

令和3年度ジャパンフラワー
強化プロジェクト推進事業関連

屋内緑化マニュアル

光に配慮した新たな屋内緑化の薦め

企画・作成： 有限会社 緑花技研

令和4年3月

全国鉢物類振興プロジェクト協議会

目 次

はじめに	1
1. 植物生育の基本	2
1-1. 光	2
1) 植物生育と光	2
2) 光を測る	2
3) 光源（光の質）－光合成に使われる波長	2
4) 光の強さ	3
(1) 光補光点	3
(2) 光飽和点	3
(3) 光阻害点	3
(4) 植物種、大きさ、形態による違い	3
(5) 耐える範囲と好む範囲、葉焼けする範囲	3
5) 光の持続時間	4
6) 光の方向	4
7) 色の見え方	4
1-2. 累計照度（光合成有効累計照度）と照度係数	5
1) 累計照度の考え方	5
2) 植物の累計照度の考え方	6
3) 累計照度から照度係数への変換の考え方	6
4) 自然光の累計照度から照度係数への変換の考え方	6
1-3. 自然光の累計照度と照度係数	7
1) 自然光の累計照度算出方法	7
(1) 天空率の算出	7
(2) 天空照度の算出	7
(3) 日照時間・日照照度・日照率の算出	8
2) 自然光の累計照度（光合成有効累計照度）と照度係数	9
(1) 自然光起源の累計照度の計算手法	9
(2) 照度係数と照度係数の計算例	9
1-4. 人工照明による累計照度と照度係数	10
1-5. 植物生育に必要な照度係数	10
2. 屋内・バルコニーの環境	11
2-1. 屋外と屋内の植物生育場の根本的な違い	11
2-2. バルコニー	11
2-3. 屋内	12

1) 現況を理解する	1 3
2) バルコニーの方位と光環境	1 3
(1) 方位別屋内の照度係数	1 3
(2) 部屋別の状況と植物選定の留意点	1 6
(3) 屋内の部屋の向きによる自然光の照度係数	1 8
(4) 屋内の人工光による照度係数	1 8
3) 補光	1 9
(1) 光量不足の対応策	1 9
(2) LED ランプの例	2 2
2-4. 屋内のその他の留意点	2 3
1) 空気組成	2 3
2) 風	2 3
3) 温度	2 3
(1) 高温	2 4
(2) 低温	2 4
(3) 温度変化、温度差	2 4
4) 湿度	2 4
5) 屋内環境の課題と対策	2 5
3. 植物	2 6
1) 植物の特性	2 6
(1) 基本的形態	2 6
(2) 年間形態	2 6
(3) 植物の形状	2 6
(4) 環境耐性	2 7
2) 植物の種類	2 8
(1) 観葉植物	2 8
(2) 屋外植物 (草花)	3 0
(3) 屋外植物 (樹木)	3 0
(4) 多肉、シャボテン類	3 0
(5) ラン類	3 0
(6) エアープランツ類	3 0
3) 植物の選定	3 0
(1) 植物購入時のチェックポイント	3 0
(2) 植物種のチェック	3 1
(3) 鉢のチェック	3 1
(4) 栽培システムのチェック	3 1

4. 栽培資材	3 1
1) 土壌（培地）	3 1
（1）土壌（培地）に要求される項目と数値	3 2
（2）自然土壌（多少の加工を含む）の特性	3 3
（3）培地の特性	3 4
（4）園芸用土の特性	3 6
（5）土壌改良材	3 6
（6）排水資材	3 8
（7）土壌・培地等資材の環境問題	3 8
（8）水	3 9
2) 栽培システム（資材紹介を含む）	3 9
（1）通常鉢植え	4 0
（2）底面給水鉢植え	4 2
（3）ハイドロカルチャー（湛水灌水）	4 3
（4）テラリウム、アクアテラリウム、アクアリウム、パルダリウム	4 3
5. 植物を育てる	4 4
1) 環境整備	4 4
（1）加温・加湿	4 4
（2）通風	4 4
2) 水やり	4 5
（1）タイミングの判断（資材紹介を含む）	4 5
（2）水の量	4 6
（3）受け皿の水処理	4 7
（4）留守中の水やり（資材紹介を含む）	4 7
（5）葉水かけ	4 8
（6）栽培方式、植物種類別の水やり	4 8
3) 肥料	4 9
（1）肥料の種類	4 9
（2）肥料の与え方	5 0
（3）土壌洗浄	5 0
4) 病虫害	5 1
（1）病気	5 1
（2）害虫	5 2
5) 剪定	5 2
6) 植替え	5 4
（1）鉢と植物体のバランス	5 4
（2）植え替え用資材	5 4

(3) 土壌 (培地)	5 4
(4) 植替え作業、株分け	5 4
(5) スリット土壌交換	5 5
7) 装飾 (資材紹介含む)	5 5
(1) 化粧鉢	5 5
(2) 鞆鉢 (鉢カバー)	5 5
(3) 土壌表面処理 (マルチング)	5 6
(参考資料)	
最低照度係数によりグループ区分した植物の特性一覧	5 7

屋内緑化マニュアル

光に配慮した新たな屋内緑化の薦め

はじめに

「家庭とは家と庭で構成されている」と、かの高名な建築家のコルビジェがいていた。人が暮らす空間には庭が不可欠であるといえるが、都市に住まう人は、種々の都市特有のストレスにさらされており特段にそのスペースが必要なはずである。

日本の人口の約7割が都市に住む時代であり、都市の高密度化はさらに進むと考えられる。また、戸建て住宅ではなく集合住宅（ここではマンションと表現する）で暮らす地上部での庭を持たない人が増加している。マンションにおいて植物を栽培できる場所はバルコニーと室内に限られてくる。

都市の屋外環境は悪化の方向に進んでおり、人の暮らす空間の快適性を向上させるため、最も身近なバルコニーと室内の環境改善が要求されている。身近な環境は、温度・湿度等の生理的環境面だけでなく、心理的環境の改善も合わせて行うことが求められる傾向にあり、緑の植物による環境改善の方策が見直されつつある。屋内で執務する人々に対するテクノストレス解消等の効果、生理・心理効果についても、関係者の努力により認められつつある。

屋内空間は基本的に植物の生育環境が屋外と大きく異なる場所である。第一に、植物が生存・生育するための光合成に必要な光が極端に少なくなることであり、第二には、雨水が完全にシャットアウトされる事である。第三には、温度・湿度が自然環境とは大きく異なる点であり、第四には、自然の風が入らず場所により空調等の風が常に当たるか、反対に隅等で空気が殆ど動かない事である。屋内空間ではごく近くで植物に接することになり、植物の生育がおもわしくない場合、嫌悪感さえ与えかねないため健全な植物生育が要求される。このような状況の中で良好な植物生育を確保するには、正しい知識と技術が不可欠であり、それなりのメンテナンスが必要になる。近年、人工照明としてのLEDの開発が急激に進み人工照明による植物栽培も容易になってきている。

バルコニーは屋外と屋内の中間領域であり、屋外、屋内の両者を兼ね備えた空間でその要素の強弱で植物栽培の手法は変化してくる。またマンションのバルコニーは個人所有空間であるが避難経路等共有使用空間でもある、また、転落、飛散等の問題も発生する。

本書では自然光による時間、季節、天候、建物で変化する1日の光量を、人工照明（ランプ）での照射（10時間）と同等の光量として算出する「照度係数」という考え方をを用いて解説を試みている。

本書が、マンション等のバルコニーと屋内の緑化にかかわる様々な分野の方々の手引きとして活用され、緑化が広く普及推進されていくことを願います。

1. 植物生育の基本

1-1. 光

1) 植物生育と光

植物の生育と光との関わりは、光エネルギーとして作用する光合成と、信号として植物に作用する光形態形成の2つの作用に分けられる。

光合成はクロロフィル(葉緑素)の存在下で、光エネルギーを利用して炭酸ガスと水から有機物を合成し酸素を放出する作用である。光合成は光化学反応でもあるため、光合成に有効な波長の光とその強さ、その持続時間によって決まる。この光合成の産物により植物は生育することができる。

2) 光を測る

光条件を考慮するには、光を測ることが重要である。光の強さ(量)の基準には、放射束: W (ワット)、光束(ルーメン): lm、放射照度: W/m^2 、照度(ルクス): lux、光合成有効光量子密度(PPFD): $\mu mol/m^2/s$ がある。人が見る(感じる)光強度は照度(ルクス): lux であり、植物が光合成を行うための光強度は、光合成有効光量子密度(PPFD): $\mu mol/m^2/s$ である。

照度と光合成有効光量子密度は共に光の波長域およそ 400~800nm の範囲であり、それぞれの感度は異なるものの比較・換算は可能である。ここでは、建築、造園分野及び一般の人では PPFD は理解が難しいためもあり、現地で確認も可能な照度を用いている。PPFD の測定器は非常に高価であり、反対に照度計は安価で無料のアプリもある。

3) 光源(光の質)－光合成に使われる波長

自然界における光源は太陽であり、植物生育に必要なすべての波長(スペクトル)を持っている。しかし、植物の生育に関しては必ずしも太陽光である必要はない。光合成においては、光化学反応に必要な波長約 400nm(紫)から約 700nm(赤)までの光が、光合成を行なえる強さで一定の時間、葉に当たれば人工光であってもよい。光合成の効率が良い光の波長は 450 nm (青)と 660 nm (赤)付近である。

人の視覚感度は緑(550 nm付近)をピークとし植物が利用する 450nm、650nm 付近の感度は劣る。植物があまり利用しない緑の光は透過するか反射する部分が多いため、植物が緑に見えることになる。

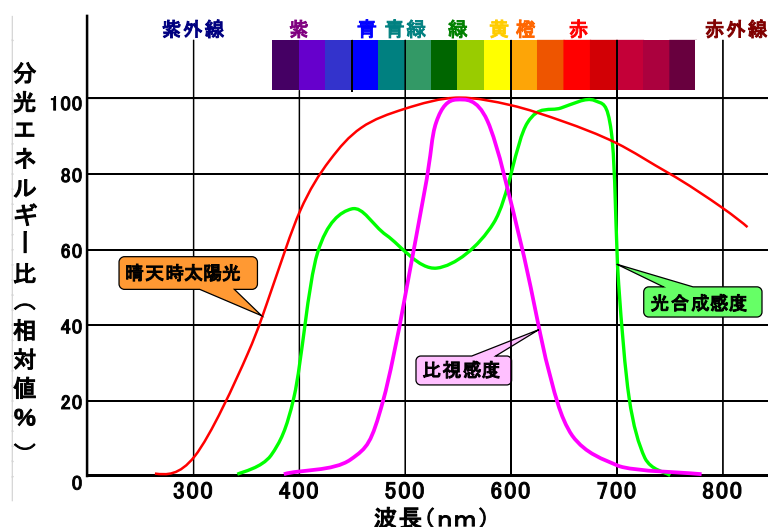


図-1 太陽光と植物の光合成利用度、人の視覚感度

4) 光の強さ

(1) 光補償点

植物は、光合成により水と炭酸ガスから炭水化物を作り出して生育している。光が弱くなると光合成量が少なくなり、ついには葉が吸収する炭酸ガスの量と植物の呼吸によって放出される炭酸ガスの量が等しくなる。この点の光強度を光補償点と呼ぶ。光補償点より低い光強度では光合成量が負の値になり、植物はその体に蓄えていた養分を使いながら生存するが、蓄えがなくなれば枯死する。光補償点以上の光であっても、光量が少ないと生育が悪くなり病虫害に掛かりやすくなるため、植物が良好に生育するためには最低限必要な照度とその継続時間を検討する必要がある。その場所の光量（強さ×時間）を的確に予測し、補助光等の対策をとることが大切である。

(2) 光飽和点

光強度の増加と共に光合成量は増加するが、ある光強度で飽和状態になりそれ以上の光強度でも光合成量が増えなくなる。この時の光強度を光飽和点と呼ぶ。光補償点や光飽和点は植物の種類によって異なるだけでなく、同じ植物でも生長段階によって異なる。さらに、植物体の形状、群落で考えた場合、相互の葉の重なり具合等で飽和点は大きく異なってくる。

(3) 光阻害点

光強度が飽和点を越えさらに増加すると、葉焼け等を起こし生育が悪化するようになる。その点を光阻害点と呼ぶ。土壌の水分状態によって左右されるが、本来的に日陰地に生育している植物種で起こる可能性がある。しかし、屋内では生育阻害を起こすような光強度を確保するほうが難しい。

(4) 植物種、大きさ、形態による違い

多くの植物は、光の強弱により葉の内部構造、大きさ、葉や枝の角度等を変化させる機能があり、これによって生育する場所の光強度にある程度順応することができる。

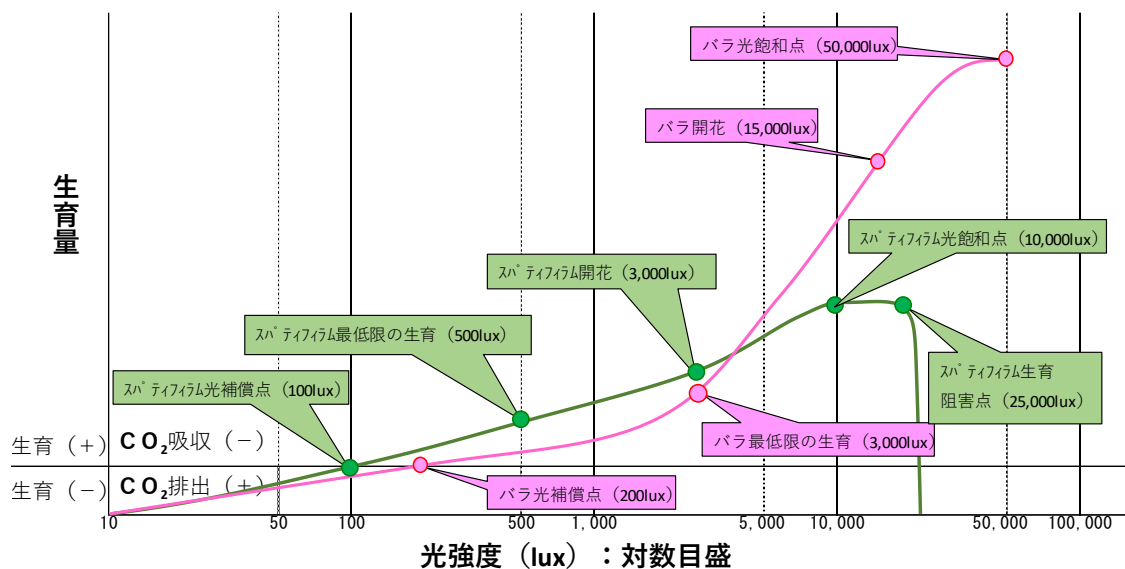


図-2 光強度と植物の生育量

(5) 耐える範囲と好む範囲、葉焼けする範囲

植物生育には、光補償点以上の光が必要であるがこの点は生死の境でありもう少し強い光があつて初めて永続的な生育が可能となる。生育に最低限必要な光強度は幾つかの文献に見られるが、市販されている手引書、図鑑等には記載されてはいない。光飽和点以上の光はエネルギー的には無駄になってしま

うため植物生育上好ましい範囲の最大値が飽和点といえる。また、陰地性の植物では強すぎる光では葉焼け等で生育が悪くなってくる（生育阻害点）が、植物種の違いだけでなく温度・水分状況によって大きく異なってくる。

5) 光の持続時間

植物の生育に不可欠な光合成量を確保するには、光の強さだけでなくその持続時間も重要である。屋外においては北緯 35 度付近の場合冬至で約 10 時間、春・秋分で 12 時間、夏至で約 14 時間である。

人工光で植物を育てる場合、植物により 16 時間以上の光照射では生育が悪くなるものがあり、まだ個々の植物すべてについては解明されていない。多くの観葉植物、及びほとんどの植物の苗物は、24 時間照射しても生育が良いと言われるが、落葉高木等では 16 時間以上の光照射は生育悪化に繋がる。従って観葉植物では昼間、人の活動に必要なだけの光強度の光を当て、夜間人の居ない時間に、光合成ができる光強度の光をあてて生育させることも可能である。

6) 光の方向

自然光は空全体から入射する天空光と太陽が照っている場合のみに得られる太陽光がある。室内への自然光入射は、開口部、ガラス面の位置、季節により大きく異なる。また、ガラス面の方位によって、太陽光の入る時間帯及び長さが異なり、北面では太陽の直射光はまったく入らない。太陽光は、季節、時間により太陽の通る軌道の仰角が異なり屋内では庇や屋根により遮られるため太陽が当たる時間を算出する。

室内では、光の入る方向が限られる場合が多く、植物は光の来る方向に向かって伸びたり、その方向にだけ枝葉を繁らせたりする。

7) 色の見え方

光は、発光源により特有の色温度（図-3 発光光源とその色温度）がある。人が色の違いを感じるのは、光の波長の違いを目で識別し脳が色々な色として感じるからである。光が物体に当りそこから反射してくる光の波長の組合せにより、物体の色が決まってくるが、物体に当る光そのものの波長が異なれば、当然見える物体の色も変化してくる。したがって、物体を照射する光の波長毎の量が重要となる。直射の太陽光においても、朝・昼・夕で異なるし、太陽光と天空光も異なる波長の組合せとなるが天空光と太陽光の光合成効率は大きな差はない。人工光においては、ランプの違いにより色の見え方は大きく異なり、さらに光合成効率も異なってくる。蛍光灯では、白色、昼光色、電球色等で色の見え方は異なる。LED ランプでは、発光方式の違いで光合成効率（各波長ごとの比率による）が異なる。

色温度(K)	光の色	光源(対象物)
12,000		快晴の北の空
10,000	青味がかった光色	晴天
9,000		もやの多い空
8,000		クール色蛍光灯
7,000		曇天
6,000		昼光色の蛍光灯
5,500		平均正午の太陽光
5,000	5,300K	昼白色相当のLED電球、3波長形昼白色の蛍光灯
4,500	白っぽい光色	白色蛍光灯ランプ
4,200		蛍光水銀灯
4,000		白色相当のLED電球、マルチハロゲン灯(SC形)
3,800		3波長形白色の蛍光灯
3,500	3,300K	セラミックメタルハライド灯
3,000		日の出および日没前、3波長形電球色の蛍光灯
2,800		100Wの電球、電球色相当のLED電球
2,600		高圧ナトリウム灯
2,500		60Wの電球
2,000	赤味がかった光色	灯油ランプ
1,000		ローソクの明かり

図-3 発光光源とその色温度 (電照栽培の基礎と実践 2014 久松完 監修 (株)誠文堂新光社)

(トコトンやさしい光の本 2011 谷腰欣司 日刊工業新聞社) より作成

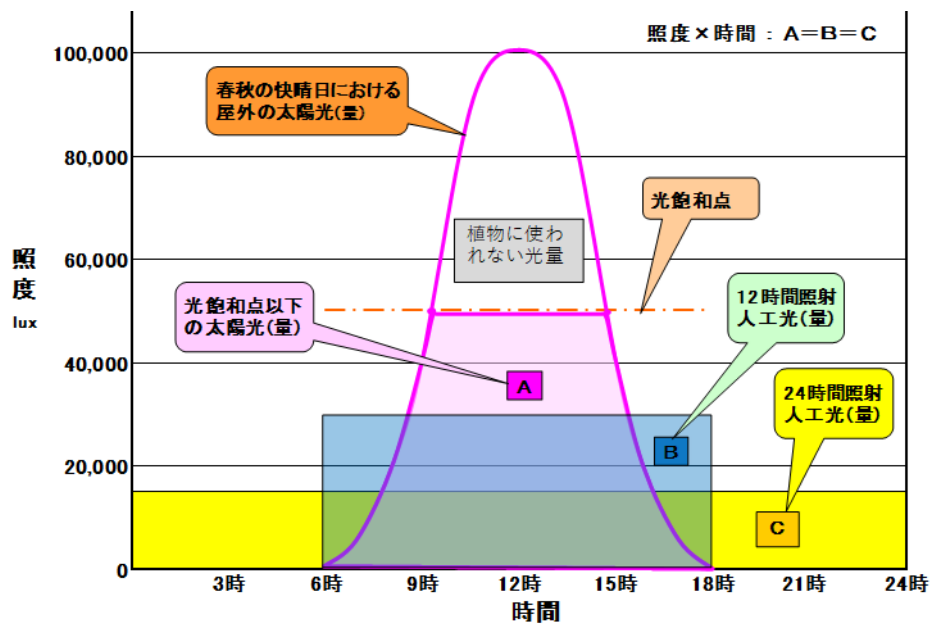
1-2. 累計照度(光合成有効累計照度)と照度係数

時々刻々変化する太陽光について、入射する光の質、強さ、時間及び晴天日・曇天日などを、植物の光合成に有効なエネルギー量として総合的に捉える手法として累計照度の考え方を導入した。さらにその累計照度の表示方法を数式化し照度係数として表すこととした。また、植物においても同様に必要累計照度を数式化し、照度係数で表すことで、自然光起源の光と植物が必要とする光を同一レベルで比較することを可能とした。

1) 累計照度の考え方

植物生育における光合成は化学反応であり、光の強さと継続時間により光合成の生産物量が規定されるため、植物生育は光の強さ×継続時間が重要である。その総量が多いほど植物の光合成量が増加し生育がよりよくなることから、光の強さ(lux)×時間(h)による累計照度により生育量が決まるとの考えを導入した。

光補償点が5万luxの植物で考えてみると(図-3)。Aは自然光があたる場合で、実際の光合成に使われる光飽和点以下の強さの光が6時から18時まで当たった時がピンクの面積(=累計照度)になる。Bは3万luxの光(人工光)を12時間当てた場合で青色の面積(=累計照度)になる。Cは1.5万luxの光(人工光)を24時間当てた場合で橙色の面積(=累計照度)になる。A、B、Cの面積(=累計照度)が等しい場合、1日に行われる光合成量は同じになるので、植物は同様に育つという考えである。



A : 光飽和点以下の照度 × 時間の光総量 B : 人工光を 12 時間照射した光総量

C : 人工光を 24 時間照射した光総量 A = B = C となる

図-4 光強度（照度）× 時間の等量値の考え方模式図

2) 植物の累計照度の考え方

本書では筆者の経験、知見から光補償点より少し強い光が 1 日 10 時間当たれば枯れずに育つと考えて、(光補償点より少し強い照度「lux」) × (10 時間) の値を、植物生育に最低必要な目安となる数値（最低必要累計照度 hlux）として提案する。同じく植物が開花したり、旺盛な生育をする場合も同様に累計照度 hlux としてとらえ表すこととした。

3) 累計照度から照度係数への変換の考え方

現在、幾つかの資料に最低必要照度、飽和照度が記載されており、これらと異なる数値を新たに提示することは混乱を招くため、これらの数値が使える表示方法を検討した。

植物生育において必要とする累計照度 hlux（最低必要累計照度、開花に必要な累計照度、旺盛な生育に必要な累計照度、飽和累計照度）を数式化すると必要照度 $1\text{lux} \times 10\text{時間}$ となるためこの必要照度を照度係数とした。

植物生育において最低必要累計照度は、光補償点より少し強い照度「lux」・10h＝最低必要累計照度となるため、この照度係数を「最低生育照度係数」と呼ぶ。

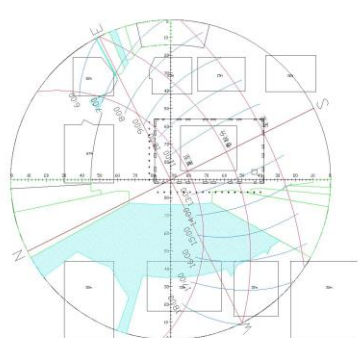
最低生育照度係数 5000 lux の植物の場合は、500 lux のランプを 10 時間照射した場合生育可能な植物ということになる。

4) 自然光の累計照度から照度係数への変換の考え方

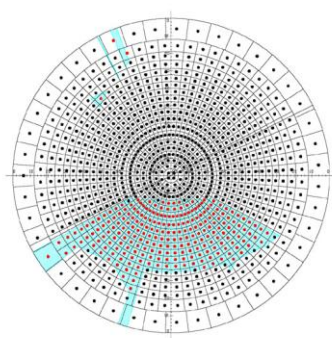
自然光起源の 1 日の累計照度も植物に合わせた係数を含む計算式にし、係数を 10 時間の平均値（自然光累計照度/10h）とすることで、自然光と植物の生育に必要な光量を相互に比較することが可能になる。

1-3. 自然光の累計照度と照度係数

自然光による累計照度算出には天空図か天空写真が不可欠である。天空図は建築設計図の平面図と立面図から作成した地平線より上部の半球である。天空写真は魚眼レンズにより地平線より上部の半球を撮影したものである。どちらも測定地点の測定高さにおける地平線より上を見た全天（円周 360 度、天頂までの仰角 0 度～90 度）の様子を表す図である。すなわち、測定点から上部を見上げた時に見える全周囲の状況を 1 つの写真・図に表すものである。



A3

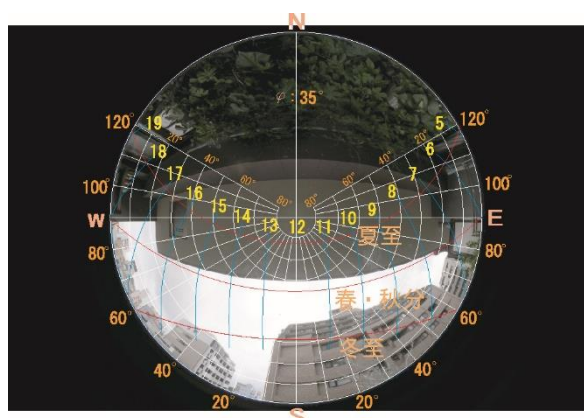


A3
天空比 22.9%



図-5 作図による日照時間、天空率の算定事例

写真-1 180 度等距離射影魚眼レンズでの撮影)



天空写真に太陽軌道図を被せた図



天空写真天空率算定図

図-6 天空写真での解析例

1) 自然光の累計照度算出方法

(1) 天空率の算出

天空図・写真に天空率算定図を重ねる。建築物等で遮られていない、天空部分にある点の数を数えて 1 点を 0.1% で計算した数値が天空率である。

(2) 天空照度の算出

昼間において時間、天候に大きく影響されずほぼ一定して得られる数値で一般的には 15,000lux～25,000lux と言われているため、全天から得られる最大天空照度を 20,000lux として計算している。天空照度の継続時間は、朝夕の光が弱い時間帯を除く 10 時間として計算を行っている。

(3) 日照時間・日照照度・日照率の算出

季節、時間により太陽がどのような経路で移動するかを現した図が、太陽軌道図である。日本は約北緯 45 度 30 分から約北緯 24 度 20 分までの範囲にあるが、大都市の多くは北緯 35 度付近に集中している。したがって、北緯 35 度の太陽軌道図を使用して日照時間を算定している。

太陽軌道図と天空図を重ねることで、日照時間を算出する。

① 日照時間

天空写真に北緯 35 度における太陽軌道図（太陽位置図）をオーバーラップさせ、春夏秋冬のそれぞれに太陽が天空のある部分を通過する時間帯を計測する。

② 日照照度

晴天日における南中時の光強度（日照照度）は一般的に 100,000 lux とされているが、この内天空光によるものが約 20,000 lux とされていることから、直達太陽光の光強度は 80,000 lux と言える。しかし、水平面においては、太陽の高度（仰角）により単位面積に当たる光強度（光量）は異なる。

また、太陽光が大気圏を通過するとき低高度（低仰角）では大気圏中の空気、水蒸気、ゴミ等により光が吸収されるため、その分も考慮した。

各時間帯の平均光強度と日照時間を掛け、全ての時間帯における積算日照光強度（光量）を合計し 1 日当たりの積算光強度（光量）を算出する。この時多くの植物の飽和点が 50,000lux であることから 50,000lux で頭切りをした数値を使用した。

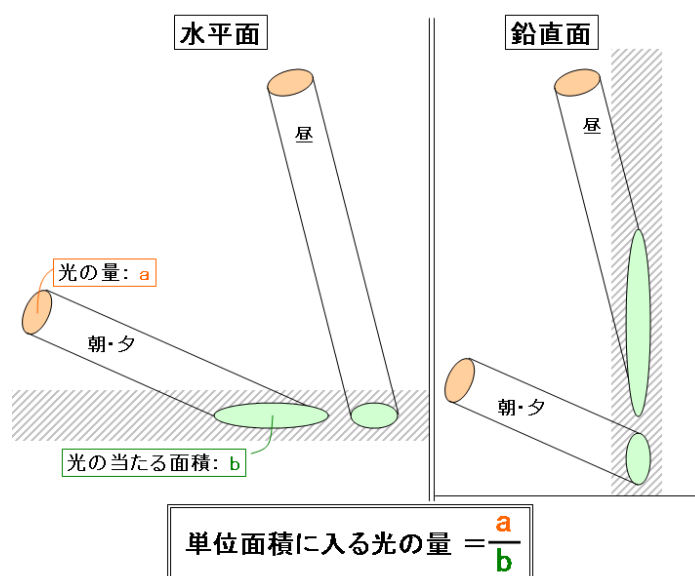


図-7 水平面に入射する太陽光強度の模式図

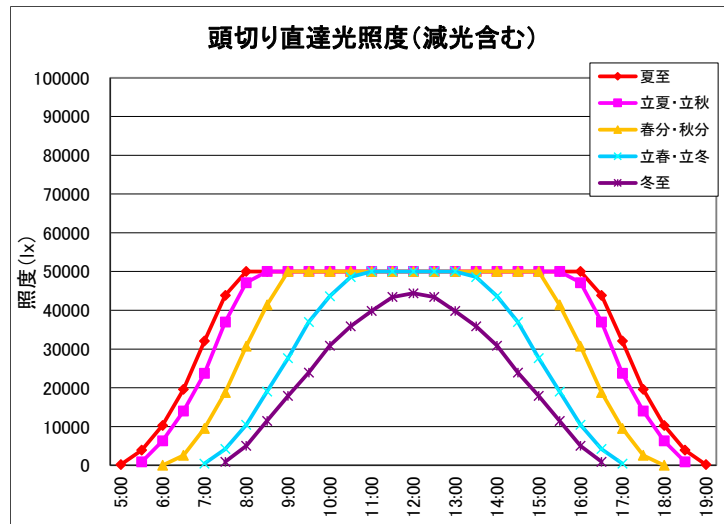


図-8 日照照度算定元図（水平面に入射する光の量・50,000lux で頭切り）

③ 日照率

30年間を平均した気象日照時間を各月の可照時間（太陽の中心が地平線に現れてから没するまでの時間の長さ）で割ることで得られた日照率（実日照時間÷可照時間）を計算式に挿入する。東京での日照率は約40.0%となる。

2）自然光の累計照度（光合成有効累計照度）と照度係数

晴天・曇天・雨天に関らず昼間にほぼ一定して得られる光は「**天空照度**」であり、太陽光が当たる時間帯のみに得られる光は「**日照照度**」である。そこで、その場から見える天空から来る光の強さ「**天空累計照度**」と、直達太陽光の強さ（照度）と時間及び日照率からなる、「**日照累計照度**」を元に「**累計照度(hlux)**（光合成有効累計照度）」を算定する手法を提案した。つまり、光の強さ×時間の考え方を具現化したものが累計照度であり、累計照度10,000(hlux)は、1日の10時間における平均照度1,000luxの光が10時間継続した数値に相当する。

（1）自然光起源の累計照度の計算手法

自然光起源の累計照度は、天空照度から算出する累計天空照度と、日照時間から算出する累計日照照度をたしたものである。

$$\text{累計照度} = \text{累計天空照度} + \text{累計日照照度}$$

$$\text{累計天空照度} = \text{天空率} \times \text{天空照度} \times 10\text{h}$$

$$\text{累計日照照度} = \text{太陽光累計照度} \times \text{日照率}$$

$$\text{日照率} = \text{各月の気象日照時間と可照時間の率（地域により異なる）}$$

（2）自然光起源の累計照度と照度係数の計算例

天空率25%、太陽光累計照度250,000luxの場合

$$\text{①天空率25\%の場合の累計天空照度} = \text{全天天空照度 } 20,000\text{lux} \times 0.25 \times 10\text{h} = 50,000 \text{ hlux}$$

②累計日照照度

$$\text{累計日照照度} = \text{太陽光累計照度 } 250,000 \times 0.40 = 100,000 \text{ hlux}$$

（日照率は東京都の40.0%を使用）

$$\text{③上記の場合の累計照度} = 50,000 + 100,000 = 150,000 \text{ hlux}$$

この事例での自然光においては、春秋分の日において天候の変化を含めて 1 日の光合成有効累計照度が 150,000 hlux であるということとなる。

計算例の自然光による累計照度 150,000 hlux は、人工照明で 15,000 lux の光を 10 時間照射した場合の累計照度と同じとなる。

④上記の場合の累計照度から照度係数への変換

累計照度 150,000 hlux を照度係数による計算式にすると、
 $150,000 \text{ hlux} / 10\text{h} = 1,500 \text{ lux} \cdot 10\text{h}$ となる。

1－4．人工照明による累計照度と照度係数

- ・人工照明で 1,000lux の場所における、照明を 14 時間照射した場合の累計照度と照度係数

累計照度 $= 1,000 \text{ lux} \times 14 \text{ 時間} = 14,000 \text{ hlux}$

照度係数式 $= 14,000 \text{ hlux} / 10\text{h} = 1,400 \text{ lux} \cdot 10\text{h}$

- ・人工照明で 500lux の場所における、照明を 10 時間照射した場合の累計照度と照度係数

累計照度 $= 500 \text{ lux} \times 10 \text{ 時間} = 5,000 \text{ hlux}$

照度係数式 $= 5,000 \text{ hlux} / 10\text{h} = 500 \text{ lux} \cdot 10\text{h}$

1－5．植物生育に必要な照度係数

植物生育に必要な光量は光の強さ×時間の考え方（累計照度）が不可欠であるが、光量により植物生育は規定されるため。累計照度を係数化して話を進める。

光補償点以下の光では長時間当たっても衰退し枯死してゆくため、「最低生育照度」の光量は補償点より少し高めに設定してあり屋内での植物栽培にはこの光強度×10 時間で生育可能といえる。屋外での植物栽培では、植物本来の形状を維持するためにはより多い光量が必要であり下表の「形状維持に最低必要」の光量が必要といえる。開花結実にはさらに多い光量が必要であり下表の「開花・結実に最低必要」の光量が必要であり、理想的な生育に必要な光量（光飽和照度：それ以上の光量があっても生育量が増加しない）下表の「理想的な生育に必要な」の光量が必要といえる。

下表は上記の概念を照度係数として表しているが「最低生育照度」以外は、植物種の違いによる必要照度の幅は大きく異なるため数値はあくまでも目安としてもらいたい。

スパティフィラムでは最低生育照度係数 500 lux であるが、理想的な生育に必要な（飽和照度係数と同等）なのは 10,000 lux となる。クワズイモは生育限界照度係数 1,000 lux であるが、理想的な生育に必要な（飽和累計照度と同等）なのは 8,000 lux となり、これより大幅に多くなると葉焼けを起こしてしまう。

注：最低生育照度は、「インドア・グリナリーの光放射環境-代表的な植物の所要光強度：照明学会誌 79-4. 洞口公俊（1995）」を参考に筆者の経験をもとに植物を加え作成した。

表-1 植物生育に必要な累計照度（概略値）

植物生育に必要な光（照度係数）					
ラ ン ク	植物光特性	照度係数			
		生育限界 （屋内植栽可能）	形状維持に 最低必要	開花・結実等に 最低必要	理想的な生育に 必要
A	超極陰性植物	200	500	1,500	5,000
B	極陰性植物	200～500	1,000	3,000	10,000
C	陰性植物	500～1,500	3,000	7,000	15,000
D	中庸性植物	1,500～2,000	5,000	12,000	20,000
E	陽性植物	2,000～3,000	8,000	18,000	25,000
F	極陽性植物	3,000～5,000	12,000	22,000	30,000
G	超極陽性植物	5,000～10,000	18,000	25,000	35,000

現在、室内緑化やインテリアグリーン等に関する書籍が数多出版されているが、植物生育に最も重要な個々の植物に必要な光強度については、数値が示されていない場合がほとんどである。「陽樹、中庸樹、陰樹」「日向を好む、半日陰を好む、日陰を好む」、「室内の日向、室内の明るい日陰、室内の窓辺、室内の窓辺（レースのカーテン越し）」等の表現が見られ、指標にはならない。しかも、屋内等においては開口部（窓・出入口）の寸法、庇の有無・寸法、バルコニーの手摺形状、部屋の向き（方位）、季節で光量は桁違いに大きく変わってくるが、それらを考慮した記載は一切見られない。ガラスを通して太陽光が入る場合は、ガラスによる減衰を計算するが、透明ガラスで約 0.8 となる。レースのカーテンの後ろでは約 0.3 に減衰するため、この減衰も計算に加える。特にレースのカーテンがあると、ない場合の 0.3 程度しか光が得られないためよほど弱い光に強い植物以外は栽培できないことになり、補助光が必要になる。

照度係数には自然光、人工光の区別はないため、必要照度係数が 500 lux 不足する場合は照度 500 lux が得られるランプで 10 時間照射すると、自然光の照度係数に 500 lux を加えることができる。

いずれも隣接する建物がない場合を想定し算定しているが、隣接して高い建物がある場合はその建物による天空率減少、太陽光の減少を考慮する必要がある、極端な場合 1/10 になる場合もあり得る。

2. 屋内・バルコニーの環境

2-1. 屋外と屋内の植物生育上の根本的違い

屋内空間は基本的に植物の生育環境が屋外と大きく異なる場所である。庇のあるバルコニーは屋外と屋内の中間領域であり、庇の有無は環境を大きく左右する要因である。

2-2. バルコニー

都市内のマンション住まいの人にとってはバルコニー、屋内が植物栽培可能空間となる。住宅産業界においては、バルコニーでガーデニングのできるマンションを売り出してきたが、まだガーデニングを本

格的に行うために十分に考慮されて計画されたものは少なく、今までの構造と大差の無い物が多い。

また、テレビ、雑誌でもバルコニーでのガーデニングを数多く取り上げるようになったが、これを見ると、基本的な事項を無視した危険とも言えることを行っている場合がある。マンション等集合住宅のバルコニーでの植物栽培は、建築物の床の上で行うため種々の制約があり、構造、寸法、環境等の現状を理解しそれに則した植物栽培を行う。さらに避難経路、安全、管理組合規定、近隣との関係等守らなければならない事項も多い。

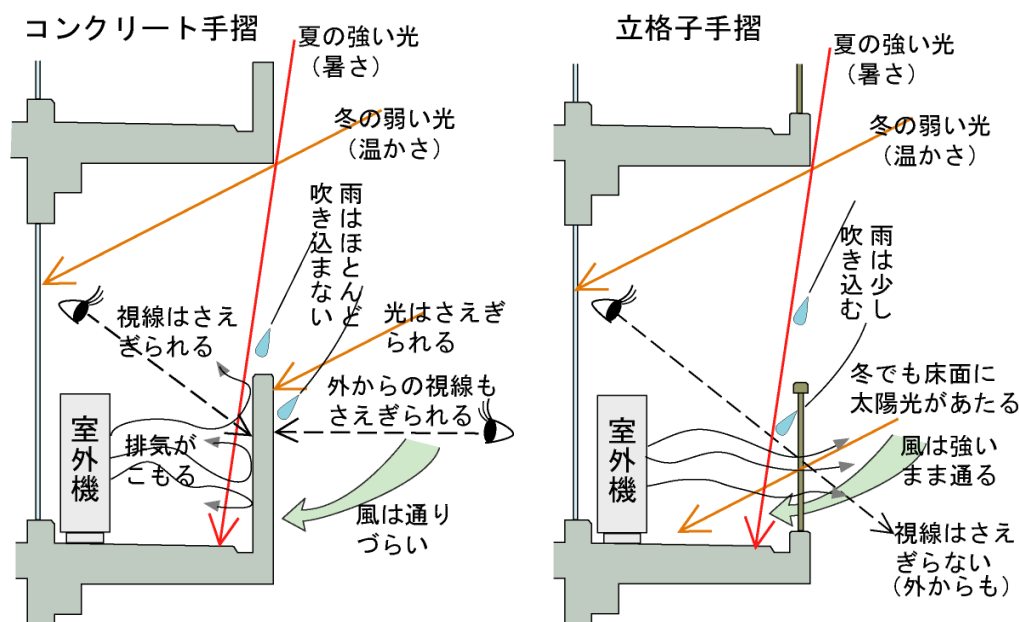


図-10 バルコニーの手摺構造と問題点

ここでは屋内での植物栽培を主として取り上げるため、バルコニーに関しては記述しない。

2-3. 屋内

屋内空間は基本的に植物の生育環境が屋上、バルコニー、壁面と大きく異なる場所である。第一に、植物が生存・生育するための光合成に必要な光が極端に少なくなることであり、第二には、雨水が完全にシャットアウトされる事である。第三には、温度・湿度が自然環境とは大きく異なる点であり、第四には、自然の風が入らず、場所により空調等の風が常に当たるか、隅で空気が殆ど動かない事である。このような場所で植物を良好に生育させるためには、それなりのメンテナンスが必要になる。

マンションでは最上階かセットバックした部分のルーフバルコニーのみ庇がない構造となるが、他は全て庇のある構造となる。庇の出幅は個々のマンションにより異なるが 90 cm～240 cm程度で 150 cmの場合が最も多い。

1) 現況を理解する

① 躯体構造

最上階等で上部に庇がある構造か、上階のバルコニー床が庇として存在する構造かで環境は極端に異なってくる。また、柱や梁の位置によっても環境は異なる。上部にある庇までの高さは、通常 250 cm程度である。出幅は 150 cm程度が多いがマンションにより寸法は異なる。

② 手摺構造

格子状の手摺であれば光・風共良く入るが、コンクリート構造では両者共限られてくる。光は植物生育上多い方が多様な植栽が作成出来、風は必要であるが入り過ぎると問題が多い。ガラス等のパネル形式であれば下部に隙間も有り適当な風が確保出来て光もある程度取り込める。都市部では手摺すべてがコンクリート構造で隙間の無い物が増えており、エアコンの室外機の排気がこもりかなりの高温になる場合がある。手摺の高さは、安全上 110 cm 以上とされており、ほとんどの場合この寸法になっている。

③ 出入り口

室内の床面とバルコニーの床面の躯体はほぼ同じレベルの場合が多い、室内側はその上にカーペットやフローリングを敷き込んでありその分高くなっている。出入り口は引き戸の場合がほとんどであり、その下端は床面より 10cm 程度の高さにある。

2) バルコニーの方位と光環境

バルコニーはその向き（方位）と庇の有無、出幅により日照条件が大きく変わり、手摺構造によっても光環境は異なる。南向きであればほぼ 1 日太陽が当たるが、東及び西向きでは午前中又は午後のみの日当たりとなる。北向きでは夏季に朝夕わずかに当るだけで日中は太陽が当たらない。朝日と夕日では太陽の光の強さと、温度が異なり、夕日の場合植物生育にとってあまり良い条件とは言えなくなる。また、季節により太陽の光の強さと、温度が異なる事にも注意する必要がある。

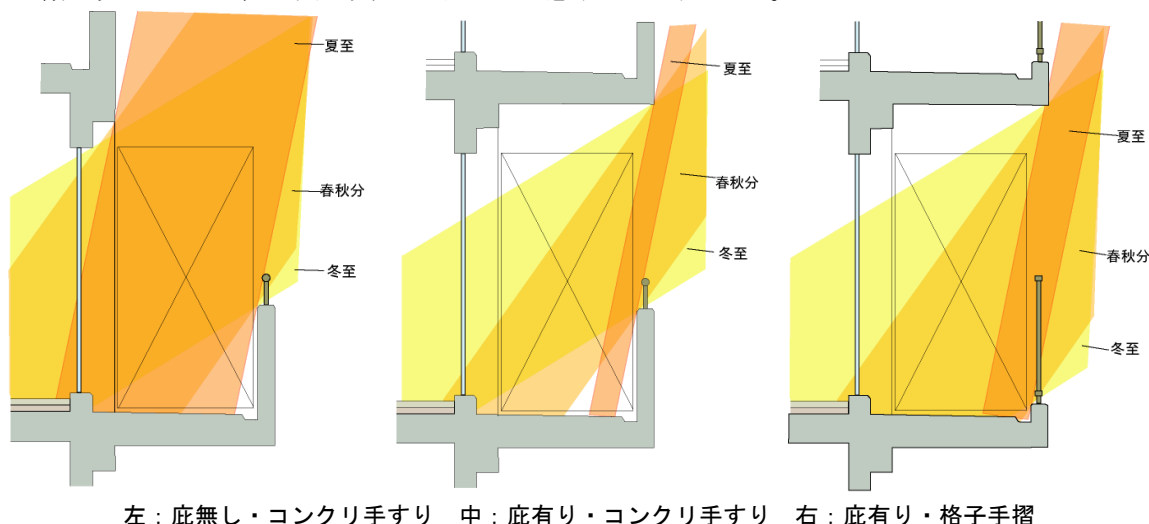


図-11 庇の有無による日照範囲

マンション等集合住宅の屋内での植物栽培は、光の確保が第一の課題であり、バルコニーの向いている方位と庇の有無、手摺構造により確保できる光量は大きく異なってくる。また季節によっても異なり南向きで庇のある場合の屋内では夏季の光量は極端に少なくなる。屋内ではガラス面を通しての光入射となりガラスにより透過光は 80%程度となる。さらにレース等薄手のカーテン越しとなるとその 40%程度となることから、合わせると 32%程度となる。すなわち屋内では何もない場合の約 1/3 の光しか得られないこととなる。

（1）方位別屋内の照度係数

バルコニーの向いている方位、庇の有無、手摺構造、窓からの距離別の照度係数をシミュレーションで算出した。さらに季節による違い、ガラス、カーテンによる光遮蔽を加えて表にした。

① 庇の有無

庇の有無により得られる光は大きく異なるが、庇がある場合の照度係数で判断したほうが良い。庇があると夏季の南向きの部屋では照度係数が少なくなり、冬季には多くなる。

② 手摺構造

高層のマンションになるほどコンクリートの手摺かパネルの手摺になる、階数の少ないマンションでは縦格子の手摺の場合もあるが近年減少傾向にある。低層階ほど隣接する建物の影響で光が遮られることとなるため、コンクリート手摺の照度係数で判断したほうが現実的である。

③ 屋内のガラス面からの離れ

室内においては光の入るガラス面からの離れ（奥行）により光は極端に減衰してくる。ガラス面から2.0mまでは表にしたが、4.0m離れると照度係数 100 lux を超える場合はなくなり、6.0m離れると照度係数 30 lux 以下となるため表から省いた。すなわち 4.0m奥、6.0m奥では人工照明による照射が不可欠ということになる。

④ 季節による違い

太陽光は季節により日照時間、太陽高度が異なるため、春・秋分と立春・立夏、立秋・立冬の累計照度を算出した。南向きの部屋で庇の出が 1.5m の場合、春・秋分時が太陽光が屋内まで入る境となっており、春分から秋分までの半年は屋内に太陽光が入らず、秋分から春分までの半年は屋内に太陽光が入ることになる。

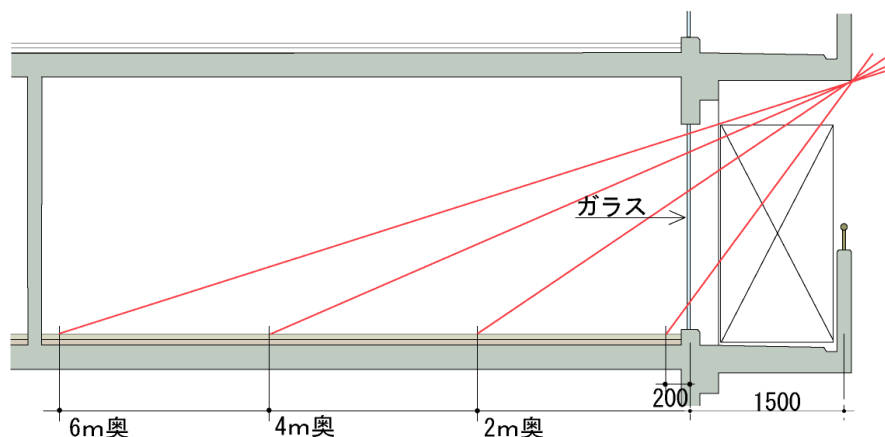
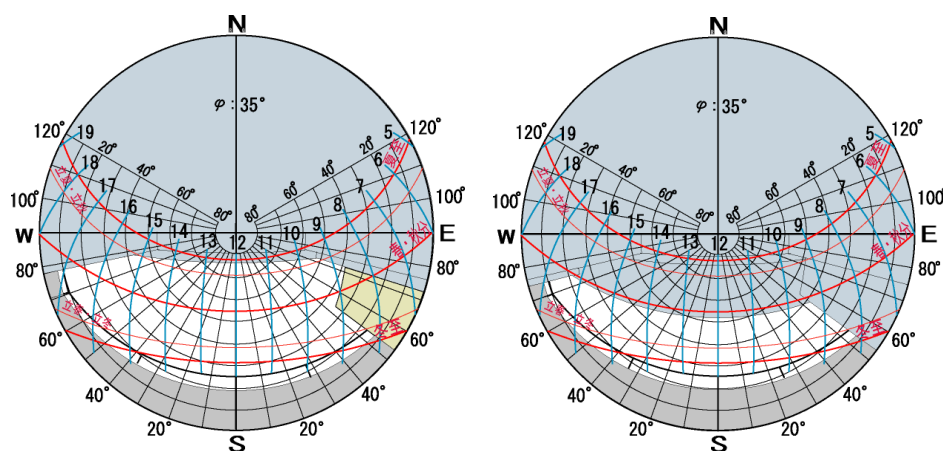
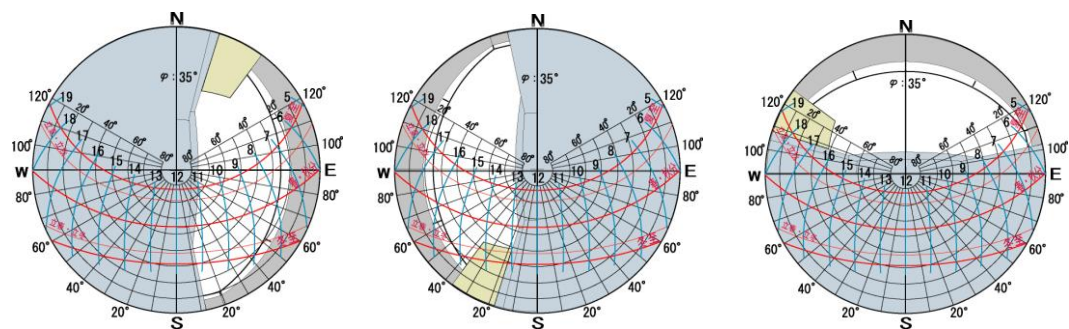


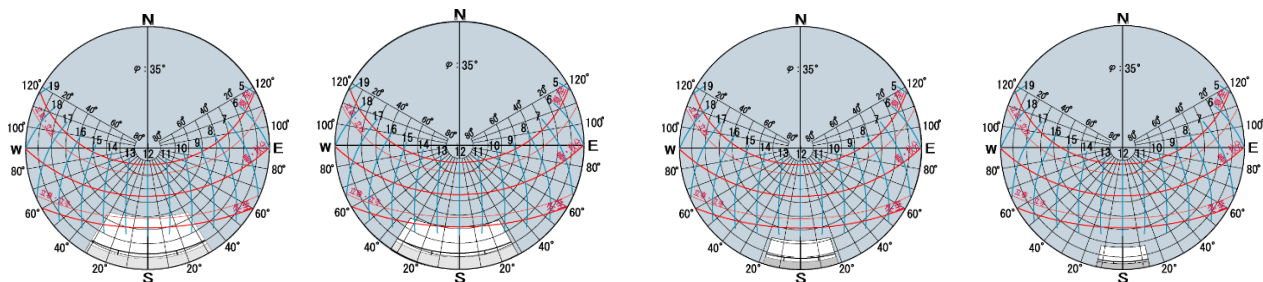
図-13 南側バルコニーでの屋内への光入射模式図



屋内の太陽軌道図・南向き・出入口際 左：庇無し 右：庇有り



屋内の太陽軌道図・庇無し・出入口際 左：東向 中：西向き 右：北向き



屋内太陽軌道図・南向き・2m 奥 左：庇無し 右：庇有り 南向き・庇有り 左：4m奥 右：6m奥

図-14 累計照度算定の根拠の図

表-2 屋内の照度係数（図-11 の左）

マンション屋内場所別照度係数（lux） 庇がない場合						
	バルコニーの 方位・寸法	測定位置	ガラス カーテン	春・秋分 照度係数	立夏・立秋 照度係数	立冬・立春 照度係数
コン クリ ート 手 摺	南向き 庇なし	出入口から 20cm	ガラスのみ	16,400	14,268	14,692
			カーテン	6,600	5,351	5,509
		出入口から200 cm	ガラスのみ	640	637	6,277
			カーテン	260	239	2,354
	東・西向き 庇なし	出入口から 20cm	ガラスのみ	10,800	11,335	8,618
			カーテン	4,300	4,251	3,232
		出入口から200 cm	ガラスのみ	2,800	3,155	737
			カーテン	1,100	1,183	276
	北向き 庇なし	出入口から 20cm	ガラスのみ	4,900	4,935	4,935
			カーテン	2,000	1,851	1,851
		出入口から200 cm	ガラスのみ	640	637	637
			カーテン	240	239	239

表-3 屋内の照度係数（図-11 の中）

マンション屋内場所別照度係数（lux） 庇の出幅1.5mの場合						
	バルコニーの 方位・寸法	測定位置	ガラス カーテン	春・秋分 照度係数	立夏・立秋 照度係数	立冬・立春 照度係数
コン ク リ ー ト 手 摺	南向き 庇1,500	出入口から 20cm	ガラスのみ	1,900	1,942	11,699
			カーテン	760	728	4,387
		出入口から200 cm	ガラスのみ	290	286	286
			カーテン	120	107	107
	東・西向き 庇1,500	出入口から 20cm	ガラスのみ	5,100	5,675	4,104
			カーテン	2,000	2,128	1,539
		出入口から200 cm	ガラスのみ	1,700	1,767	386
			カーテン	680	663	145
	北向き 庇1,500	出入口から 20cm	ガラスのみ	1,900	1,942	1,942
			カーテン	760	728	728
		出入口から200 cm	ガラスのみ	290	286	286
			カーテン	120	107	107

東・西向きの日照時間は東向の場合を表示しているが、西向きの場合

時間帯は異なるが時間及び照度係数は同じとなる

庇の有無により得られる自然光照度係数は大きく頃なってくる。

（２）部屋別の状況と植物選定の留意点

マンションでは、部屋により光が全然得られない所も多くあるためそれを踏まえて計画する必要がある。また場所により空気の流れがない場所もある。

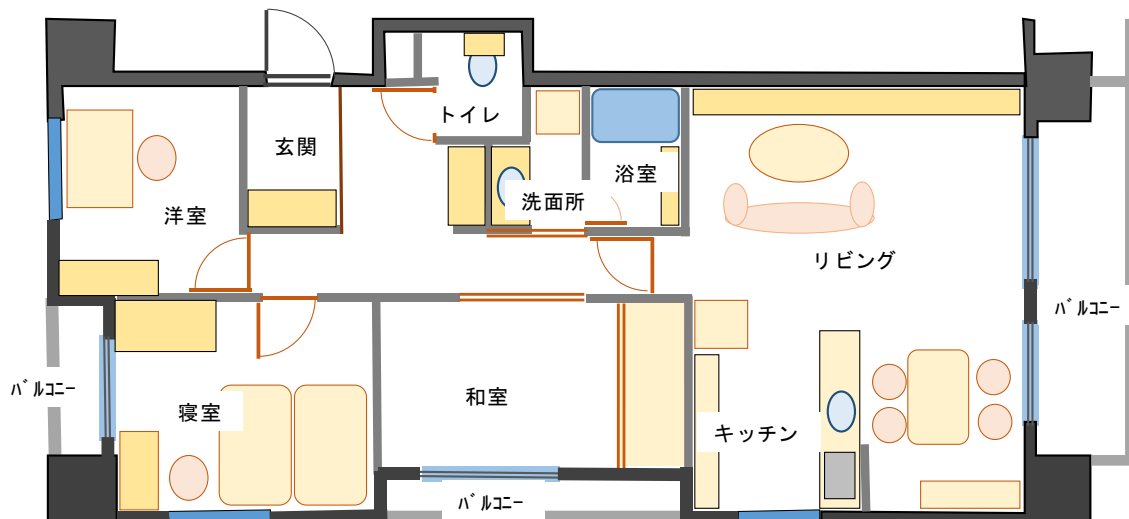


図-12 南側にバルコニーのあるマンションの例

① リビング・ダイニング

窓辺と部屋の奥では光環境が極端に変わってくるため光環境に合わせた植物を配置することが重要であるが、置きたい植物が光的に無理な場合人工照明で補光するか、移動させて光を当てるようにする。庇のあるバルコニーで南向きの部屋の窓辺では春秋分時の照度係数 1,900 lux（カーテン後 780 lux）であ

るが2m奥では290 lux（カーテン後114 lux）、4m奥では44 lux（カーテン後18 lux）、6m奥では24 lux（カーテン後10 lux）になるため、移動、補助光無しではほとんどの植物生育は無理となる。

家族が長く時間を過ごす場所であり、最も植物が欲しい場所である。光環境は窓辺が最もよく観葉植物では補助光無しでも生育できる植物は多く、多様な緑の形態が可能である。人の動きが多い空間でもあり植物はある程度の大きさが欲しく、吊り鉢等も適する。

② 和室

障子はカーテンより光を通さないためリビング・ダイニングでカーテン後の照度係数が780 luxのところは障子後では490 luxになってしまう。

座ることが多いため背丈の高い植物や吊り鉢は避けたほうが良い。

③ 寝室（北向きの場合）

北側の部屋は季節による光の変化が少ないが、年間を通して同じ光量が得られる。北側に隣接した建物がない場合意外と光量が多い。一年を通し南側のリビング・ダイニングの春秋分時の照度係数1,900 lux（カーテン後780 lux）と同じになる

床置きではある程度の大きさの植物が適し、棚上等にはあまり大きくない植物が適する。

④ 洋室

西向きの部屋は西日が入るため、午後に高温になる場合があるが低い太陽高度のため隣接する建物の有無で大きく変わってくる。また西向きの部屋では光の来る方向と光量さらに高い温度が連動するため、葉焼けを起こす場合があるので鉢の移動等で対処する。

東向の場合は朝の光が入るが極端な高温とならないため屋内では最も良い環境となる。

⑤ 玄関

マンションにおいては外の光が入らない空間であり、空気の流れも少ない。また、マンションの室内では最も低温になる空間でもあるが、関東以西の大都市では冬季でも0℃を下回ることはいえる。

植物を置く場合LEDランプ等補助光が不可欠で、空気の流れがないためサーキュレーターでの空気攪拌も必要となる。人の動きが多いため邪魔にならない場所・植物を選定し、棘のある植物や触るとかぶれる植物は置かないことが重要である。靴箱の上にアクアリウム等（光源・空気補給が組み込まれている）を置くのも有効である。

⑥ キッチン

マンションでは外の光が入らない場合が多く、入ってもわずかである。人の動きが多くさらに換気扇により空気の流れは起きやすい。

土を持ち込むことは避けたいためハイドロカルチャーや有機質の培地のものを使用したい。野菜の残り物を水耕栽培で再生させることも考えられるが光が不可欠となるためLEDランプ等が必要となる。

⑦ 洗面所・浴室

マンションでは外の光が入らない場合が多く、人の動きも限定的で空気がこもりやすい。近年は24時間換気の浴室ができており、長時間換気でLEDランプ等補助光があれば植物栽培は可能である。

土を持ち込むことは避けたいためハイドロカルチャーやアクアリウム等を使用したい。

⑧ トイレ

外の光は入らず人の動きも限定的で空気がこもりやすいが、近年は24時間換気のトイレができており、長時間換気でLEDランプ等補助光があれば植物栽培は可能である。

スペースは小さいため小型の植物が適する

(3) 屋内の部屋の向きによる自然光の照度係数

マンションでの最も一般的な光環境は、庇あり、南向き、コンクリート手摺の場合である。この場合の屋内のガラス面から 20 cm 離れた場所では春・秋分時の照度計数は 1,900 lux であり、カーテンがあると 760 lux と 1,000 lux を切ってしまう。夏季は春・秋分時の照度計数と同じであるが、冬季は太陽光が室内にも差し込むため、照度係数 9,100 lux、カーテン後 3,600 lux となる。春・秋分時を境に半年ごとに照度係数は大きく変わってくるため夏季は光不足になる場合が多い。秋分を過ぎると日照が得られるようになるが、秋分近くの数週間は太陽光が強すぎて葉焼けを起こす植物もあるので注意する。

庇あり、コンクリート手摺で西向き、東向きの場合は年間で大きな変化はなくガラス面から 20 cm 離れた場所で照度係数 5,000 lux 前後、カーテン後は 2,000 lux 前後で推移する。

北向きの場合、年間ほとんど変わらず照度係数 1,900 lux、カーテン後 760 lux となり、南向きの夏季とほぼ同じ照度係数となり一般的認識と異なる。

近年はマンションが林立する地区が増えており、隣接するマンションにより天空率、日射が遮られるところではその分減らして照度係数を算定する必要がある。低層階ほど隣接マンションの影響を受け、照度係数がガラス後 1,000 lux、カーテン後 500 lux を下回る場合もある。

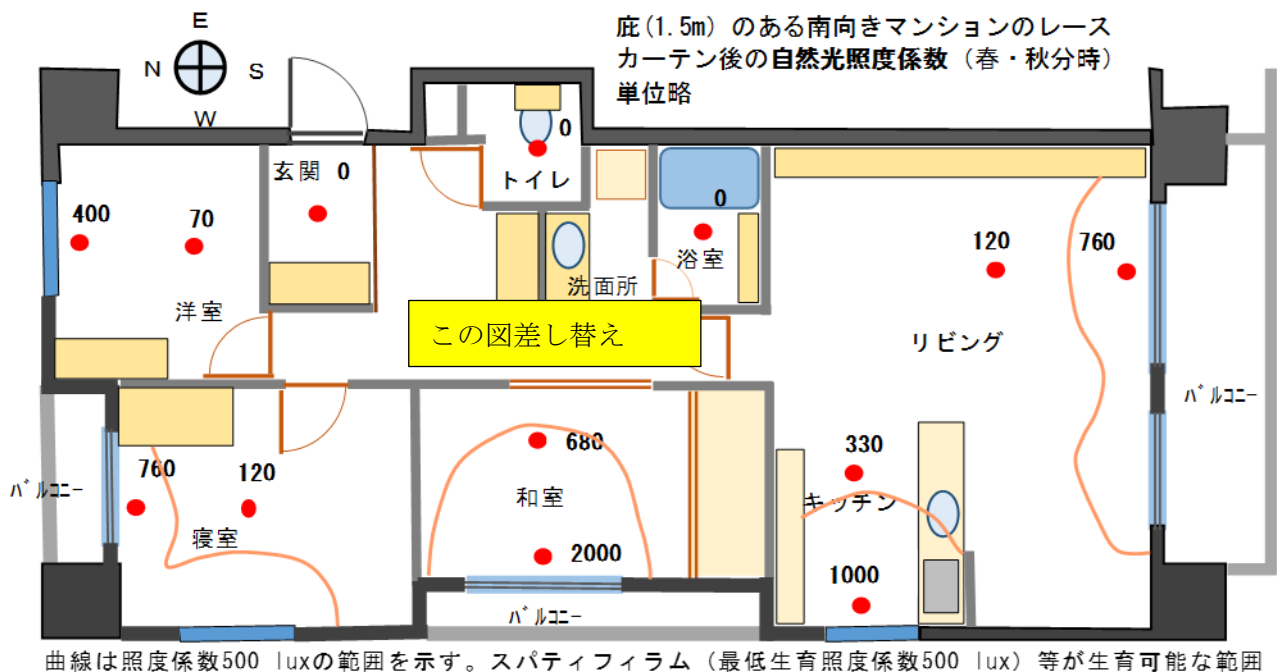


図-15 自然光による室内の照度係数 (lux)

(4) 屋内の人工光による照度係数

マンションでの一般的な人工光の光環境は、部屋内の蛍光灯による照明か通路等のダウンライトによる照明となる。その明るさ (lux) はかなり低く、リビングの机上で 200 lux 程度、床面では 30 lux 程度しかない。仮にこの明るさの照明を 10 時間継続したとしても、照度係数は 200 lux と 30 lux になるため、最も暗い場所で生育可能な植物の照度係数は 500 lux には達しないこととなる。通常的人工照明の明るさは照射面積が増えると反比例して暗くなるため、人工照明では植物は育たないと言われていた所以となっている。

スマートフォン等で測定できる無料の照度計アプリがいくつかあり、人工照明の照度測定には便利であるが、屋外の光は季節、天候、時間で異なるため数値をそのまま使用することは不可。

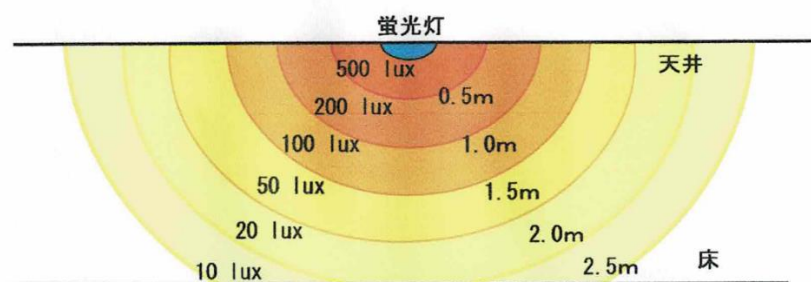
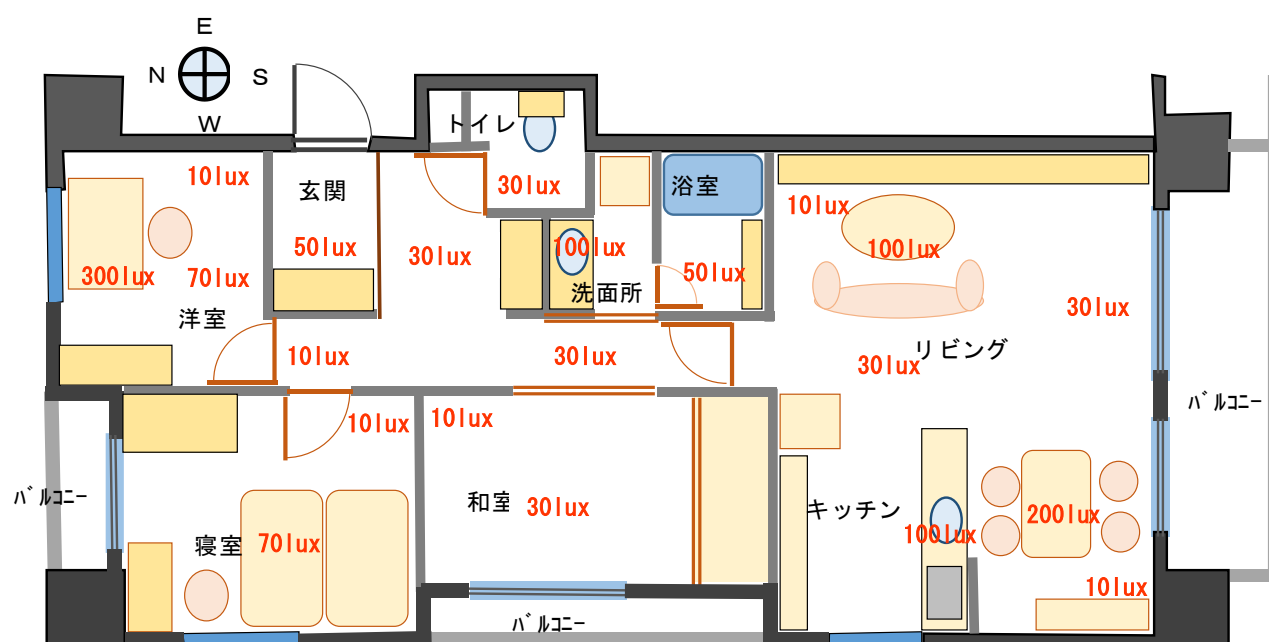


図-16 ランプからの距離による照度変化



夜間の照明による照度（赤数値）は10時間点灯しても植物の最低生育照度係数には届かない。
物の上の数値はその物の上20cmの数値、他は床面から20cm上の数値

図-17 人工照明のみによる室内の照度 (lux)

3) 補光

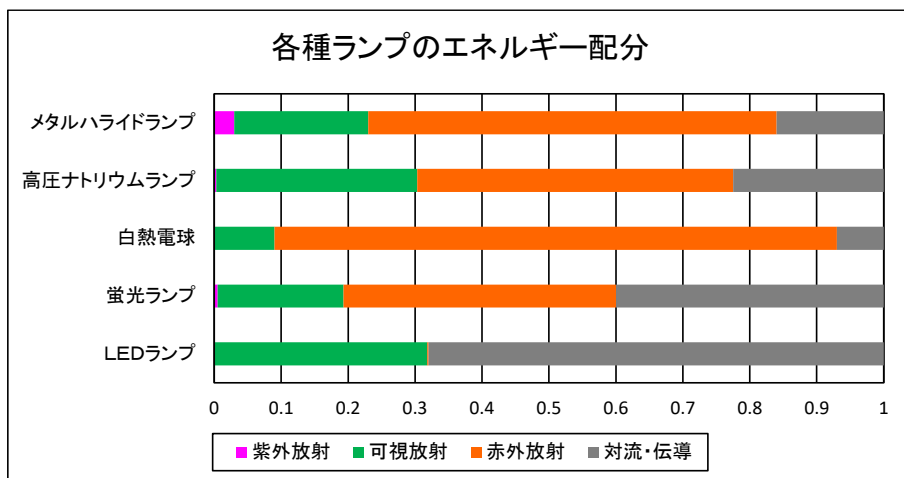
植物を育てるためには光が不可欠で、光のない場所での生育はあり得ない。植物種ごとに異なる生育に必要な累計照度と置く場所の累計照度を比べ、場所の累計照度の方が多ければ問題ないが少ない場合補光して必要な光量を確保する必要がある。通常の部屋の明かりでは直下でない限り 100lux 程度であり、10 時間照明を点けたとしても照度係数は 100 lux にしかない。

屋内の照度係数表から植物を置く場所の数値を確認し、その数値で生育可能な植物種を栽培する。照度係数値が育てたい植物の係数を下回る場合、人工照明で補光する。（植物の生育特性表参照）

(1) 光量不足の対応策

光は太陽起源の光（自然光）に限定する必要はなく人工照明でも可能であるが、照明用のランプにより光合成の効率が変わってくる。近年、LED ランプが出現したことで、それまで課題だったランプ本体及

び光自体からの熱（特に白熱電球）が大幅に改善されたことで、植物とランプを接するほどまで近づけることが可能になった。ランプから出る光は拡散することでその強さは減衰するため、ランプの近くに置くほど強い光が得られる。



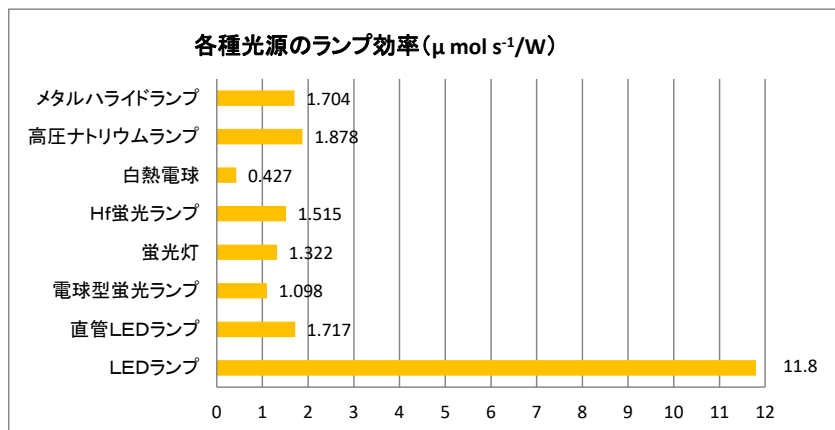
LED ランプの赤外放射（輻射熱）の少なさが顕著

図-24 各種ランプのエネルギー配分



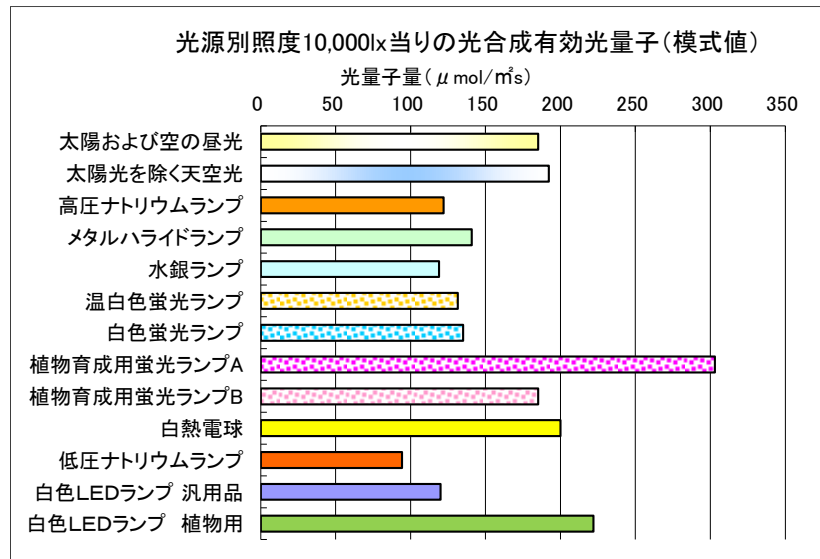
LED ランプは赤外放射がほぼ無いため手を近づけても熱くない

写真-7 LED ランプの熱放射



LED ランプの効率の高さは他のランプと桁違い（ランプ寿命も数倍長い）

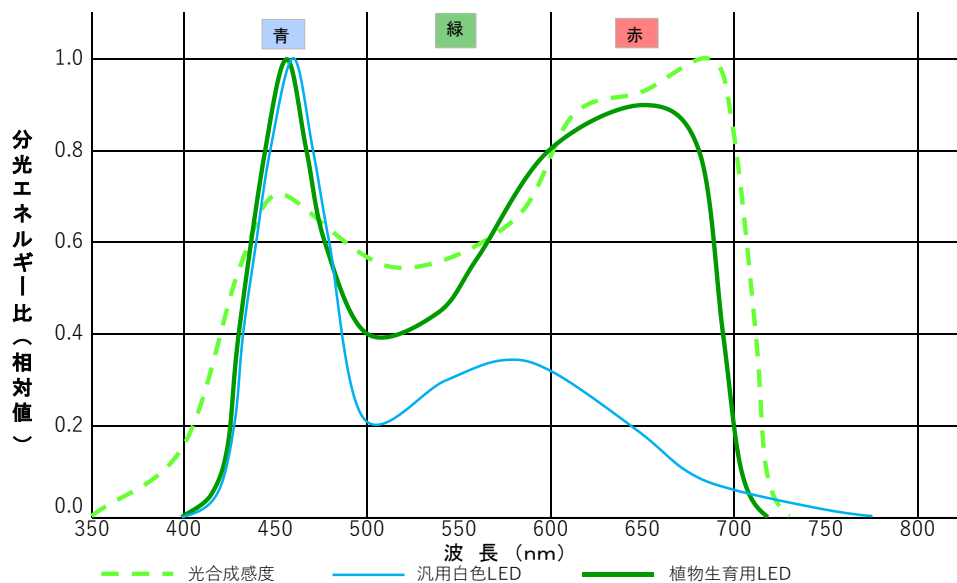
図-25 各種ランプの発光効率



白色 LED ランプの中でも汎用型に比べ植物用は光合成効率が低い

植物育成用蛍光ランプは桃色の光で葉が黒く見える

図-26 光源別照度と光合成有効光量子の換算模式図



白色 LED ランプの中でも汎用型（水色線）に比べ植物用（赤線）は光合成効率の良い波長 650 nm の光が多い

植物工場では、青色 LED と赤色 LED の混合かさらに緑色 LED を加えたランプが多く使用されている

図-27 各種ランプの発光スペクトル曲線の模式図

(2) LED ランプの例



10WLED ランプから植物まで 10cm で 15,000 lux、20 cm で 7,000 lux、30 cm で 3,000 lux
 20WLED ランプから植物まで 10cm で 25,000 lux、20 cm で 10,000 lux、30 cm で 4,000 lux

これらのランプを 10 時間照射するとルクス値が累計照度となる

写真-8 植物育成用 LED ランプの例

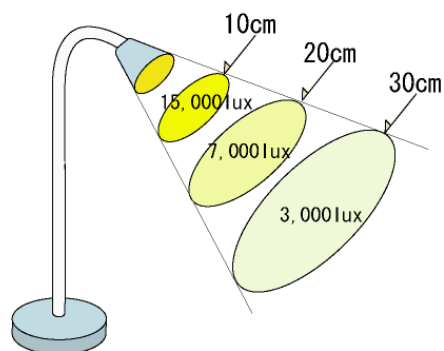


図-28 10WLED ランプの距離別照度変化の模式図

植物育成用LED照明の例

白色植物栽培用LED照明の価格は10Wのスタンド型で5,000円程度、10Wのボックスタイプで

15,000円程度、20Wの照明のみでは5,000円程度であるが、メーカーによる価格差が大きい。



図-29 植物育成用 LED ランプの例

白色植物栽培用 LED ランプの価格は 10W のスタンド型で 5,000 円程度、10W のボックスタイプで 15,000 円程度、20W のランプのみでは 5,000 円程度であるが、メーカーによる価格差が大きい。

2-4. 屋内のその他の留意点

水は床にこぼすことは絶対に避けなければならない事項であり、水受け皿、底穴のない鉢が不可欠となる。温度に関してはマンションの場合ほとんど冷暖房されており、建築躯体の蓄熱もあることから冬季の夜間においても 0℃を下回ることはなく、ほぼ 5℃以上は確保できている。したがってよほど寒さに弱い植物でない限り寒さで枯れることはなくなった。木造の戸建て住宅においても断熱材の使用が普及しており関東以西の大都市では 0℃以上は確保できる状況にある。屋内では風が吹き抜けることはなく、鉢内の空気循環が少なくなるため根の呼吸障害による根腐れが非常に多くなる。

1) 空気組成

地球の空気は大まかに見ると、窒素 78.08%、酸素 20.95%、アルゴン 0.93%、二酸化炭素 0.03% (300ppm)、その他 0.01%であるが、近年二酸化炭素は 400ppm を超えるともいわれている。建築物衛生法施行令においては屋内の二酸化炭素濃度の上限を 1,000ppm としている。植物は光合成をおこなうことで二酸化炭素を吸収し酸素を放出しているが、夜間は光合成を行わないため酸素を吸収し二酸化炭素を放出することになる。事務所等光のある期間のみ使用する場所では二酸化炭素吸収効果があるが、1日過ごす住宅では効果が薄い。また、光量の少ない屋内では僅かな二酸化炭素吸収でしかなくなる。

アメリカ航空宇宙局 (NASA) の研究により、屋内に置かれた植物がベンゼン、ホルムアルデヒド、トリクロロエチレン等の有害物質を吸着し除去することが発表された。特に効果の高いサンセベリア・ローレンチなどは発表と同時に品不足で話題になったが、他にもヘデラ・ヘリックス、テーブルヤシ、ドラセナ類等が挙げられている。しかしこれは密閉された室内の話で、通常の部屋では換気がなされているため有害物質の集積とそれによる健康被害は問題にはならないといえる。

2) 風

風は空気の流れであり、完全無風状態では蒸散作用によって生じた水蒸気や、光合成で放出された酸素が溜まり、光合成に使用する炭酸ガスや、夜間には呼吸に必要な酸素が無くなってくるため、植物は生育できなくなる。0.5~0.6m/sec 程度の微風は、これら植物の周りの空気を移動させ空気組成を一定に保つ働きをし、植物の活性を高めるとされるが、生育量の少ない室内においては 0.1m/sec 程度の風でも生育に影響が出ることは少ない。

強い風は、蒸散を激しくし、葉と葉の触れ合いによる傷、さらには枝折れ、倒状ということも生じるが、室内においてはそれほどの強風は考えられない。しかし空調機器からの恒常風は弱くとも常に吹いており、さらに高温・低温・乾燥等の用件を備えているため極力風が当たらない方策が必要となる。

室内では屋外に比べ通常風が極端に弱いため、常に土壌が水分過多に成りやすく、また風による土壌中の空気交換も少ないため根腐れを起こしやすい。この問題に対処した通気性の良い土壌の使用、土壌中に空気を送り込む灌水方法が必要である。

3) 温度

植物の生育と温度の関わりは、低温側・高温側の生存限界温度を超えた場合の枯死の他に、光合成量、呼吸量等植物の活性に関わるもの、低温による花芽形成、休眠等植物に信号として関わるものがある。

温度は植物種の分布に大きく影響しており、気候帯による生育可能植物の図が載っている図鑑もある。植物の種別ごとにその生育可能温度は異なり、生育適温を上回ると、呼吸量(消費量)が増えるため

生育が悪くなり、さらに上がると枯死してしまう。下回ると光合成量(生産量)が少なくなり生育が悪くなる。植物の種類によっては温度が下がると休眠するものがあるが、休眠をしない種類でも生育せず休眠状態になる。このような植物種ではさらに温度が下がると、その後温度が上がっても生育がおもわしくなくなる。0℃より下がると熱帯・亜熱帯原産の観葉植物等では枯死してしまうものがある。多くの植物の生育適温は15～25℃程度で、人にとっての快適温度と似ている。

(1) 高温

多くの場合高温時には冷房され適温に保たれているが、大空間に高木が植えられた場合上部では適正温度を超える場合がある。高温により呼吸量(消費量)が増えることは、もともと光合成量(生産量)が少ない室内において植物の生存に影響してくる。特に35℃を超えると障害が出てくる。

(2) 低温

室内で空調されている場合は、空間の規模が小さくない限り夜間に暖房が停止しても生育に影響を与えるほどの低温にはならない。しかし冬季に長期間留守にする場合は、生育限界以下になることも考えられる。室内の最低温度は、熱帯・亜熱帯原産の観葉植物を植えた場合5℃以下にならないようにするが、特に鉄筋コンクリート造のマンションではコンクリートの蓄熱で5℃以下になることはほとんどない。

多くの書籍に記載されている最低温度は、多くの場合生産段階で生育量が落ちない温度の場合が多く、一般家庭で枯死しない温度よりかなり高い温度が記載されている。ここでは極端に生育が悪くならない温度を表に記載している。

(3) 温度変化、温度差

室内の温度変化は、特に夏季において昼間冷房している時と、夜間冷房を止めた時とでは屋外と逆に変化する。昼間は光合成の効率上高めの温度が良く、夜間は呼吸(消費)だけなので低めの温度で呼吸を抑えたほうが、植物の生育がよい。1日の温度差は10℃を越さない範囲が望ましい。

冷暖房された室内では年間の温度差がないため、休眠期を持つ植物は休眠に入れずサイクルが狂ってしまい冬季でも落葉せずにいたり、不定期に花が咲いたりする。寒さにより、休眠、花芽分化をする植物にとっては、1年を通してほぼ同一の温度ではそのサイクルに狂いが生じ、良好な生育が望めない。従って、落葉樹等休眠期を持つ植物の場合は、休眠に入る5℃以下の温度になる期間を設けるため冬季は屋外に出す必要がある。

4) 湿度

湿度は、植物の葉からの蒸散速度を左右する。湿度が高すぎると、葉から水分が蒸散しないため根が水を吸わなくなる。低すぎる(20%以下)と、蒸散量が多くなり根が水を吸う能力を超えてしまう。40～70%が多くの植物にとっての適正湿度であるが、植物種によって好む湿度は異なる。また、40～50%は人にとっても快適域であり、集中冷暖房方式の所はほぼこの範囲で湿度管理がされている。

室内に多く植物を入れると植物の蒸散作用により湿度が高くなり、不快に感じる場合もある。反対に湿度が低すぎると、土壌中に十分な水分があっても根からの吸収が間に合わず、乾燥害が出ることもあり、特に葉の薄い植物では太陽の直射が当たると葉焼けを起こす原因となる。

低湿度への対策としては、加湿器による加湿、植物を分散させず密に植栽する、水面を作る等が考えられるが、加湿器は窓の結露が問題となる。維持管理の時にミスト掛け(霧吹き)や葉水を掛けることで対処する方法もある。

5) 屋内環境の課題と対策

マンション屋内の環境を地上部と地下部（鉢内）に分けて、環境圧とその対策について表にまとめた。温度については地上、地下両者に影響を及ぼすがより強く影響を受ける地上部に記載した。

表-3 屋内環境の課題と対策

屋内環境の課題と対策

環境項目		室 内	
		環 境	対 策
地上部	日照	十分な光が得られない場合が多い 特にカーテンがあると光が極端に少なくなる	光強度の把握（表参照）
			得られる光強度に合わせた、耐陰性植物の使用
			不足分の光に合わせた補光用ランプの使用
	雨	雨水の供給は無い	水やりは不可欠（適量の灌水）
			過灌水による過湿障害の事例が多い
	風	強風は無い	軟弱生長により自重で倒れる場合あり
		空調吹き出し口近くは、恒常的に冷風・熱風・乾燥風が吹く	吹き出し口から離す（2m離れると影響は少なくなる） 冷風・熱風・乾燥風に耐性のある植物の使用
		極端な無風（玄関、浴室、トイレ等人の動きが限定的な場所） （ガス交換がスムーズに行なえない）	空気が動かない場所、隅角部に植栽しない 空調等で弱くとも空気を動かす
地下部	温度	人の快適温度に合わせた温度となるため高温が障害となることはほぼ無い	温度環境に合わせた植物種の使用
		冬季の高温	宿根草、落葉樹は、冬季5℃以下にならないと休眠のメカニズムが働かないため屋外に出すことが必要
		屋内は人の快適温度となるため低温が障害となることは少ない	置き場所の生育限界温度（低温）に合わせた植物の使用
	湿度	極寒冷地、木造等で温度が+2℃を下回る場合	加温が必要（赤外線系暖房機は不可：空間でなく植物体が熱せられる＝最悪煮える）
		冬季の暖房時は低湿度になりやすい	湿度30%以上を確保する 加湿装置の設置 葉水かけを行う 耐乾性植物の使用
	乾燥	水のやり忘れ	的確な灌水、水分センサーによるチェック
		保水性の悪すぎる土壌	的確な水やり、土壌交換、土壌改良を行う 排水性が良い土壌では水を多く掛けても排水するため問題ない、受け皿の水は必ず捨てる
		水のやりすぎ 受け皿の水放置	的確な灌水、水分センサーによるチェック 受け皿の水は水やり後30分以内に捨てる
	過湿	保水性の良すぎる土壌	土壌交換、土壌改良（排水性確保）を行う 保水性の良い土壌は避ける 鉢底排水材を増やす マメに管理する人ほど陥りやすいトラブル
		過湿の項目と同じ	過湿の項目と同じ
		有機質土壌の有機分腐敗	土壌交換
地下部	通気不良	化粧用靴鉢との隙間が少なすぎて通気不良	化粧鉢を水受け皿と兼用する場合、植物の鉢が水に接することを避ける
		過多	土壌表面が濡れているのに萎れる（肥料過多で植物が塩漬け状態） 土壌交換、土壌洗浄 施肥を控える マメに管理する人ほど陥りやすいトラブル
	肥料	不足	屋内では固形肥料は溶けださないため液肥が望ましい（底のあるバルコニーも同様） 活力剤の施用

3. 植物

植物は生き物であり固有の形態や性質を持っている。植物の特性を理解し、場の環境や鉢内基盤（土壌等）、およびどこまで管理できるかを見極めることが重要である。

特性として挙げられる項目を下記に示す。

- ① 生育特性・・・形態、形状、大きさ、冬に葉があるか否か、生長速度や寿命など
- ② 環境適性・・・光、温度、水分要求、通気要求、病虫害耐性など
- ③ 観 賞 性・・・形や色、花や実、紅葉等その植物の美性

1) 植物の特性

(1) 基本的形態

植物には、コケ植物、シダ植物、裸子植物、単子葉植物、双子葉植物があり、さらに科、属、種と細かく分けられる。種の中でも交配等によりさらに細かく分けられるが、全体の形、環境特性などは似てくる。

(2) 年間形態

植物は、季節により変化するがその基本を図示する。

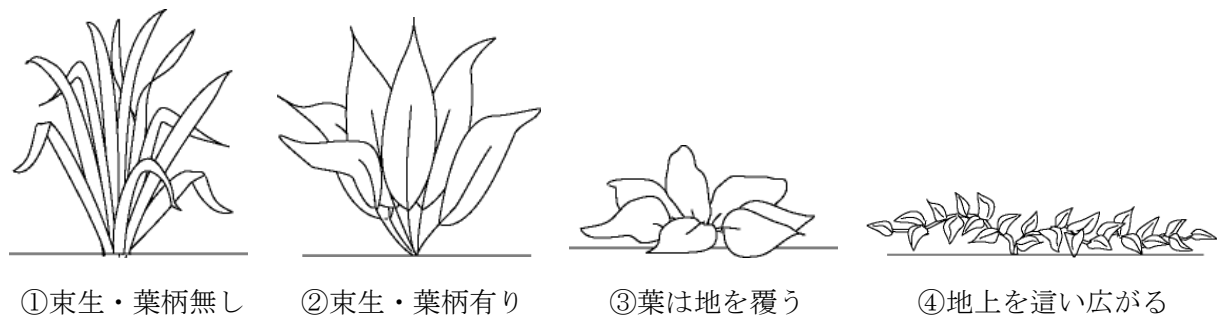
広義名称	狭義名称	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
一年草	一年草	——	——	——	——												
	越年草			——	——	——	——	——	——								
二年草	二年草	——	——	——	——	——	——	——	——								
多年草	宿根草	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
	常緑多年草	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
	球根	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
		——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
常緑樹		——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
落葉樹		——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

凡例 —— : 活動期 - - - - : 休眠期

図-18 植物の形態変化

(3) 植物の形状

植物の大まかな形状を 1 4 に分けて図示したが、生長により形が変わるものもあり得る。



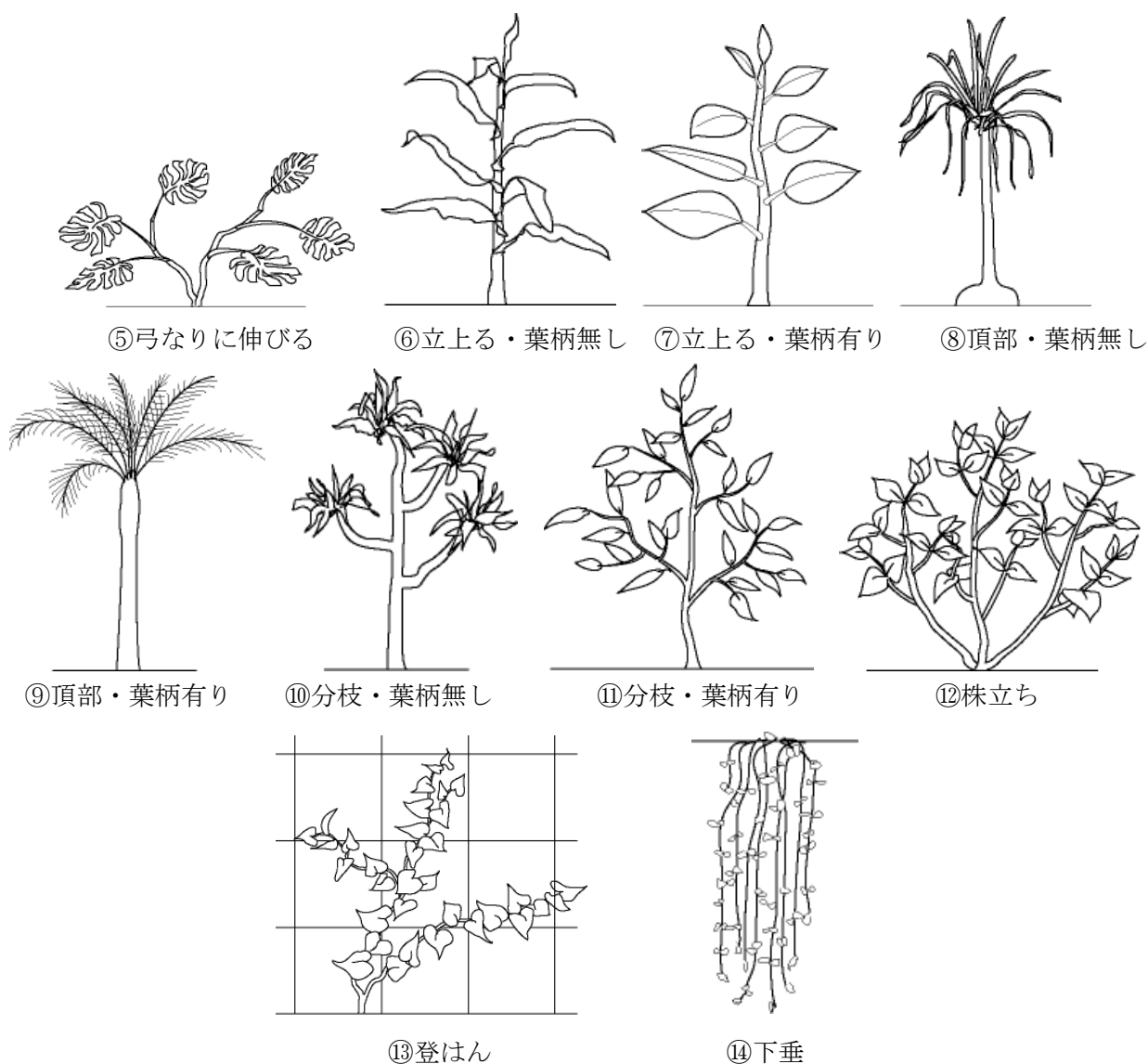


図-19 植物の形状模式図

(4) 環境耐性

植物を選定する場合その環境で生育するか否かが重要で、温度条件、日当たり、雨が当たるか否か、空気が動くか否かと水やり等の管理がどこまでできるかを検討する。

① 温度条件（耐寒性）

温度に対する適用性が植物の自然分布を決めている最大の要素である。多くの植物は自然分布よりは寒い、又は暖かい土地でも生育が可能で植栽分布と呼んでいる。屋外に植え付ける植物については自然分布、植栽分布範囲が図鑑等に載っているが、屋内用の観葉植物は人の暮らす場所に置かれ自然環境とは異なるため独自の表現がなされている。多くの書籍では冬越しに〇〇℃以上等の記載が見られるが、それよりも低温で生育している植物種も多くみられるため、実情により修正を試みた

② 日照条件（耐陰性）

植物を置く場所の光強度で生育可能な植物を選ぶべきであるが、観葉植物の光条件としては多くの書籍に「屋内の日当たりの良い場所」「レースのカーテン越しの光」等の表記しかなく光の来る方向、庇による日射遮蔽等を考慮した真の光の強さは記されていない。また、その照度×時間の概念が不可欠である

ことから、本書ではこの考えを元に照度係数と言う光強度を表す指標を用いることで、場所ごとの自然光による照度係数と植物が必要とする最低生育照度係数をマッチングさせることが可能となっている。さらに植物が必要とする最低生育照度係数に足りない場所においては、不足分の光を人工照明で補う場合必要な光も計算が可能となっている。

また、植物によっては強すぎる光は葉焼け等で生育不良につながる場合もあるが、それ以上の光があっても生育量に変化がない光量（飽和照度係数）の提示もしている。

③ 土壌水分条件（耐乾性・耐湿性、通気性）

植物の生育には水が不可欠であるが、水分過多による通気不足は多くの植物にとり生育不良の原因になる。多くの場合、耐乾性が高いまたは耐湿性が低い植物は通気性が悪いと生育が悪くなるが、耐乾性が低く耐湿性が高い植物は通気性が悪くとも生育ができる。植物によりそれぞれの耐性が異なるため、特に影響を受けるものを表記した。

2) 植物の種類

屋内で栽培される場合がある植物（主に観葉植物）について、**最低照度係数によりグループ分けし、**その特性をリスト化した。特性の項目としては最低照度係数、飽和照度係数、最低生育温度、耐乾性、耐湿性、大きさ（通常流通寸法、最大流通寸法、生長の最大寸法）、形状（図の番号で表示）、開花期・主な花色（花が目立つ植物のみ）を取り上げ表記した。耐乾性・耐湿性で表記のないものは中庸を示す。

（1）観葉植物

観葉植物の多くは熱帯、亜熱帯の樹林下に生育している植物であり弱い光でも生育する種が多い。そのような植物でも強い光があるほうが良好な生育を示すものが多く、葉焼けを起こすものは少ない。飽和照度係数が 10,000 lux 以下のものは直射光が長時間当たると葉焼けを起こす可能性がある。

観葉植物は主に温室で生産され出荷されるので自然状態での開花時期とは異なる時期に開花株が販売されるため、購入後の開花時期は異なる場合がある。

表-4 最低照度係数によりグループ区分した植物の特性一覧の例

名称		最低照度係数	飽和照度係数	最低生育温度	耐乾性	耐湿性	大きさ			植物の形状	開花期(観賞用)	主な花色 実の色
植物名	別名(類)						通常流通寸法	最大流通寸法	最大寸法			
		(Lux×10h)		℃以上			(m)	(m)	(m)			
アグラオネマ	リョウチク(和名)	500	10,000	10℃	×		0.3	0.6	1.0	②		
オモト	万年青	500	10,000	-7℃	○	×	0.2	0.3	0.5	①		
サンセベリア		500	20,000	5℃	○	×	0.3	0.8	1.0	①		
スパティフィラム		500	10,000	2℃			0.2	0.8	1.0	②	6~10	白
セントポーリア	アフリカスミレ	500	10,000	5℃			0.1	0.2	0.3	③	9~6	白・桃・赤・紫
ディフェンバキア		500	10,000	5℃	×		0.3	1.0	1.5	⑦		
テーブルヤシ	チャメドレア(ヤシ類)	500	20,000	5℃		×	0.2	1.5	5.0	⑨		
ドラセナ・マッサンゲアナ	幸福の木	500	20,000	5℃	○		0.3	2.0	5.0	⑥		
ネフロレピス・ツディー	(シダ類)	500	15,000	0℃		×	0.2	0.5	0.5	②		
ヘデラ類	アイビー	500	25,000	-7℃	○	×	0.2	1.5	20.0	⑬		
ポトス		500	25,000	5℃	○	○	0.2	2.0	20.0	⑬		
モンステラ	ホウライショウ(和名)	500	10,000	0℃		○	0.3	1.5	3.0	⑤		
アザレア	西洋つつじ	1,000	20,000	-7℃		×	0.2	0.5	2.0	⑫	4~5	白・赤・紫
アナナス類	パイナップル科	1,000	10,000	2℃			0.2	0.5	0.8	①	5~7	黄・橙・赤
アンズリウム		1,000	10,000	5℃		×	0.2	0.5	1.0	②	7~10	赤・白・緑
インドゴム	(フィカス類)	1,000	25,000	-2℃		×	0.3	2.0	20.0	⑦		
エバーフレッシュ	アカサヤマメノキ	1,000	20,000	2℃		×	0.5	2.0	10.0	⑪		
カンノンチク	観音竹(ヤシ類)	1,000	20,000	0℃		×	0.2	1.5	3.0	⑨		
センリョウ	千両	1,000	10,000	-7℃		×	0.3	0.5	1.0	⑫		実-橙
ハラン	葉蘭	1,000	10,000	-7℃		×	0.3	0.5	0.8	①		
ブライダルベール		1,000	15,000	0℃			0.2	0.3	0.5	④⑭	4~10	白
ベンジャミンゴム	(フィカス類)	1,000	25,000	5℃		×	0.3	3.0	20.0	⑪		
ホンコンカボック		1,000	20,000	-2℃		×	0.2	2.0	10.0	⑪		
マンリョウ	万両	1,000	15,000	-7℃		×	0.3	0.8	1.5	⑦	10~12	実-赤
アジサイ		2,000	2,000	-7℃	×	×	0.3	1.0	2.5	⑫		紫・青・桃
アフェランドラ		2,000	10,000	2℃			0.2	0.5	1.0	⑦	7~9	黄
ガジュマル	(フィカス類)	2,000	25,000	0℃		×	0.3	2.0	20.0	⑪		
クロトン		2,000	25,000	10℃		×	0.3	1.5	5.0	⑦		
クンシラン	君子蘭	2,000	15,000	-2℃		×	0.2	0.3	0.5	①	3~5	橙
コーヒノキ		2,000	20,000	5℃		×	0.2	1.5	5.0	⑪	6~7	白
サンタンカ	イソクラ	2,000	20,000	2℃		×	0.3	0.7	2.0	⑫	5~10	橙・赤
シクラメン		2,000	15,000	-2℃	×		0.1	0.3	0.4	③	10~5	白・桃・赤
ツバキ	椿	2,000	25,000	-7℃		×	0.3	1.5	10.0	⑪	3~4	白・桃・赤
デンドロビウム	(ラン類)	2,000	10,000	-2℃	○	×	0.2	0.3	0.5	⑥	3~5	白・桃・黄
ファレノプシス類	コチョウラン(ラン類)	2,000	15,000	5℃		×	0.2	0.5	1.0	①	4~6	白・桃
パキラ		2,000	20,000	5℃		×	0.3	2.0	10.0	⑪		
フィカス・ウンベラータ		2,000	25,000	5℃		×	0.5	2.0	10.0	⑪		
ブーゲンビリア		2,000	25,000	0℃		×	0.3	1.5	10.0	⑬	6~9	白・桃・赤・紫
ベゴニア(観葉)	レックスベゴニア等	2,000	15,000	2℃		×	0.2	0.7	1.0	⑪	4~9	白・黄・桃・赤
ポインセチア		2,000	20,000	5℃		×	0.3	1.5	5.0	⑫	12~2	白・赤
アジアナム	(シダ類)	3,000	10,000	5℃	×	×	0.2	0.5	0.7	②		
アロエ		3,000	20,000	-2℃	○	×	0.2	1.0	2.0	⑩	12	橙
エアプランツ類	チランジア類	3,000	15,000	2℃		×	0.1	0.3	0.5	①	不定期	桃・紫
エラチオールベゴニア	リーガースベゴニア	3,000	15,000	2℃	×	×	0.2	0.5	0.7	⑦	5~10	黄・橙・赤
カトレア	(ラン類)	3,000	15,000	10℃		×	0.2	0.3	0.3	①	不定期	桃
クリスマスローズ類		3,000	15,000	-7℃		×	0.3	0.5	1.0	②⑦	12~5	白・桃・紫
コニファー類	(針葉樹)	3,000	20,000	-7℃以下		×	0.3	1.5	5.0	⑪		
コルムネア		3,000	15,000	2℃			0.2	0.5	1.0	④⑭	3~5	橙・赤
クロウエア	サザンクロス	3,000	15,000	-2℃		×	0.3	0.5	2.0	⑫	6~11	桃
シマトネリコ		3,000	25,000	-2℃		×	0.3	1.5	15.0	⑪		
シンビジュウム類	(ラン類)	3,000	15,000	-2℃		×	0.3	0.7	0.7	①	12~4	黄・桃
ストレリチア類	オーガスタ、レギネ等	3,000	20,000	0℃		×	0.5	1.5	5.0	⑥	4~10	白+青
バラ類		3,000	25,000	-7℃		×	0.2	1.5	3.0	⑫	5~11	各種
バンダ	(ラン類)	3,000	15,000	10℃		×	0.2	0.3	0.5	①	不定期	白・桃・紫
ワイヤープランツ		3,000	20,000	-2℃		×	0.2	0.5	5.0	⑬⑭		
オリーブ		5,000	25,000	-7℃	○	×	0.5	2.0	10.0	⑪	10~12	実-黒
ゼラニウム		5,000	20,000	-2℃	○	×	0.2	0.5	1.0	⑤	4~10	白・桃・赤
ハイビスカス		5,000	20,000	0℃		×	0.2	1.5	3.0	⑫	6~10	黄・橙・赤
ハゴロモジャスミン		5,000	20,000	-7℃		×	0.3	1.5	10.0	⑬	4~5	白
フクシア(ホクシャ)		5,000	15,000	-2℃		×	0.3	1.0	2.0	⑫	6~10	桃・紫
プリムラ・オブコニカ	西洋サクラソウ	5,000	15,000	0℃		×	0.2	0.3	0.5	⑦	3~4	桃

※ この植物の特性一覧の全体は、57頁の参考資料を参照