太平洋岸、および日本海岸、四国の太平洋岸地方
- AC' : 北海道の北西海岸
- BB' : 瀬戸内、本州内陸地方、北海道南半部
- BC' : 北海道北東部(オホーツク海斜面)
- CB' : 飛騨地方



第4図・上: ソーンズウェイト(1931)に拠る日本の気候地域区分
 [磯崎:1933による]
 ・下: ソーンズウェイト(1948)に拠る日本の気候地域区分
 [福井:1957による]

(4) 日本における他の気候区分との比較

気候的な乾燥・湿潤を通して日本の気候地域区分を試みた先人の研究内容と、本稿の結果と比較することに関心が及ぶ。例えば、Thorntwaite法に依拠した磯崎（1933）や福井（前掲）は、第4図に示したように日本において水不足は生起しないと述べている。そのために、この乾・湿のみに拠る気候地域区分ではなく、他の基準を併用してそれを試みている。つまり、磯崎（前掲）ではT/E指数などを、福井（前掲）では水過剰量の年変化などである。

そこで若干の比較をしてみたい。まず磯崎（前掲）の結果と対比すると、羽幌、網走、寿都などの北海道の地点のP/PET値が、本稿のPapadakisの方法に拠る値に比べてかなり小さい値になって、相違が認められる。これには気温が低下する以上に降水量が少ないと、Thorntwaite法ではPETが小さく押さえられる点が反映されていると推測できる。さらに磯崎（前掲）の内容では、P/PET値の大きな順に、高田、金沢、福井、新潟、敦賀、宮津、八丈島、名瀬、伏木、高知などが列記される一方、小さい値を示す地点は、岡山を筆頭にして順に神戸、長野、前橋、帯広、和歌山、大阪、網走、甲府、多度津、寿都が挙げられている。

また、水分過剰量を併用している福井（前掲）の内容と対比すると、PETの算定式からPapadakisの方法に拠る水分過剰量がThorntwaite法よりも大きくなるはずである。福井（前掲）の用いた詳細な資料が不明な点を加味しても、確かに羽幌と寿都ではPapadakisに依る値が大きい。これはPETが低く押さえられた姿と表裏一体にも見える。また逆に、甲府、飯田、名古屋、鹿児島などでは、Papadakisに拠る値の方が低い値を呈している。

したがって、南北に狭長な島国の日本列島において、主としてThorntwaite法に拠る気候地域区分と本稿のPapadakisの方法を用いた内容とを比べると、より高緯度の北海道を典型に齟齬が識別される。それは相互のPET算定に関わる特性と大きく関連していると推察される。

IV 結論と問題点

作物生態学的な観点から大気の湿潤状態を加味してPETを算出したPapadakisの方法に準拠して、日本列島における気候的な乾燥・湿潤を追究した結果、細部を除けば、Thorntwaite法に基づくそれとの間に際立った差が識別できるとは言えない。ただし、北海道の地点で認識されたように、PETの算定過程に関わる相互の差異が結果にも連関している。

かくして、日本列島程度の空間的なスケールでは、このPET算定における相違が気候的な乾燥・湿潤の差異を明瞭に招来するまでには至らないと言える。ある意味では、もう少し空間的スケールの大きな場合において、初めてPapadakis（前掲）の唱える作物生態的な視座が有効で、かつ不可欠な要素に位置付けられるかと推断される。事実、Papadakis（前掲）が表示した『世界農業気候地域区分』¹⁾の図（矢澤：1989）では、南北に狭長な日本列島ながら、同一の地域として類型区分されている。

本稿では、Papadakisの方法に依拠して日本の気候的な乾燥・湿潤に焦点を照射して若干の考量を試みた。その結果を踏まえて、今後、検討すべき事項がないわけではない。

①. 年間、ないし月単位ながら、このように水収支的な視点から乾・湿を捉えようとする場合、1年間を暦日に則って1~12月という機械的な見方には議論の余地がある。すなわち、自然界の大気現象において水の過剰や不足の傾向が、当該年から翌年の期間に跨がって生起しない保障は何処にも無いからである。この点から暦日を超えて季節現象とその推移を重視する視点の必要性が問われる。

②. 季節によって、とりわけ夏と冬では、同じような気候値を採用したとしても、降水量(P)、ないし最大可能蒸発散量(PET)の比率で捉える水過剰や水不足とその土壌水分の貯留量にとって有する意味合いが異なる可能性も否定できず、この点への更なる考究が求められる。加えて、植物にとって有効な土中水分量を10cm (=

100mm) としている点への客観性の付与が要請される。

③. 気候現象ゆえに平年的な気候値で検討を試みるのは当然ながら、同じ原理・原則に準拠しつつも、各年単位で掌握できる側面もある。よって Russell (1934) の言及する年気候 (climatic year) 的な捉え方を本稿に適用してみる必要がある。

いずれの点に関しても今後の課題として念頭に入れて置きたい。

謝 辞

なお、本研究をまとめるにあたって、気候値の整理とその処理を星野が担当し、それ以外の箇所を佐藤が取り扱った。また、気候値の収集において関係各位の手を煩わしたので、この場を借りて謝意を表する次第である。

注 記

- 1) 今日では、Papadakis の文献の入手が不能なので、講義における矢澤大二の高話内容、ならびに矢澤 (1989) に依拠している。
- 2) 1931年の報文では、降水量と蒸発量の実測値から、降水効果指数 (P-E Index) と温度効果指数 (T-E Index) を考案して、双方の組合せで気候分類を提唱した。また、蒸発量の観測値が欠如しても、この P-E Index の経験式から降水量と蒸発量の比率を算出可能にした。しかし、現実の気象観測では、仮にもっと蒸発する環境にあったとしても、降水量を上回って蒸発量が観測されることは無いし、植物による蒸散作用も加味する必要性が指摘された。そこで1948年には、水が十分に供給された場で、どれだけ潜在的に蒸発散が可能なのかという最大可能蒸発散量 = 蒸発散位 (PET) という概念を提示した。そうして P と PET の大小関係で気候的な乾湿を論ずるべきとの考えに至った。
- 3) 良く知られている最大可能蒸発散量 (PET; 単位 cm) の算定式は、次の通りである。

$$P.E.T. = 1.6 \left(\frac{10t_i}{I} \right)^a$$

なおここで、

t_i : 月平均気温 (°C)

I : 熱指数 ($\sum i$),

$$\text{ただし, } I = \sum_1^{12} \left(\frac{t_i}{5} \right)^{1.514}$$

$$a : 675 I^3 \times 10^{-10} - 771 I^2 \times 10^{-8} + 1792 I \times 10^{-6} + 0.49239$$

- 4) 例えば、日最高気温が29.9°C、日最低気温が23.2°Cであったとする。各々の気温に対する飽和水蒸気圧は、日最高気温の値に対して42.3mm、また、日最低気温に対しては文中で触れている理由から2°Cを減ずるので、23.2-2.0=21.2°Cとなり、それへの飽和水蒸気圧を求めると25.2mmとなる。よって、(42.3-25.2) × 5.625 ÷ 96mm となり、これがこの例の場合のPETの値となる。

参 考 文 献

- 磯崎 優 (1933): ソーンズウェイトの新気候分類とその日本における適用性について、地学雑誌, 45, pp.234~245.
- 吉良竜夫 (1945): 東亜南方圏の新気候区分。京都帝大農学部園芸学研究室。pp.1~24.
- 鈴木秀夫 (1962): 日本の気候区分。地理評, 35-5, pp.205~211.
- 関口 武 (1949): 日本におけるケッペンの気候区。社会地理, 15, pp.12~16.
- 関口 武 (1959): 日本の気候区分。東京教育大学地理学研究報告・Ⅲ, pp.65~78.
- 福井英一郎 (1957): 日本におけるソーンズウェイトの新気候区分。東京教育大学地理学研究報告・Ⅰ, pp.103~112.
- 福井英一郎 (1958): アジアにおけるソーンズウェイトの新気候区分。東京教育大学地理学研究報告・Ⅱ, pp.47~64.
- 前島郁雄 (1969): 気候区分に関する諸問題。関口武編『現代気候学論説』。東京堂, pp.51~72.
- 矢澤大二 (1956): 『気候学』。地人書館, 122p.
- 矢澤大二 (1989): 『気候地域論考-その思潮と展開-』。古今書院, 738p.
- Creutzburg, N. (1950): Klima, Klimatypen und Klimakarten. Pet. Geogr. Mitt., 94, pp.57~69.
- Jätzold, R. (1961): Aride und humide Jahreszeiten in Nordamerika. Stuttgart. Geogr. Stud., 71, 130p.

- Köppen,W.(1918) : Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. *Pet. Geogr.Mitt.*, 64, pp.193~203, pp.243~248.
- Lang,R.(1915) : Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geoloischer Hinsicht. *Intern.Mitt.Bodenkd.*, 5, pp.312~346.
- Lauer,W.(1952):Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zuden Vegetationsgürteln. *Bonner Geogr.Abh.*, 9, pp.15~98.
- Linsser,C.(1869) : Untersuchungen über die periodischen Lebenserscheinungen der Pflanzen.II.Mém. l'Acad.Impér.Sci.St.-Petersb., VII.sér., t.X III.No.8, 87p.
- Martonne,E.de.(1926) : Extension des régions privées d'écoulement vers l'ocean. *Compt.Rend.,Congrè Intern.Géogr.Cairo*,t. 3, pp.25~50.
- Meyer,A.(1926) : Über einige Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa.*Chemied.Erde.* 2, pp.208~347.
- Papadakis,J.(1966) : Climates of the world and their agricultural potentialities. Buenos Aires, 170p.⇒ [注記1) を参照]
- Papadakis,J.(1975) : Climates of the world and their agricultural potentialities. Buenos Aires, 200p.⇒ [注記1) を参照]
- Russell,R.J.(1934) : Climatic years. *Geogr. Rev.*, 24, pp.92~103.
- Thornthwaite,C.W.(1931) : The climate of North America according to a new classification. *Geogr.Rev.*, 21, pp.633~655.
- Thornthwaite,C.W.(1948) : An approach toward a rational classification of climate. *Geogr.Rev.*, 38, pp.55~94.
- Walter,H.(1958) : Klimatypen dargestellt durch Klimadiagramme.*Geogr. Taschenb.* 1958/59, pp.540~544.
- Wang,T.(1941) : Die Dauer der ariden, humiden und nivalen Zeiten des Jahres in China.*Tübinger Geogr. Geol.Abh.,Reihe.* 2, 7, pp.1~31.
- Wissmann,H.von(1939) : Die Klima- und Vegetationsgebiete Eurasiens Begleitworte zu einer Karte der Klimagebiete Eurasiens.*Zeits. Gesel. Erdkd.*, Berlin, 45, pp.1~14.
- Yazawa,T.(1963) : Die Ariditätsdauer und die klimatische Trockengrenze des Ackerbaus in der Welt. *J.J.G.G.*, 35, pp.1~4.