

つる植物の生育に日照条件が及ぼす影響

中尾 裕介・吉田 博宣

Effects of Sunlight Conditions on the Growth of a Climbing Plant

Yusuke NAKAO and Hironobu YOSHIDA

要 旨

日照条件がつる植物の生長に及ぼす影響を明らかにするために、東西南北の4方位に向けた壁面を設定し、これにナツツタ (*Parthenocissus tricuspidata* Planch.) を沿わせて育成し、それらの伸長量を毎月一度測定するとともに、日射量、壁面温度、葉面温度などの日変化を夏に測定し、次の結果を得た。

1. 夏の晴れた日の日射量は、南面では正午付近で最大値を持つ一山型の日変化を示した。東面は午前、西面は午後大きな値を示し、北面では朝に一時的に大きな値を示した。日積算量は南、東、西、北の順であった (図-2)。東と西の差は、地形条件によるものであった。
2. 夏の晴れた午前中の壁面温度は9時頃東面で最高となり、44℃程度となった。正午頃には南、東、西面での壁面温度が同程度の値を示し、38℃程度になり、北面が最低で、34℃程度となっていた。午後には曇天になってからは、4方位間で壁面温度に差はなかった (図-3)。
3. 壁面温度と同じ日に測定した葉面温度は、壁面温度の変化にほぼ同調するが、やや低くなっていた。午前中に東面で高く、一時的に35℃程度となり、正午頃には南、東、西面では、ほぼ同じ値を示し、33℃程度であり、北面では、30℃ほどであった (図-4)。
4. 4月に定植したつる植物の4方位面での生長の差は、秋 (9月) 以降に明確となり統計的に有意なものとなった。北、西面で生長がよく、南、東面で悪い結果となっていた。これらの結果から、南、東面での日射量の過多がつる植物の生長に対して阻害要因として働いていたと推測された。

は じ め に

つる植物は、様々な造園の場面において、重要な役割を果たしており、その適切な利用を図るための基礎として、これまでに環境条件の違いに対する生育の違いを把握するための実験が数多く行われてきた。

つる植物の生育実験において、特に重要な因子としてとりあげられてきたものとして日照条件がある。これらの実験では、つる植物を生育させる壁面の向きを変えることで、異なる日照条件が設定される例があり、北向きと南向きとの比較が多く行われてきているが^{1,2,3)}、東向きや西向きの日照条件がとりあげられた例は少ない⁴⁾。しかし実際の利用の場面では、つる植物は西日の遮蔽などに用いられることが多い。西日或は朝日は壁面に対して垂直に近い角度で入射するため、日照過多の非常に厳しい特殊な生育条件となることも考えられる。そこで東西南北の4方位

から11月まで行った。測定項目は、節間長、葉の数、各葉の小葉数、根元径、葉色（色彩色差計による）、葉緑素量（葉緑素計による）である。節間長は、全数につき物差しで測定、根元径は、ダイヤルカリパーで測定した。葉色、葉緑素量については、8、10、11月の3回のみの測定で、1個体当たり、短枝上の葉3枚、長枝上の葉3枚を選び、1枚の葉について、3カ所測定した。

環境条件については、最も条件の厳しい真夏時の晴天日（8月17日及び19日）における日変化の測定をおこなった。測定項目は、日射量、気温、湿度、風速、葉面温度、壁面温度（葉によって直射光を遮られていない面）、土壌表面温度（敷き藁の下の方）である。日射量は、日射量センサー（LI-COR 社製）で、気温、湿度、風速は、CLIMOMASTER MODEL6511（日本カノマックス株式会社製）で、葉面温度、壁面温度、土壌表面温度は、放射温度計 THI-500（タスコジャパン株式会社製）で、測定した。

結果と考察

8月17日に測定した、各方位の壁面に於ける日射量の日変化を図-2に示す。ほぼ晴天の一日だったが何度か雲がよぎり、日射量の少なくなっているところがある。しかし、各壁面の特性については、概ね把握することが出来る。北面では、ほぼ一日中直射光は当たらないが、夏には朝に日が回り込んで短時間ではあるが、直射光が射す。夕方は、北西方向が山の斜面のため、日の回り込みが遮られて、直射光は射していない。南面では、逆に朝、夕の直射光が壁面によって遮られて、日中のみ直射光が射し、正午付近で最大値を示している。東面では、朝から、直射光が射し始め、正午以降は直射光は射さなくなる。逆に、西面では、正午以降直射光が射し始めるが、やはり北西方向が山の斜面であり、樹木もあるために16時頃から、日影に入ってしまう直射光が、射さなくなっている。今回設定した東西南北の壁面では、周辺地形の条件により東西の条件が非

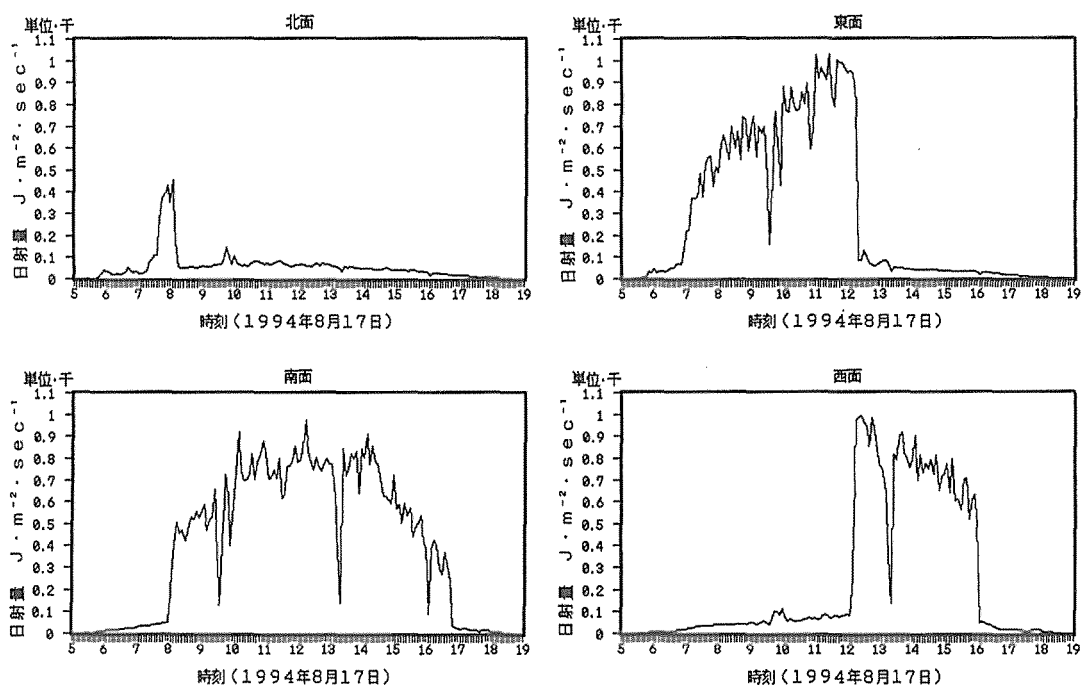


図-2 ナツツタ植栽壁面の日射量の日変化

対称であり、日射量の積算値は、南、東、西、北の順となっている。

8月19日に測定した葉面温度及び壁面温度の日変化を図-3及び図-4に示す。葉面温度は直射光の当たっている部分の壁面温度よりも常に低く、日中では5℃以上の差が生じている場合が

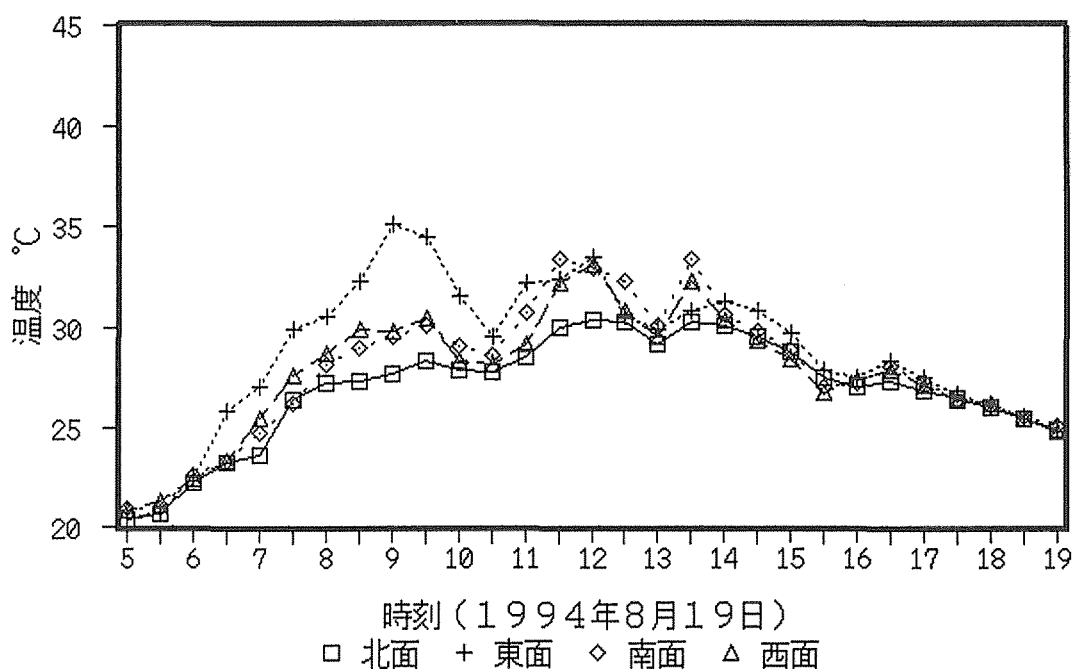


図-3 壁面植栽苗(ナツヅカ)の葉面温度の日変化

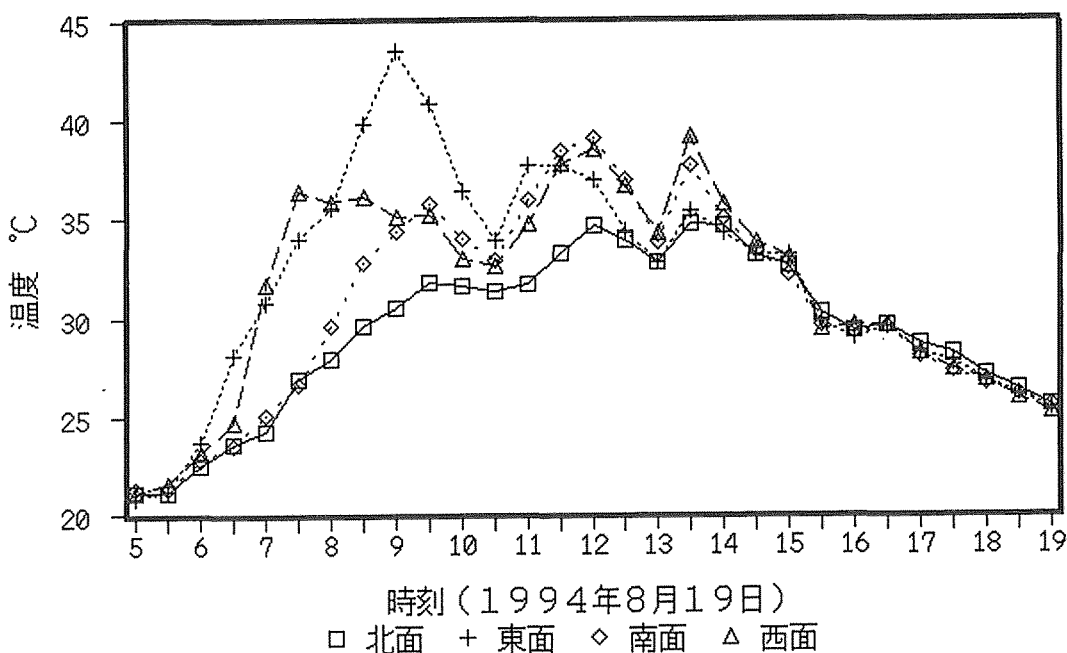


図-4 ナツヅカ植栽壁面温度の日変化

ある。午前中、朝日が壁面に対して垂直に近い角度で差込むため、東面の壁面温度が著しく上昇し、これと同時に葉面温度も著しく上昇して35°C程度までになっているのが特徴的である。午前中、西面においても特に7時前後に壁面温度が東面と同様かそれ以上に上昇しており、それに伴って葉面温度も高くなっている。これは、午前7時前後の太陽高度の低い時間帯において、西向き壁面の裏側に直射光が当たってしまうためである。太陽高度がある程度以上に高くなると、壁面の裏側は、壁面を支えているスチール棚の面の影になって直射光は当たらなくなり、このような変則的な温度上昇は見られなくなる。この日は、午後からは曇ったため、4方位面の間で、このような差異は見られなかった。当日の風速は、日中約0.5 m/s 前後で、各面での風の影響はあまりないと考えられる。

今回の報告では、植物の生育状態を検討するため、測定した項目のうち、各節間長を分枝も含めて合計したつる長の変化についてのみ取り上げ、図-5に示す。また、変化を見やすくするために、各測定時点間の伸長量を棒グラフにしたものを図-6に示す。

北面及び西面で生育がよく、南面と東面では、枯れこそしないものの、ほとんど生長しなかった。土壌水分は、灌水によって充分確保したが、猛暑の夏であったため南面と東面では日射量が過多となり、植物体の地上部で強い水ストレスが生じたり、高温化したりすることで光合成などの生理的な過程が阻害されたことが考えられる。また、4月に植え付けてから、5月に壁面にセットするまでの間、日影で養生していたため、葉がやや陰葉化した状態で生育していたので、急に日向に出したことが影響して極端に生育が悪くなったことも考えられる。

東面と西面の生育の差が著しいが、これは、実験場所の北西に山の斜面があり、西面は夕方には日影に入ってしまうために、1日の日射量の積算量について東西でかなり差があるためであると考えられる。また、日射をうける時間帯が午前、午後と違っており、東面では、午前中から著しく葉面温度が高くなってしまうことも原因として考えられる。

植物の光合成は、午前中に水ストレスがまだあまり生じていないときに盛んに行われ、午後には低下してしまうが、今回の実験の東面では午前中に急激に葉面温度が上昇し、これまでの研究^{5,6)}で明らかになっている光合成の適温域20~25°Cの範囲を越えて、呼吸量が増大し光合成量が著しく低下するほどの高温になってしまうので、光合成が盛んに行われるはずの時間帯に十分な光合成が行われなかったと推測される。また、この高温のため植物体の水分の損失も生じていると考えられ、1日の早い時間帯から強い水ストレス下に置かれていると思われる。日中には植物体の水分条件は回復しにくいので、その後も引続き強い水ストレス下に置かれるため、午後も光合成量が低下していることも推測される。このため、日射量が南面の半分程度であるにもかかわらず、南面と同じ程度或はそれ以上に生育が悪くなったと考えられる。

西面は、葉面温度の日変化については南面と大差がないのだが、生長量は南面と比べてかなりよい。この場合には、やはり1日の日射量の積算量の差と、西面では午後からしか直射光が射さないことが生長量の差の原因となっていると考えられる。

北面においては、一旦枯れ戻った後、再び伸長しているものがあるが、これは、新たな芽のびて主軸が立て変わったものである。北面においては、全般に生育がよいのだが、このような枯れ戻りが発生することもあり、その原因ははっきりとはしていない。

各処理区の間には伸長差があるかどうかを検討するために、分散分析を行った結果を表-1及び表-2に示す。表-1では、9月6日以降に危険率5%で有意な差が認められるようになり、10月17日には、不偏分散比は、さらに大きくなっている。11月23日にはほぼ同様の不偏分散値を示している。

表-2では、壁面に誘引した後の伸長量のみについて比較してみたが、純伸長量については、

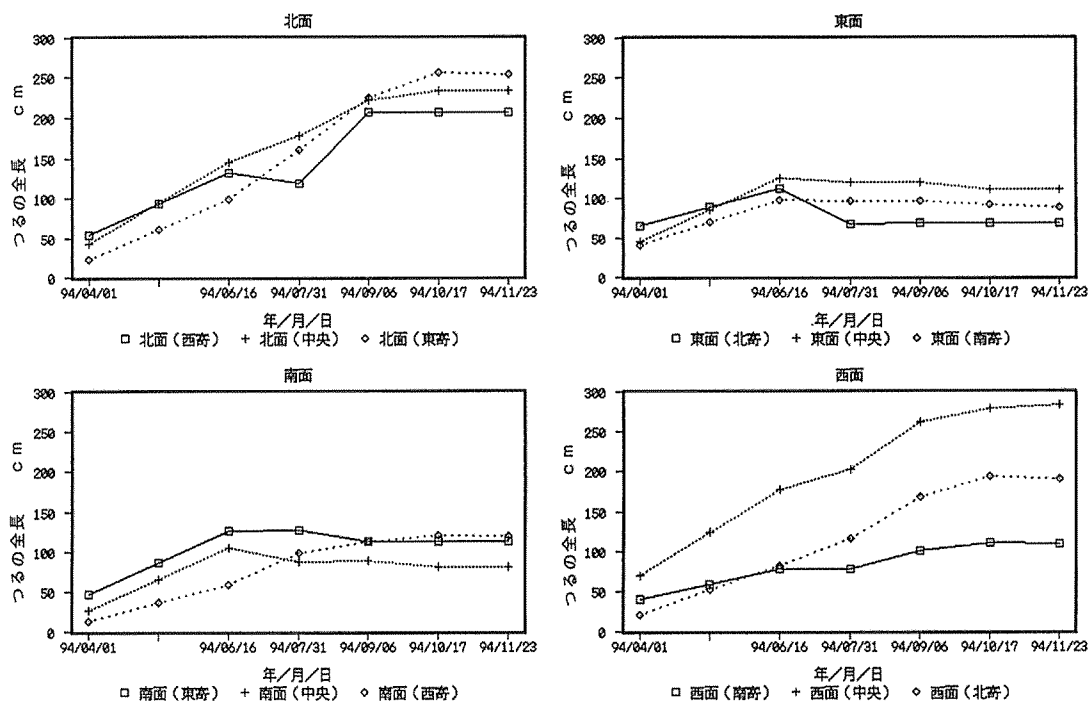


図-5 壁面植栽苗(ナツツタ)のつる長の変化

注:減少しているのは先端が枯れ戻った場合

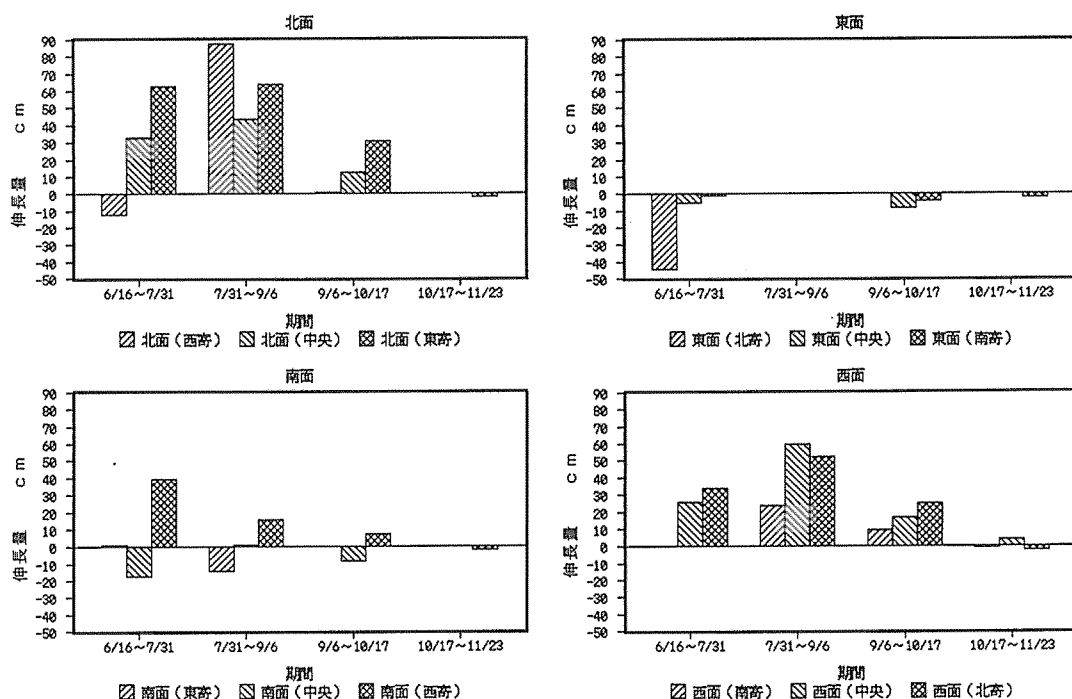


図-6 壁面植栽苗(ナツツタ)のつるの伸長量

注: -の値を示すのは先端が枯れ戻った場合

表-1 ナツツタ壁面植栽苗のつる長の平均値と不偏分散比 (F) の変化

	94/04/01	94/06/16	94/07/31	94/09/06	94/10/17	94/11/23
北の平均 (cm)	40.6	125.0	152.5	217.4	232.0	231.3
東の平均 (cm)	50.7	111.8	94.5	94.6	90.2	89.4
南の平均 (cm)	28.7	96.5	104.2	105.0	104.6	104.0
西の平均 (cm)	43.7	112.4	132.1	177.3	194.3	194.5
方位間の不偏分散 (V1)	252.02	409.03	2098.72	10368.81	14204.67	14284.43
誤差の不偏分散 (V2)	318.57	1286.43	1530.60	1879.58	2158.23	2239.69
不偏分散比 (F=V1/V2)	0.79	0.32	1.37	5.52*	6.58*	6.38*

注：*が危険率5%で有意差あり（上側確率5%のF値（自由度3，8）は，4.07）

表-2 ナツツタ壁面植栽苗のつるの伸長量（6/16～11/23）の平均値と不偏分散比 (F)

	純伸長量cm	総伸長量cm	枯損量cm	純伸長量%	総伸長量%	枯損量%
北の平均	106.3	137.8	31.5	92.0	115.7	23.7
東の平均	-22.3	0.8	23.1	-19.8	0.8	20.6
南の平均	7.5	27.5	20.0	23.1	45.1	22.1
西の平均	82.2	105.9	23.7	77.7	96.3	18.5
方位間の不偏分散 (V1)	11066.55	12463.80	71.83	7951.58	8070.53	14.36
誤差の不偏分散 (V2)	1546.82	1400.39	530.50	2669.86	2306.58	279.46
不偏分散比 (F=V1/V2)	7.15*	8.90**	0.14	2.98	3.50	0.05

注：1) 純伸長量=総伸長量-枯損量

注：2) %は，6/16のつるの全長を100とした値

注：3) *が危険率5%で有意差あり（上側確率5%のF値（自由度3，8）は，4.07）

注：4) **が危険率1%で有意差あり（上側確率1%のF値（自由度3，8）は，7.59）

危険率5%で方位間に有意な差が認められ，これを更に総伸長量と枯損量に分けて見てみると，総伸長量では，更に不偏分散比が大きくなり，危険率1%でも有意な差が認めれる。これに対し枯損量の方には，有意な差が認められない。つる植物を生育させる壁面の方位の違い程度の差では，枯損は方位に関わりなく平等に生じているようである。伸長量を，壁面に誘引直後の6月16日のつるの全長を100として標準化してみると，純伸長量，総伸長量ともに有意な差が認められなくなるが，6月16日の時点では既に処理区間の差が出始めており，基準として適当でない可能性もあるため，標準化をしていない測定値の結果から有意差があると判断した。

そこで，有意な差の認められた各処理区のうちの処理区とどの処理区との間に差があるのかを見てみるために，それぞれの平均値の差の検定を行った結果を表-3及び表-4に示す。分散

表-3 ナツツタ壁面植栽苗のつる長の各方位間の平均値の差の検定

	94/04/01	94/06/16	94/07/31	94/09/06	94/10/17	94/11/23
北-東 (cm)	10.1	13.2	58.0	122.7*	141.8*	141.9*
北-南 (cm)	11.8	28.5	48.3	112.4*	127.4*	127.3*
北-西 (cm)	3.1	12.6	20.4	40.1	37.7	36.8
東-南 (cm)	22.0	15.3	9.7	10.3	14.4	14.6
東-西 (cm)	7.0	0.6	37.6	82.7*	104.1*	105.1*
南-西 (cm)	15.0	15.9	27.9	72.3	89.7*	90.5*
有意水準5%の平均値の差	33.6	67.5	73.7	81.6	87.5	89.1

注：有意水準5%の平均値の差は，両側確率5%，自由度8のt分布の値（t=2.306）

と誤差の不偏分散より計算した。*が危険率5%で有意差のあるもの

表-4 ナツツタ壁面植栽苗のつるの伸長量(6/16~11/23)の各方位間の平均値の差の検定

	純伸長量cm	総伸長量cm	枯損量cm	純伸長量%	総伸長量%	枯損量%
北-東	128.6*	137.0*	8.4	111.8*	115.0*	3.1
北-南	98.8*	110.3*	11.5	68.9	70.6	1.6
北-西	24.1	31.9	7.8	14.3	19.4	5.1
東-南	29.9	26.8	3.1	42.9	44.4	1.5
東-西	104.5*	105.1*	0.6	97.5*	95.5*	2.0
南-西	74.6*	78.3*	3.7	54.6	51.1	3.5
有意水準5%の平均値の差	74.1	70.5	43.4	97.3	90.4	31.5

注：有意水準5%の平均値の差は、両側確率5%、自由度8のt分布の値(t=2.306)

と誤差の不偏分散より計算した。*が危険率5%で有意差のあるもの

分析で有意な差が認められた項目について見てみると北と西が生育の良いグループ、南と東が生育の悪いグループとなり、グループ間では危険率5%で有意な差があるが、グループ内では有意な差は見られないという結果が得られた。

日射量が多いほど生育が悪くなっており、今回の実験では、南面と東面が、つる植物にとって著しく生育が悪くなるほど日射量過多の条件であったと考えられる。一方、西面では、東面よりも日射量がやや少なく、北面と同様のよい生育を示している。直射日光の当たる時間帯の違いも考慮しなければならないが、東面と西面の条件の間につる植物の初期生育にとって日射量過多となる限界の条件があると考えられる。

お わ り に

これまでの報告でも、北面と南面との比較では、少なくとも初期生育に関する限り、北面の方が南面よりも生育が良いとされており^{1,2,3)}、今回の実験でも同じ結果が得られた。東面と西面については、これまでの報告では、コンクリート壁面に登攀させる場合に東面の生育がよく他の面はこれに比べて劣っているとされているが⁴⁾、今回の結果とは違っている。今回の実験では、実験場所の条件により、特に東面が厳しい温度環境であり、逆に西面はやや穏やかな環境であったため違いが出たものであると考えられる。

測定年が猛暑の年の結果であるため、一般的なことは言いにくいだが、東面、西面では、周辺地物による遮蔽がないとした場合、直射日光の当たる時間が南面よりもかなり少なく日射量は半分程度だが、それでもまだ、ナツツタの初期生育にとっては、望ましくない環境であると考えられる。また、直射日光が当たる環境においても、今回の実験での西面程度に日射量が制限されれば、良好な生育を期待することが出来ると思われる。この生育と日射量の関係について次の機会にもう少し定量的に把握出来るよう検討してみたい。

引 用 文 献

- 1) 沖中 健・本多淳一・物部良紀(1986) ナツツタの初期成長に関する研究——壁面緑化において——. 千葉大学園芸学部学術報告. 第38号. 87-92
- 2) 沖中 健・朴 容珍(1987) 主要な壁面登はん性つる植物の初期生長に関する研究. 造園雑誌. 50(5). 90-95
- 3) 朴 容珍・沖中 健(1990) 壁面緑化用つる植物の登はんと下垂における生育特性に関する基礎的研究. 造園雑誌. 53(5). 115-120
- 4) 渡辺重吉郎・横井政人・小黑 晃(1974) つる植物による環境緑化に関する研究 I 栽植方位別のつる

植物の生長について. 千葉大学園芸学部学術報告. 第22号. 93-97

- 5) NEGISI, Ken'itiroo (1966) Photosynthesis, Respiration and Growth in 1-year-old Seedlings of *Pinus densiflora*, *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*. Bulletin of the Tokyo University Forests. No. 62. 1-115
- 6) 楠元 司. (1957) 植物群落に於ける植物生産に関する生理生態学的研究 第3報 常緑広葉樹の温度—光合成曲線の生態学的考察. 日本生態学会誌. 7 (3). 126-130

Résumé

In order to clarify the effects of sunlight conditions on the growth of a climbing plant, the shoots of *Parthenocissus tricuspidata* Planch. which were growing on walls faced to the four directions were measured once in a month.

In summer, the diurnal change of: the solar radiation, the wall surface temperature and the leaf surface temperature were measured.

The results were as follows;

1. On a sunny day of summer, diurnal change of solar radiation which was measured on the wall faced to the south showed a mount shape with the maximum value at noon.

On the wall faced to the east the value was high in the morning, on the wall faced to the west the value was high in the afternoon, and on the wall faced to the north the value was high in the early morning for a short time.

The accumulation of solar radiation was highest on the wall faced to the south, followed by the east, west and north wall in that order (Fig. 2). The difference between the east and west wall was caused by surrounding terrain elevation.

2. On a sunny morning of summer, wall surface temperature was highest at 9 a. m. on the wall faced to the east (about 44°C). At noon, there were not big differences among the south, east and west walls (about 38°C), but on the north wall the surface temperature was lowest (about 34°C). As it became cloudy in the afternoon, there were no differences among the four directions (Fig. 3).

3. The leaf surface temperature which was measured on the same day showed similar results as the wall surface temperature, but it was a little lower. In the morning, it was highest on the east wall (about 35°C). At noon, there were small differences among the south, east and west walls (about 33°C), but on the north wall the leaf surface temperature was lowest (about 30°C) (Fig. 4).

4. Among the four directions, the differences of growth of the shoots of *Parthenocissus tricuspidata* Planch. which were planted in April became clear and statistically significant from September. The growth of the shoots was greater on the walls faced to the north and west directions than to the south and east directions. From these results we concluded that excessive solar radiation on the walls faced to the south and east directions affect the growth of *Parthenocissus tricuspidata* Planch. as an obstructive factor.