

# 移ろいと人間

## Adaptability to ever changing environment

生活科学部教授

藏澄 美仁

Yoshihito Kurazumi

### 1. 季節の移り変わりと日本文化

季節の節目には節句があり、節供と表現されていた。年中行事として五節供がある<sup>1)</sup>。まず、人日が1月7日となり、七種の節供とされている。七草粥を食べて邪気をはらう風習がある。次に、上巳の節供が3月3日となり、桃の節供や草餅の節供、重三とされている。雛祭りとして親しまれている。3月最初の巳の日であるが、江戸時代に雛祭りとして庶民にも定着して女の子の節供とされた。次に、端午の節供が5月5日となり、菖蒲の節供とされている。5月最初の午の日である。薬草摘みをおこない、摘んだ蓬や菖蒲を門口に飾ったとされている。立身出世を願い、幟や兜飾りをおこなうようになり、男の子の節供とされた。次に、七夕の節供が7月7日となり、笹の節供とされている。たなばたとして親しまれている。牽牛星と織女星の星祭りが浸透しているが、古来あった棚機津女の伝説との類似性から七夕の日として定着したものである。女の子が裁縫や手芸などの上達を願う行事としても各地に残っている。そして、重陽の節供が9月9日となり、菊の節供や重九とされている。菊の花を飾り、邪気をはらい、長寿を祈る風習が中国から日本に伝わったものとされている。宮中では、長寿を祝う節供の中でもっとも公的な性格が強く、

観菊の宴を開いていたが、庶民には浸透せず、定着もしていない。易で陽数の極とされている九が重なることから、目出度い日とされていた。節供の日付をながめると、人日以外は月と日が同じとなり、奇数となっている。これは五節供の発祥の地である中国では、奇数は陽数で、月日の形で重なる日は目出度い日とされていた。

季節を表わす言葉として二十四節気がある。季節の移り変わりを表わす言葉として用いられている<sup>2)</sup>。それぞれの節は、節入りの日から次の節入りの15日程度となる。冬至と夏至の二至と春分と秋分の二分に、それぞれの二至二分を二つにわけると立春・立夏・立秋・立冬の四立となり、筋目として八節がある。そして、八節を三つにわけて二十四節気となる。天保暦を基準とした太陰太陽暦では、太陽が1年で天球上の道筋を通る太陽の黄道上の位置を15度の角度で24等分した黄道の点を太陽が通過する瞬間で決定する定気法となっている。さらに、それぞれの節気を、初候、次候、末候の3つの候に細分して、季節の移ろいを気象や動植物の成長、行動などに模して表わしたものに、七十二候がある。一候が、5日程度と短く、地域差や気候の違いがあるために、あまり利用されていない。七十二候は中国から伝わったものであるが、

日本に伝わってから気候の違いや日本に生息しない動植物などの名前を入れ替えるなどされ、多くの七十二候とされるものが存在している。

一節が15日程度となっているが、これは月の満ち欠けと関係している。朔望と呼ばれており、季節の移り変わりと同様に、変化するものを象徴している。満ちては欠け、欠けては満ちてくるので、栄枯盛衰のたとえにもされていた。物理的には、月が太陽と同じ方向の正面に位置すると、月の陰しか見えないので新月となり、朔と呼ばれる。一方、太陽と反対の方向の背面に位置すると、太陽が照らす明るい半面のみが見えるので満月となり、望と呼ばれる。黄道座標上で月と太陽の黄経の差が0度の時は新月、180度の時は満月、90度と270度の時は半月とされている。この月の満ち欠けは暦の日付と深い関係がある。月の初日は新月で、月の末日は再び新月となっていた。これは太陰暦であるが、太陽暦をとっている現在でも、暦の日付にはズレが生じている。それを意識できるのは、春分の日や秋分の日がずれることである。あるいは、閏年である。新月から満月を経て次の新月までとなる月の満ち欠けは、平均で29.5日となる。平均でと示したが、月の軌道も地球の軌道も楕円となり、月と地球の軌道面が一致していないので、この新月から上弦の月を経て満月となるまでの期間と、満月から下弦の月を経て新月となるまでの期間は、13.9日から15.7日となり、1日を超える差が生じている<sup>3)</sup>。

## 2. 時間の移り変わりと日本文化

月の満ち欠けは、月齢として表わされ、太

陰暦では日付とおおよそ一致する。月齢に合わせて、月に名前がついている。上述の上弦の月や満月も、その例である。三日月や小望月、十五夜、十六夜などに象徴されるように、風情のある呼び名を月の満ち欠けに表わしてきた。月の形状や見える時間帯により多くの呼び名を持つ月であるが、特徴的な呼び名を抽出してみる。月齢が15日頃を望月や十五夜、満月とされている。ここから月齢が23日までの下弦の月までに、立待月、居待月、寝待月、更待月と呼ばれる頃がある。生活環境となるマイクロスケールの環境と時間の移り変わりとの関係を表わしている。立待月は、夕方に月の出をいまかいまかと立って待つ状態を表わしている。月齢は17日頃である。居待月は、立って待つには長すぎるので、座って月の出を待つ状態を表わしている。月齢は18日頃である。寝待月は、臥待月とも呼ばれ、横になって待たないと月は出てこない状態を表わしている。月齢は19日頃である。更待月は、夜が更ける頃に月が出てくる状態を表わしている。月齢は20日頃である。月の満ち欠けと時間の移り変わり、生活行動とが結びついている。

対象となる物理的スケールの環境は大きくなるが、月の満ち欠けと地球環境との結びつきもある。月齢と潮の呼び名である。満潮という言葉が、台風の影響を報じる天気予報の際にメディアにとりあげられている。海が満ちたり干たりする現象は、月と太陽の位置関係により決定される。したがって、月の満ち欠けと潮の呼び名には密接な関係がある。大潮は干満の差が大きな頃を表わしている。小潮は干満の差が小さな頃を表わしている。長潮は干満の間隔が長くて変化が緩やかな頃を

表わしている。若潮は干満の差が大きくなり始める頃を表わしている。

日本の文化的な背景から、月の満ち欠けと季節の移り変わりを考えると、月見という行事がある。月見といえば、中秋の名月である。中秋の名月は旧暦の8月15日となる。旧暦で秋の季節は、7月と8月、9月となる。秋の季節の真ん中は8月となり、真ん中の日は15日となる。したがって、旧暦の8月15日は、秋の季節の真ん中で中秋となる。中秋の名月は、特別な十五夜の月となる。月見には十五夜の月に対して十三夜の月もあり、旧暦の9月13日は、後の月と呼ばれている。十五夜の月と十三夜の月の両方の月見をしないと、片月見とされていた。

月見は収穫祭としての側面がある。中秋の月見は、縁側にすすきやその他の秋の花を飾り、里芋や枝豆、茄子、梨、柿などの野菜や果物と団子を供えていた。定番の供え物から、中秋の名月は芋名月と呼ばれていた。このような添えものから、作物の収穫祭の性格を帯びたものと考えられる。9月の十三夜の月は豆名月あるいは栗名月と呼ばれていた。芋より豆や栗の方が、作物の収穫時期が遅いことからではないかと考えられる。さらには、十日夜の月もあり、旧暦10月10日におこなわれていた収穫祭となっている。十日夜は、稲刈りが終わり、田の神様を見送る行事とされており、月見がメインとはなっていなかった。田の神様の化身とされているかかしにお供えものや、かかしと一緒に月見をしていたとされている。

### 3. 環境の移ろいと日本文化

日本の文化では、環境の変化を季節の移り

変わりとして大きく捉えてきたと考えられる。しつらえを変えることは、季節の移り変わりを感じ、環境の変化を調節することである。室内に季節のものを飾ることや、用途に応じて家具や調度品などを調えることを示していたので、建物としつらえを変えることは深い関係があった。しつらえは室内空間の演出方法である。本来は、宴や儀式などをおこなうハレの日に、室内に調度類を置いて装飾し祝ったことに由来する。上述の、人日の節供の正月飾りや上巳の節供のひな人形、端午の節供の兜の飾りも然りである。室内を、その季節とその空間にふさわしく調えることで、季節の節目や伝統の美しさを日々の暮らしの中で感じることになる。現在の住まいでは、室内の窓から見える景色に合わせて、部屋の雰囲気や調整すること、すなわち、カーテンの素材や色、調度品の位置を変えることになる。日常に、季節を感じ、住まい手にささやかな喜びをもたらすことになる。しつらえは環境を肌で感じることにつながる。

住まいに環境の移ろいをそのまま持ち込むと、そこに住まうものにとっては、屋外環境にそのまま曝されることになる。大きな変動を小さな変動にし、また、変動の時間をずらすことが住まいに求められている。日本の住まいにおいて、家庭内事故で亡くなる人数は、年間を通じてみると、冬期に多く夏期に少ないM字形になっていた。冬期の循環器系の疾患が大きく関与していた。嘗ての住まいは隙間だらけであったが、それは、夏暑くて湿度が高い蒸し暑いことが起因していた。

吉田兼好の『徒然草』第55段<sup>4)</sup>には、『家の作りやうは、夏をむねとすべし。冬は、いかなる所にも住まる。暑き比わろき住居は、

堪へ難き事なり。深き水は、涼しげなし。浅くて流れたる、遥かに涼し。細かなる物を見るに、遣戸は、蔀の間よりも明し。天井の高きは、冬寒く、燈暗し。造作は、用なき所を作りたる、見るも面白く、万の用にも立ちてよしとぞ、人の定め合ひ侍りし。』とある。現代の言葉で示すと、『家の作り・構造は、夏向けを基本とするのが良い。冬はどんな場所にも住むことができる。しかし、夏の暑い時期は、暑さを凌げない悪い住居に住むのは耐えがたいことである。(庭に作る小川や池にしても) 深い流れは、淀んでいて涼しげがない。浅くさらさらと流れる様子が涼しげなのである。室内の小さなものを見る時には、扉を押し上げて開く窓(蔀)より、両開きの窓(遣戸)の方が明るくて良い。天井が高いと、冬は寒くて、夜はともしびの光が届きにくくて暗くなる。家の普請・作りは、(当面は)役に立たない場所を作ったりする方が、見た目にも面白いし、何かの時に色々役に立って良いと、人々が話し合っていたよ。』となる。上から降りそそぐ日差し、雨を防ぐための屋根、側からせまる風、寒暑を遮るための壁、下からの冷たさ、湿気を防ぐための床について述べている。冬の防寒対策はおろそかになり、冬期に死亡事故が多かったのが、日本の住まいであり、住まい方であった。

#### 4. 住まいの移り変わりと人間環境

近年は、省エネルギー行動の高まりで、住まいの質や設備の高度化にみるSDGs的な思考から、地球環境の保全や周辺環境との親和性、住まいの環境の健康・快適性が重視される環境共生へと大きく変化している。1961年には、WHOにより健康的な人間的基生

活要求を満たす条件として安全性(safety)、保健性(health)、利便性(efficiency)、快適性(comfort)という4理念が掲げられた<sup>5)</sup>。近年、地球環境問題の意識が向上し、経済的な持続的発展が重要となり、WHOの安全性、保健性、利便性、快適性だけでなく、地球環境を持続可能なものにしていくという環境持続可能性という新たな軸も入れて、住まいの環境を確立する必要性が高まっている。持続可能性を住まいの環境の範囲で捉えたと、環境持続可能性、経済持続可能性、社会持続可能性の3つの概念に分類できる。環境持続可能性とは物理的な環境について将来の住まいの環境悪化を引き起こさないこと、経済持続可能性とは持続可能性を意識した都市・地域経済発展を進めること、そして、社会持続可能性とは地域社会の文化や歴史性を保全していくことである。

WHOの5つの概念も身近な環境となるマイクロスケールの環境で考えると、身近な環境では保健性や快適性が強く意識される。この環境を体感温度で捉えてみる。体感温度で考えると、建築的な手法の省エネルギー住宅と機械的な手法のエアーコンディショニング装置、住まい方による防暑と防寒で、生理的な温度と感覚的な温度を上げたり・下げたりしている。生理的な温度については、物理的な環境となる気温や湿度、風速、長波長放射、日射により決まる。現実的には、住まい手は、住まい方となる物理的な環境を調整する環境調節行動をとることができる自由度がある。感覚的な温度については、住まい方となる環境調節行動と環境の感じ方が問題となる。

## 5. 環境の移ろいと人体反応

環境調節行動は環境の感じ方に影響を与える。人体は環境への反応に始まり順応、馴化、適応へと移ろう。環境への適応は順応と同義で用いられる場合もあるが、生物学的には、適応は、自然淘汰の結果として、遺伝的に作用した一定の環境に対する生理的反應の範囲内の永続的な耐性をいう。環境条件に適応すると、その環境に幅広く健康に活動でき、生存競争に有利となる。これは、民族差や個人差が大きい。馴化は長い期間を経る間に、形態や生理機能が変化し、常態化されることをいう。環境条件になれて生活し、活動し得る能力を身に付けることになる。環境条件が正常の生活条件の範囲を逸脱した場合に起こる耐性の増強と見做され、生体の防衛反応といえる。馴化は比較的緩徐に発現し、脳や中枢のレベルで起こる反応の低下といえる。一方、順応は数週間以内で生理機能を環境にうまく合わせることをいう。反応は、環境刺激に対するあまり時間遅れの少ない人体反応である。これは、人体の環境刺激の受容器にみられる比較的短時間に発現するものである。順応は感覚器レベルで起こる反応の低下といえる<sup>6,7)</sup>。環境調節行動は、生理的にも心理的にも環境調節が困難になると、環境調節をおこなうために、設備などの力を借りて人工環境をつくることになる。

環境に曝されると、生理的・心理的の反応を移ろわせることにより、環境調節や環境への順応をする。夏期の屋外環境は、地球温暖化やヒートアイランドが起因することで、人体への健康被害や障害が顕在化する。夏期の屋外環境では、人体への短波長日射熱の影響が強く現れ、身体への鬱熱状態が進み熱中症な

ど暑熱障害の危険性が増す。しかし、緑化をすることで生まれる木陰により、屋外環境の気温上昇を抑制する気候緩和効果が熱中症の防御効果にも寄与している。近年は、環境の変化が急激に起こることで、生理的な反応の限度となる閾値を超えて、生理機能が順応する前に熱中症になる事故が、年を経るごとに多くなっている。

劣悪な環境からより快適な環境へと改善を図るためにとる体温調節行動（環境退避行動）を起こす起点は、環境刺激に対する温冷感覚と熱的快適感覚などの温熱感覚が重要である。自立性体温調節機能が低下すると深部温の変動につながり、暑さや身体の鬱熱に対する温熱感覚反応の遅れや鈍りがあると、環境退避行動に遅れが発生する。健康被害を防止するためには、体温調節負荷を移ろわせることが不可欠である。

## 6. 環境の移ろいと曝露環境

環境の感じ方は個人差がある。例えば、環境刺激の受容の違いとして捉えることもできる。周辺環境に対する鋭敏さとして、ノンスクリーナーとスクリーナーというタイプの人間があるとされている<sup>8)</sup>。ノンスクリーナーというタイプの人は、とりわけ自分の世界を大切にする傾向がある。一人になれる場所、周囲も静かで自然の多い場所を好みやすく、ゆっくりと時間をかけて心を回復したいと思う傾向がある。すなわち、感覚過敏な傾向がある。一方、スクリーナーというタイプの人は、自分の周囲が多少でも賑やかで、人に囲まれている状況であるほど、心の安らぎや落ち着きを得やすいとされている。すなわち、周囲に何か刺激がある場所を居場所としやす



い傾向がある。

人間と環境との関わり方に着目すると、人間は潜在的に他の生物や自然への愛情を備え、結びつきを求める本能を生得的に備えているという仮説<sup>9)</sup>がある。これは、**Biophilia Hypothesis**(バイオフィリア仮説)と呼ばれ、人間の幸せは生物として快適かどうかにかなり依存しているのに、人間は長い間に進化が定める幸福のルールに反する生き方を選択してきたせいで、身体本来の機能を弱体化させ、病気がちになっていないかと考えられている<sup>10)</sup>。

**Biophilia Hypothesis**によれば、生存に有利な環境に接した場合には、単にストレスがない状態よりも効果的なリラクセスと疲労の回復がもたらされるとしている<sup>9-11)</sup>。**Ulrich**<sup>12)</sup>は、ある種の自然には人間を癒す効果を持つと主張している。生存に有利な環境に接した場合には、さらに生理的な機能として、単にストレスがない状態よりも効果的なリラクセスと疲労の回復がもたらされるとしている。外科的な手術を受けた患者を対象にして、病室の外の風景の効果を検証している。同じ病院において、同じ病室の手術を受けた患者に病室から樹木が見える群と建物の壁しか見えない群を設け、手術後の入院日数、苦痛や不満の訴え数、そして必要とされた鎮痛剤の量を比較している。いずれにおいても、樹木が見える群の方が見えない群よりも回復の方向に優れていたことが確認されたとしている。住まいと **Biophilia Hypothesis** を関連付けると、海を見渡せるウォーターフロントのマンションは高値で売買され、都心の公園周辺のマンションは軒並み高い人気と不動産価値を持ち、森の中の小路を歩く時や

ビルが立ち並ぶオフィス街で街路樹に囲まれた遊歩道を見つけた時にとる行動が、バイオフィリアの何よりの証拠となる。

環境の移ろいや文化的な背景、環境刺激の受容などが、体温調節行動と結びつき、体感温度を変える要因となる。自然環境から隔絶するような環境に身を置くよりも、積極的に自然環境を取り入れた開放的な環境に身を置くことも必要なことと考えられる。環境を捉える際には環境のスケールが重要となり、身体が置かれる環境に着目して体感温度を考えることが必要となる。

## 7. 屋外環境の物理的刺激と人体反応

屋外環境においては、温熱的な快適性の決定は物理的・生理的な環境要因のみではなく、心理的な環境刺激が重要とされている。室内環境とは異なり、温熱環境刺激のみではなく視覚刺激や聴覚刺激による複合環境による影響を扱う必要がある。文化的背景や暑熱・寒冷環境などへの温熱環境の滞在経験、温熱環境への期待感、行動性体温調節、曝露時間などの温熱環境履歴の影響による温熱的な環境への適応が強く現れる<sup>13-21)</sup>。

夏期の屋外環境では、人体への短波長日射熱の影響が強く現れ、身体への鬱熱状態が進み熱中症など暑熱障害の危険性が増す。皮膚温よりも高い気温の場合には発汗が唯一の放熱経路となるが、湿度が高くなると水分蒸発量も少なくなる。加えて、熱せられた路面は直接触れることができないほど熱くなり熱伝導の影響により体感温度は高くなる。一方、冬期の屋外環境では、人体への気流の影響が強く現れ、身体冷却が加速度的に進み凍傷などの寒冷障害の危険性が増す。身体からの不

感蒸泄により、湿度が低くなると人体の潜熱負荷が大きくなる。加えて、代謝量を増加させ伝熱面積を少なくするなどの体温調節行動をしても、気温が低い場合には体感温度を改善させる効果が望めない。

屋外環境では太陽からの日射と風の流れが強くなり、体感温度に占める影響度が大きくなる。加えて、直達日射熱の影響により地表面地物からの長波長放射熱は不均一な熱放射環境となっており、風の向きや流れの速さは常に変動し、移ろいのある過渡状態となっている。したがって、体感温度を構成する物理的な環境要因による人体反応は室内環境に比較して顕著に大きくなる。

人間が感じる暑さ寒さは、一般的には気温を用いて検討される。しかし、例えば夏期の屋外空間では、太陽からの日射が強くなれば暑く感じ、風が強くなれば涼しく感じ、湿度が高くなれば蒸し暑く感じ、熱せられた路面は直接触れることができないほど熱く感じられる。したがって、気温だけではなく熱放射、対流、湿度および熱伝導という環境要因を加えて人間の温度感覚を考える必要がある。すなわち、人体の温熱感覚と人体の熱収支との関係を明らかにする必要がある。

Kurazumi et al.<sup>21)</sup> は、夏期の室内環境における温熱環境刺激よりも、屋外環境における温熱環境刺激に対する人体の許容限界は高くなるとしている。樹木などの緑で構成する自然景観による視覚刺激は、建物やアスファルト舗装で構成する人工景観による視覚刺激と比較して、温冷感の中立温度が3.5℃程度低くなり、暑熱感覚を緩和させる効果があるとしている。そして、自然景観は、人工景観と比較して、生理量である平均皮膚温が上昇

しても快適感の低下が小さいとしている。都市景観に代表されるようなコンクリートと金属などで構成される無機質な人工要素の景観よりも、樹木などで構成する自然要素の景観の方が快適感の改善には有効であるとしている。

Givoni et al.<sup>20)</sup> や Oliveira and Andrade<sup>23)</sup>、Eliasson et al.<sup>24)</sup>、Nikolopoulou and Steemers<sup>17)</sup>、Nikolopoulou and Lykoudis<sup>19)</sup>、Ishii et al.<sup>25)</sup> らは、屋外環境要因が温冷感に及ぼす要因は気温と風速、日射量であるとしている。Kurazumi et al.<sup>21)</sup> は、夏期の屋外環境要因が温冷感に及ぼす要因は熱伝導と湿度、短波長日射熱であるとしている。そして、人体の快適感に及ぼす要因は気流と熱伝導、湿度であるとしている。屋外環境では太陽からの日射と風の流れが強くなり、体感温度に占める影響度が大きくなる。加えて、直達日射熱の影響により地表面地物からの長波長放射熱は不均一な熱放射環境となっており、風の向きや流れの速さは常に変動し、移ろいのある過渡状態となっている。したがって、体感温度を構成する物理的な環境要因による人体影響は室内環境に比較して顕著に大きくなるとしている。そして、Kurazumi et al.<sup>26)</sup> は、冬期の屋外温熱環境が温冷感と快適感に及ぼす影響要因として、気温と湿度、気流、長波長放射に加え、短波長日射と熱伝導が含まれるとしている。そして、快適感に及ぼす変動要因は気温と湿度、短波長日射、長波長放射、熱伝導であるとしている。したがって、屋外環境においては、物理的な環境刺激と人体反応の関係を検討するには、室内環境を対象とした評価要因に組み込まれていない短波長日射熱と熱伝導の影響を組み込むことが不可欠

であるとしている。

## 8. 屋外環境要因と心理的反応

2015年12月に、国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）において、温室効果ガス削減のための新たな国際的な法的枠組となるパリ協定（Paris Agreement）が採択された<sup>27)</sup>。気候変動による深刻な影響を抑えるために、産業革命前に比べて平均気温の上昇を2℃未満に抑えることを、国際的な合意として世界各国が目指すとしている。さらに、そのリスク削減には平均気温の上昇を1.5℃未満に抑えることが大きく貢献することにも言及している。この背景には、2014年4月の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書<sup>28)</sup>が影響している。温室効果ガス削減に対する対策を何もとらない場合には、地球の平均気温は産業革命前と比較して3.7-4.8℃上昇する可能性が高く、劣悪な屋外温熱環境になる可能性が示されている。

劣悪な温熱環境からより快適な環境へと改善を図るための体温調節行動（環境退避行動）を起こす起点は、温熱環境刺激に対する温冷感覚と熱的快適感覚などの温熱感覚が重要である。自立性体温調節機能が低下すると深部温の変動につながる。暑さや身体の鬱熱に対する温熱感覚反応の遅れや鈍りがあると環境退避行動に遅れが発生する。健康被害を防止するためには、体温調節負荷が人体に及ぼす影響を明らかにすることが不可欠である。地球温暖化やヒートアイランドが起因する都市の温熱環境の悪化による人体への健康被害や障害が顕在化しており、夏期の屋外環境では、人体への短波長日射熱の影響が強く

現れ、身体への鬱熱状態が進み熱中症など暑熱障害の危険性が増す。例えば、緑化をすることで木陰が生まれ、熱中症を防御し、その効果による屋外の気温上昇を抑制する気候緩和効果が希求されている。

前述で、樹木などの緑で構成する自然景観による視覚刺激が環境緩和効果に寄与しているとした。屋外の環境要素としての緑の認知に及ぼす効果は網藤ら<sup>29, 30)</sup>、また、水面の評価については長久保ら<sup>31)</sup>や渡辺ら<sup>32)</sup>、深川ら<sup>33)</sup>が示しているが、緑と水辺を含む景観評価そのものを対象とした定量的なものとはなっていない。

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) は、地球規模の炭素削減目標を達成するには、土地、エネルギー、建物、輸送、都市が持続可能となることが必要としている<sup>34)</sup>。特に、建物は、世界のエネルギー消費に関わるCO<sub>2</sub>が40%程度を占めるとしている<sup>35)</sup>。また、United States Environmental Protection Agencyによれば、米国での空調によるエネルギー消費量は全エネルギー消費量の43%を占めるとしている<sup>36)</sup>。

低炭素社会実現のためには、建物から排出されるCO<sub>2</sub>を削減することは大きな意味を持つ。グリーンビルディングの推進は、建設業界だけではなく世界全体の環境政策にとって重要な課題である。グリーンビルディングは、建物の維持費節減につながり、環境面や経済面の双方に大きなメリットをもたらす。加えて、グリーンビルディングは、建物の利用者の健康や生産性への効果も期待され、人と環境に優しく、持続可能なライフスタイルの実現に向けた中心的役割を担う存在として期待される。エネルギーや環境、人に優しい



グリーンビルディングであるが、既存の建物に対しては、壁面緑化よりも、屋上緑化へのアプローチが容易である。屋上に庭園を設置する手法もあるが、蒸散の効果が期待できる保水の機能と緑化を建物の屋上に求めることが重要である。草丈の低い常緑性の植物をグランドカバーとして用いると、植物の表面温度は気温程度に抑えることができ、建物の表面温度の低減効果がある。さらに、ビルの屋上を草丈の高い植物で覆うと、保水効果が高まることで空調エネルギーの削減の相乗効果が期待でき、建物の表面温度の低減効果を高めることができる。

緑地や河川などが夏期の屋外温熱環境に及ぼす影響は、周辺微気候の環境緩和効果に、緑地および河川によるクールアイランドと風の相乗効果があるとされている<sup>37-42)</sup>。そして、公園の池や農業用のため池などが夏期の屋外温熱環境に及ぼす影響は、水面の直上や池の極近傍では周辺地域と比べて気温が低い傾向が認められるが、その気温の低減効果は究めて限定的な範囲にとどまるとされている。水面の温度が気温よりも高い場合には、水面を風が吹き抜ける池の風下側の気温は高くなる傾向があるとされている<sup>43-45)</sup>。

上述のように、夏期の屋外環境では、人体への短波長日射の影響が強く現れ、身体への鬱熱状態が進み熱中症など暑熱障害の危険性が増す。これを避けるには、日陰に退避し短波長日射の影響を避けることが不可欠である。しかし、熱容量の大きな物体による日射の遮蔽では長波長放射の影響が強くなり環境緩和効果は低くなる。また、気温の低減を図るには、緑地や水面などの自然被覆面が有用である。しかし、水面の効果は水深や水の流

れ、水温が気温の低減効果に影響する。日本は穀物食文化であり、稲作が盛んにおこなわれている。都市部といえども僅かながら水田が残されており、地域による差はあるが、5月から9月にかけて、水田は緑地と水面としての効果が期待できる。

Kurazumi et al.<sup>46)</sup> は、潜在的に過ごしやすい温熱環境であるとする知覚環境が誘引する環境緩和効果が水田にあるとしている。日本で有数の高級繁華街である銀座では、白鶴酒造株式会社が白鶴銀座天空農園として水田を屋上に設置している<sup>47)</sup>。Kurazumi et al.<sup>48)</sup> は、水田の稲の樹冠の広がりが大きく、灌漑水が滞留している水面が稲により覆われている水田は、長波長放射の低減による体感温度への物理的な環境緩和効果に加え、湿潤さをイメージできる視覚刺激により、温熱感覚が改善するとしている。水田は、物理的な環境緩和効果に寄与していることに加えて、緑の景観としての視覚刺激による心理的な環境緩和効果に寄与している。上述に、グリーンビルディングの屋上緑化のアプローチの一つとして、ビルの屋上水田を例示した。ビルの屋上を草丈の高い植物で覆うと、保水効果が高まることで空調エネルギーの削減の相乗効果が期待でき、建物の表面温度の低減効果を高めることができる。稲の視覚刺激が高度な大脳処理による温熱感覚に及ぼす効果といえる。

## 9. 室内環境要因と心理反応

前述で、体感温度に基づいた人間の感覚や情動を複合化・定量化することで、心と身体に優しい環境に向けた探求をおこなえることを示した。都市化された屋外環境では、自然

景観要素を眺める機会も少なく、視野に入る範囲も極めて狭くなっている。樹木などの緑で構成する自然景観要素を室内環境に取り込むことができれば、室内環境の環境緩和効果を高め、エネルギー消費を軽減できる可能性がある。

人体の温熱感覚としての温冷感や熱的快適感に対しても視覚や聴覚などの非温熱的要因が影響するとされている<sup>49-53)</sup>。温冷感や熱的快適感に対して、緑や水などの視覚要因や聴覚要因が影響するとされているが、刺激の有無程度の負荷にとどまり、体感温度による評価もされていない。

日本における夏期の冷房温度を28℃に設定するという省エネルギー的なプロパガンダは、費用や対価を支払っているプライベートな室内環境では、便益や効果が大きくなると考えられる。一方、パブリックな室内環境では便益や効果が小さくなり不満の原因となると考えられる。室温28℃は裸体椅座位安静人体が温熱的に中立な状態を保てる温熱環境である。着衣や姿勢が調節可能なプライベートな建築環境では、体温調節行動により人体と環境との間の熱収支に基づいた体感温度を調節できる。しかし、上述の体温調節行動が困難なパブリックな室内環境では、温熱的に中立な状態を保つには無理な温度設定となる可能性があり、意識の集中や健康被害へ影響を及ぼすと考えられる。設定室温28℃は、集中して軽作業をおこなえる温熱環境とはなっていない<sup>54)</sup>。地球環境に優しく省エネルギー的な環境形成をする行動は容認されるところであるが、対費用効果に応じた環境制御が必要と考えられる。

省エネルギーな観点から Task and Ambient

Air Conditioning System が快適性と省エネルギーを両立し得る次世代の空調システムとして期待されている。人が作業している領域「タスク」と、その周辺の空間である「アンビエント」とをわけて、必要な部分にだけ集中して冷暖房をおこなうことで、全体を効率的かつ快適にコントロールするものである。アンビエント域の空調条件を緩和することで、省エネルギーによるコスト削減を図ることができる。しかし、出入りが頻繁なオフィス環境などでは大きな温度分布が生じる可能性がある。

環境省では、地球温暖化対策のために、国民運動「COOL CHOICE」を呼びかけている<sup>55)</sup>。「COOL CHOICE」は、2030年度の温室効果ガスの排出量を2013年度比で26%削減するという目標達成のために、日本が世界に誇る省エネ・低炭素型の製品・サービス・行動など、温暖化対策に資するあらゆる「賢い選択」を促す国民運動である。低炭素社会実現に向けたさまざまなアクションの一つとして、平成17年の夏から冷房時の室温を28℃にしても、オフィスで快適に過ごせるように「COOLBIZ」を提唱している。「COOLBIZ」は、夏の冷房温度を28℃に設定した際に、快適に過ごすための着衣による体温調節行動である。

オフィス環境における空調の設定温度28℃は、住まいのようなプライベートな空間では環境配慮行動としては成立するが、オフィスのようなパブリックな作業環境では我慢を強いられる可能性は否めない。オフィスの開口部からの植物の視覚刺激が、人体に及ぼす温熱刺激との交互作用を定量的に把握することで、夏期の冷房設定温度28℃を有効

なものとするべく対策が検討されている。Kurazumi et al.<sup>56)</sup> は、室内温度が28℃を超えたやや不快となる温度領域の環境範囲内では、屋外環境における草木などの緑による自然景観要素を視覚刺激とする効果により、温熱感覚が改善するとしている。そして、視覚刺激は、立体的な植生で奥行きが感じられ、温熱環境条件の動的効果が予測される緑被率70%未満の要素が妥当であるとしている。我慢を強いられる可能性の高いやや暑い空調環境でも、草木などの緑の脳刺激が総合的な温熱感覚へ及ぼす効果を明らかにし、積極的に室内環境に草木の緑による視覚刺激を組み込むことの意義を明らかにしている。植物の緑による視覚刺激により、環境に優しい省エネルギー的な環境にすることが可能といえる。

オフィスやリビング環境では、効果的にリラックスをもたらす手法の一つとして床置き観葉植物が活用されている。空調温度がやや不快となる温度域の環境で、床置き観葉植物の緑の脳刺激が総合的な温熱感覚に及ぼす影響が明らかにされている。Kurazumi et al.<sup>57)</sup> は、床置き観葉植物をオフィスのフロアに設置する際には、葉形は丸みがあり葉間密度が低い観葉植物、近景として認知できる4.5m程度までの視線距離、視野に占める緑被率が5%程度以下であることが必要としている。床置き観葉植物による自然要素をオフィスのフロアに取り込むことで、環境に優しい省エネルギー的なオフィス環境にすることが可能であるとしている。

また、オフィスのデスクトップ環境に小型鉢植えの観葉植物の緑の視覚刺激を組み込むことで、夏期の冷房設定温度28℃を有効な

なものとするべく対策が検討されている。Kurazumi et al.<sup>58)</sup> は、小型鉢植えの観葉植物の緑被率が0.75%から観葉植物による圧迫感を受けない緑被率4.67%未満で、温熱感覚の改善があるとしている。身体と観葉植物との距離が相対的に近いために、圧迫感を与えない樹冠の広がりには留意することが必要であるとしている。小型鉢植えの観葉植物による自然要素をオフィスのデスクトップに取り込むことで、環境に優しい省エネルギー的なオフィス環境にすることが可能であるとしている。

## 10. 移ろいと人間

人間の総合的な温熱感覚は、単に物理的な環境と人体との間の熱平衡のみで発現するものではない。視覚刺激や聴覚刺激などによる影響により、高度な脳処理による温熱感覚にズレが生じる。室内における冷房空間では極端な温度設定をされることはなく、やや暑くやや不快、またはやや涼しくやや不快な室内環境となる。移ろいと曝露環境で述べたように、環境刺激をある一定のレベルでコントロールできるタイプの人間もいるが、聴覚刺激は選択的に刺激をコントロールすることが困難である。しかし、視覚刺激は選択的に刺激をコントロールすることができる。したがって、やや不快とされる温熱環境を視覚刺激で緩和させる効果が期待できる。

人間の快不快には環境刺激が中立的となるポイントがある。それを挟んで、通常は、環境刺激と快不快には線形の関係が成立している。環境刺激と快不快において、不快となる環境要因を取り除くことによって快適な環境とすることができる。人間はその快適な環境

をさらに良いものとするための環境要因を探り、快適さを高めようとする。快適さは環境履歴が強く影響し、不快な要因を取り除いたり、快適な要因を取り込んだりすることには、線形の関係がない。快適さは、積極的に求めた結果として到達するものと、環境の移ろいと生理的な反応との平衡状態の結果として到達するものがある。

環境の移り変わりには、瞬時に変化するものと、断続的に変化するものとに分けられる。瞬時に変化するものは滞在環境が突然変化するもので、屋外に出たり室内に入ったりするなどの極端な環境に身を置く状態である。一方、断続的に変化するものは、瞬時の変化を経験した後に、徐々に環境になれていくさまや、空調の温度を徐々に変えたりするさまである。ただし、断続的に変化する早さが重要となる。

移ろうという言葉キーワードとして用いてきたが、消極的な快適さには生理的な反応との関係が深い。ホメオスタシスという身体恒常性が確立する生理量の状態となる環境が、消極的な快適さに到達した環境といえる。消極的な快適さは、環境条件や作業強度、時間経過などにより、血液の循環などの生理機能がほぼ一定の範囲内に保たれ、自律神経系や内分泌系に大きな負荷がかからなくなる状態と、高度な大脳処理による心理的な感覚が総合的に影響している。移ろいを楽しむということを、感性の文化的なものから心理的な感覚というものに変換し、この感覚というものをエンジニアリングをするという物理的なデータへ変換することで、不快な環境要因を取り除いて、環境要因を至適な状態とすることができる。感性から感覚へ、そして、エ

ンジニアリングへと移行する過程には、快適さの範囲や基準が必要となり、人間の情報を把握し、人間を理解することが不可欠といえる。

#### 参考文献

- 1) 鈴木充広 (2005) 暮らしに生かす旧暦ノート. 河出書房新社, 東京
- 2) 別冊宝島編集部 (2013) 旧暦で楽しむ日本の四季, 二十四節気と七十二候. 宝島社, 東京
- 3) 天文年鑑編集委員会 (2019) 天文年鑑2020年版. 誠文堂新光社, 東京
- 4) 島内裕子 (2009) 徒然草をどう読むか. 左右社, 東京
- 5) WHO Expert Committee on the Public Health Aspects of Housing & World Health Organization (1961) Expert committee on the public health aspects of housing. World Health Organization technical report series, 225, World Health Organization.  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/40497>.
- 6) 黒島晨汎 (1981) 環境生理学. 理工学社, 東京
- 7) 中山昭雄 (2005) 温熱生理学. 理工学社, 東京
- 8) Mehrabian, A., Russell, J. A. (1974) An Approach to Environmental Psychology. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, United States of America.
- 9) Fromm, E. (1964) The Heart of Man: its Genius for Good and Evil. Harper &



- Row Publishers, New York, USA.
- 10) Wilson, E. O. (1984) *Biophilia*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
  - 11) Kellert, S.R., Wilson, E. O. (1993) *The Biophilia Hypothesis*. Island Press, Washington, D. C., USA.
  - 12) Ulrich, R. S. (1984) View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420–421.
  - 13) Humphreys, M. (1976) Field studies of thermal comfort compared and applied. *Building Services Engineer*, 44, 5–27.
  - 14) Brager, G. S., deDear, R. J. (1998) Thermal adaptation in the build environment: A literture review. *Energy and Buildings*, 27, 83–96.
  - 15) Nikolopoulou, M., Baker, N., Steemers, K. (2001) Thermal comfort in outdoor urban spaces, Understanding the human parameter. *Solar Energy*, 70(3), 227–235.
  - 16) deDear, R. J., Brager, G. S. (1998) Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. *ASHRAE Transactions*, 104(IA), 145–167.
  - 17) Nikolopoulou, M., Steemers, K. (2003) Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, 35(1), 95–101.
  - 18) Knez, I., Thorsson, S. (2006) Influence of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a square. *International Journal of Biometeorology*, 50(5), 258–268.
  - 19) Nikolopoulou, M., Lykoudis, S. (2006) Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Building and Environment*, 41(11), 1455–1470.
  - 20) Kántor, N., Unger, J. (2011) Benefits and opportunities of adopting GIS in thermal comfort studies in resting places, An urban park as an example. *Landscape and Urban Planning*, 98(1), 36–46.
  - 21) Kurazumi Y., Fukagawa K., Yamato Y., Tobita K., Kondo E., Tsuchikawa T., Horikoshi T., Matsubara N. (2011) Enhanced conduction-corrected modified effective temperature as the outdoor thermal environment evaluation index upon the human body, *Building and Environment*, 46(1), 12–21.
  - 22) Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaacov, Y., Feller, N., Becker, S. (2003) Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 35(1), 77–86.
  - 23) Oliveira, S., Andrade, H. (2007) An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. *International Journal of Biometeorology*, 52(1), 69–84.
  - 24) Eliasson, I., Knez, I., Westerberg, U., Thorsson, S., Lindberg, F. (2007)

- Climate and behaviour in a Nordic city. *Landscape and Urban Planning*, 82(1-2), 72-84.
- 25) Ishii, J., Horikoshi, T., Kurazumi, Y., Nagano, K., Fukagawa, K. (2008) A field survey of thermal comfort in outdoor space. ICB2008 18th International Congress of Biometeorology, Tokyo, Japan, September 22-16, 2008, 1-4.
- 26) Kurazumi, Y., Kondo, E., Ishii, J., Sakoi, T., Fukagawa, K., Bolashikov, Z. D., Tsuchikawa, T., Matsubara, N., Horikoshi, T. (2013) Effect of the environmental stimuli upon the human body in winter outdoor thermal environment. *Journal of Environmental and Public Health*, 2013, Article ID 418742, 1-10.
- 27) United Nations (2015) FCCC/CP/2015/L. 9/Rev. 1. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>.
- 28) IPCC Working Group I Contribution to AR5 (2013) Summary for Policymakers of Climate Change 2013, The Physical Science Basis. [http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf).
- 29) 網藤芳男, 村川三郎, 西名大作, 関根範雄 (1998) 地図指摘法を用いたみどりの認知と評価. 日本建築学会計画系論文集, 506, 31-38.
- 30) 網藤芳男, 村川三郎, 西名大作, 関根範雄 (1999) 緑の多面的機能の評価と緑の構成要素の認知との関係. 日本建築学会計画系論文集, 526, 91-98.
- 31) 長久保貴志, 渡辺秀俊, 畔柳昭雄, 近藤健雄 (1994) 都市住民の意識からとらえた水辺空間のもつオープンスペース効果に関する研究. 日本建築学会計画系論文集, 464, 215-223.
- 32) 渡辺秀俊, 畔柳昭雄, 長久保貴志 (1995) 都市内の水辺空間と居住環境評価の関連性に関する研究 日本建築学会計画系論文集, 468, 199-206.
- 33) 深川健太, 村川三郎, 西名大作 (2008) 市街地に所在するため池に対する周辺住民の意識評価の分析. 日本建築学会環境系論文集, 73(626), 543-549.
- 34) The Intergovernmental Panel on Climate Change (2020) Reports. <https://www.ipcc.ch>.
- 35) U. S. Green Building Council (2020) Benefits of green building. <https://www.usgbc.org/press/benefits-of-green-building>.
- 36) United States Environmental Protection Agency (2020) Indoor Air Quality (IAQ), Health, Energy Efficiency and Climate Change. <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/health-energy-efficiency-and-climate-change#energyIAQ>.
- 37) 村川三郎, 関根毅, 成田健一, 西名大作 (1988) 都市内河川が周辺の温熱環境に及ぼす効果に関する研究. 日本建築学会計画系論文報告集, 393, 25-34.
- 38) 村川三郎, 関根毅, 成田健一, 西名大作, 千田勝也 (1990) 都市内河川が周辺の

- 温熱環境に及ぼす効果に関する研究（続報）. 日本建築学会計画系論文報告集, 415, 9-19.
- 39) 高偉俊, 三浦秀, 尾島俊雄 (1994) 東京江東区における緑地, 河川のクールアイランド形成のための実態調査研究, 都市環境における緑地オープンスペースによる熱的効果(その2). 日本建築学会計画系論文集, 456, 75-83.
- 40) 橋本剛, 堀越哲美 (2003) 名古屋市近郊に位置する庄内川及び新川の海風の「風の道」としての働き. 日本建築学会環境系論文集, 68(571), 55-62.
- 41) 清田忠志, 谷口明, 清田誠良, 中村安弘 (2006) 都市域におけるヒートアイランド現象の緩和対策に関する研究, その1 広島市の都市域における海陸風および風の時間帯での気温の特性. 日本建築学会環境系論文集, 602, 69-75.
- 42) 佐々木登, 十二村佳樹, 持田灯, 渡辺浩文, 吉野博 (2007) 実測調査に基づく東北地方太平洋沿岸部の中小都市における気候形成の実態把握, — “やませ”等の風況および緑被率が気温変化に及ぼす影響の検討一. 日本建築学会環境系論文集, 613, 99-85.
- 43) 石井昭夫, 片山忠久, 西田勝, 林徹夫, 塩平義隆, 堤純一郎, 北山広樹, 高山和宏, 室岡英昭, 大黒雅之 (1989) 都市公園池および周囲市街地における熱環境実測, 一満水時と浄化干拓時の比較一. 日本建築学会大会学術講演梗概集D, 1087-1088.
- 44) 深川健太, 嶋澤貴大, 村川三郎, 越川康夫, 安藤元気 (2006) 開発が進む地方都市の田圃・ため池周辺と市街地の四季を通じた気温形成状況の比較. 日本建築学会環境系論文集, 605, 95-102.
- 45) 深川健太, 村川三郎, 西名大作, 嶋澤貴大 (2008) 市街地ため池周辺における夏季気温の形成. 日本建築学会環境系論文集, 626, 503-510.
- 46) Kurazumi, Y., Kondo, E., Fukagawa, K., Yamato, Y., Tobita, K., Tsuchikawa, T. (2019) Effects of outdoor thermal environment upon the human responses. *Engineering*, 11(8), 475-503.
- 47) 白鶴酒造株式会社 (2020) 白鶴銀座天空農園.  
<http://www.hakutsuru.co.jp/g-nouen/about.shtml>.
- 48) Kurazumi, Y., Kondo, E., Fukagawa, K. (2020) The influence of environmental stimuli upon the human body in summer. *Health*, 12(7), 781-803.
- 49) Rohles, F. H., Bennett, C. A., Milliken, G. A. (1981) The effects of lighting, color, and room décor on thermal comfort. *ASHRAE Transactions*, 87(2), 511-527.
- 50) 松原斎樹, 伊藤香苗, 藏澄美仁, 合掌頭, 長野和雄 (2000) 色彩と室温の複合環境に対する特異的及び非特異的評価. 日本建築学会計画系論文集, 535, 39-45.
- 51) 松原斎樹, 合掌頭, 藏澄美仁, 澤島智明, 大和義昭 (2004) 視覚刺激と聴覚刺激が温冷感覚にもたらす心理的効果. 日本生気象学会雑誌, 40(s), 249-259.
- 52) 村上大輔, 下村孝 (2007) 緑化された屋上の異なる3地点における温熱環境要

素の測定と主観申告実験による快適性の検討. 日本緑化工学会誌, 33(1), 152-57.

- 53) Fukagawa, K., Kurazumi, Y., Yamato, Y., Tobita, K., Hase, H., Han, S., Oishi, H., Cao, Z. (2010) The effect of visual stimulus on thermal comfort, Analysis of the visual factor by experiment. The 7th International Cost Engineering Council World Congress & The 14th Pacific Association of Quantity Surveyors Congress, Singapore, July 23-27, 2010, 1-10.

- 54) 文部科学省 (2014) 公立学校施設の空調 (冷房) 設備設置状況調査の結果について.

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/26/05/\\_\\_\\_icsFiles/afieldfile/2014/05/23/1348060\\_01.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/26/05/___icsFiles/afieldfile/2014/05/23/1348060_01.pdf).

- 55) 環境省 (2016) 気候変動キャンペーン

Fun to Shareと新国民運動COOL CHOICEの関係.

<http://www.env.go.jp/press/102469.html>.

- 56) Kurazumi, Y., Fukagawa, K., Kondo, E., Sakoi, T. (2014) Effects of visual stimuli upon thermal sense under air conditioning in summer. *Journal of Ergonomics*, 4(2), 1-7.

- 57) Kurazumi, Y., Hashimoto, R., Nyilas, A., Yamashita, K., Fukagawa, K., Kondo, E., Yamato, Y., Tobita, K., Tsuchikawa, T. (2018) Effect of visual stimuli of indoor floor plants upon the human responses. *Health*, 10(7), 928-948.

- 58) Kurazumi, Y., Kondo, E., Fukagawa, K., Hashimoto, R., Nyilas, A., Sakoi, T., Tsuchikawa, T. (2017) The influence of foliage plants on psychological and physiological responses. *Health*, 9(4), 601-621.