ナツツタの壁面付着に関する数種の条件について

冲 中 健*
山 内 啓 治*
藤 井 英 二 郎*

Studies on the adhesive Conditions of *Parthenocissus tricuspidata*

Takeshi OKINAKA
Keiji YAMAUCHI
Eijirō FJII

摘要：我が国の主要な壁面登はん性つる植物としてのナツツタについて、その壁面付着に関する圃場実験を行った。設定した実験因子は、つるの傾斜角度・日照条件・つるの太さとジベレリンの散布である。実験の結果、つるの傾斜角度・日照条件とつるの太さは、ナツツタのつるの付着性に大きな影響を与えるが、ジベレリンの散布はあまり大きく関与をしないことがわかった。

1. 実験目的

近年我が国においては人口の都市への集中が進行しつつあり、当分この傾向は変わらないようである。それにつれて都市域における土地の高度利用が図られるようになり、建物の高層化や敷地の狭少化が目立って来た。このような立地における環境の整備を進めるための手段として、壁面緑化に対する要望が強くなって来た。

敷地の狭少な場所における壁面の緑化には、まず壁面登はん性の優れたつる植物の利用が考えられる。この種の代表的な植物の一つとして、壁面付着力の強さ、潜在被覆面積の大きさ、つるや葉の美しさ等から、まずツタ（ナツツタ）（*Parthenocissus Tricuspidata*, Planch.）が取り上げられてよいだろう。壁面付着力の強いナツツタについても、付着しようとする壁面の形質やナツツタの生理的な条件や、これらを取り巻く気条件等によって、その付着力の強さは大きく支配されるようである^{1) 2)}。本研究は、ナツツタの付着力についての知見をより深める目的で、ナツツタのつるの傾斜度・つるの太さ・ジベレリンの散布および日照条件（付着壁面の方位）と、ナツツタの付着力や付着性との一連の関係を圃場実験によって明かにしようとするものである。

2. 実験内容及び方法

実験の一般的内容及び方法は以下の通りである。

(i) 実験場所

付着性の観察：千葉大学園芸学部実験圃場（千葉県松戸市）

付着力の計測：千葉大学園芸部研究室

(ii) 実験期間

図一 実験区の配置

* 千葉大学園芸学部

供試植物の育成観察：1986年5月中旬～同12月下旬
 付着力の計測：1986年12月下旬

(iii) 実験施設

高さ180 cm、幅120 cmの杉板塀40枚を、両面が南・北に面するように配置した施設の中から、当実験のために14枚の杉板塀を使用した。そのうち6枚を、つるを下降

表一 傾斜実験における実験因子の処理区分

因 子	水 準	圃場における処理区分
壁面角度	30度	30度の斜面を下降
	45度	45度の斜面を下降
	60度	60度の斜面を下降
日照条件	北	板塀の北側
	南	板塀の南側

させた場合の実験に、8枚をつるが上昇する場合の実験に用いた。ちなみに杉板塀は、その南面は全日直射日光が照射し、北側は散光のみを受けるようになっている。その他の気象条件は40枚についてはほぼ均質となるように配置されている（図1）。

(iv) 実験期間中の管理

実験の精度を高めるために下記のような管理を行った。

a) 害虫防除：主としてトビイロトラガ（*Seudya subflava* Moore）による食害防止のため、幼虫発生期間は毎日厳密な監視と捕殺を行った。そして大量発生が見られた7月下旬には、薬剤（ディプテレックス乳剤1000倍液）の散布によって幼虫の駆除を行った。

b) 雑草防除：ジュート麻シート（160 cm × 140 cm × 1.5 cm）のマルチングによって、供試植物の根圏土壌表面の雑草防除を行った。実験圃場の一般部分については、人手による除草を行った。

c) 灌水：供試植物に接した10 cm深の土地のpF値を、テンシオメーターと石膏電極ブロックを併用して測定し、pF値を2.4以下に保つように灌水を行った。

(1) つるを下降させた場合の付着性の実験

ナツツタのつるが壁面を下降する場合は上昇する場合に比較して、一般に付着性が劣るようである¹⁾。その付着性やさらに付着力が、つるの下降角度によって、また日照条件によってどのような影響を受けるかを知る目的で、表1に示す処理区分により、以下の要領で実験を行った。

- (i) 供試植物：杉板塀を被覆する3年生のナツツタ。
- (ii) 杉板塀と斜面板：高さ180 cm、幅120 cmの杉板塀の南側と北側に、長さ180 cm、幅18 cmの杉板を3枚ずつ取付けた（図2）。杉板の角度は水平から計って30°・45°・60°の3水準とし、斜面板は各水準ごとに南面・北面共に6枚を用意した。ちなみに上段の斜面板は、下段のそれに対してほとんど日陰を落とさないようになっている。

(iii) つるの誘引と剪定：杉板塀の上半を被覆するナツツタの中から健全な（太い）つるを選択し、その先端を杉板斜面上端に誘引して、下降の方向にステップルで固定した。続いてその伸長期間中に、18 cm幅の杉板斜面上からはみ出さないように、約15 cm間隔でステップルを用いて斜面上を下向きに誘導した。なお下降実験に使用

図一 2 斜面実験用杉板塀 (cm)

しないつるの多くは剪定を行って、実験に適したつるの発生や伸長を促した。

(iv) 付着性の観察：つる先を斜面上端に誘引固定した時点から、つるの伸長と、そのつるの吸盤が斜面上に付着する状況を、時間を追って詳細に記録し、そのつるについての観察が終った時点でこれを除去し、再び新しいつるを同じ位置に誘引して次回の実験を続けた。このようにして実験期間中に、1実験区、2枚の杉板塀で5～10回の繰返しが可能であった。

ナツツタのつるに付くひげは、その1つが約7本に分枝して各々の先端に1個の吸盤を形成する（写1）。付着性の優れたひげは、自己のひげ先の総ての吸盤を板面

に付着させるが、付着性の劣るひげは1個の吸盤も付着させることができない。そこで1つのひげの付着吸盤数が0個の場合の付着係数を0、1～3個の場の付着係数

写1 ナツツタのひげと先端の吸盤
(物指の目盛はmm単位)

を0.5、4個以上の場合の付着として、次に示す式によって1本のつるの付着。その結果を、斜面角度(30°・45°・60°)と日照条件(南・北)の2つの因子について分散分析を行った。

行った。

付着状況の観察を終了した後は、斜面上に付着したつるをそのまま保存し、成長期間を終えてほぼ越冬の態勢が整った時点で、次に述べる付着力の計測を行った。

(v) 付着力の計測：図2に示す杉板塀の斜面板を取り外して実験室に搬入し、以下のように付着力の計測を行った。先づ板面に付着しているひげの節を中心につるを約2cmの長さに切断し、その断片の両端からひげにかけてナイロン糸で作った環状の引手を掛け、板面に付着している吸盤に歪力が加わらないようにしながら、バネ秤りを利用した張力測定装置を用いて、1ひげ単位毎の吸盤の付着力を計測した。計測に際しては、付着板面に対して垂直方向に張力を加え、ひげが板面から剥離した瞬間の張力の値をひげの付着力として記録した。なおバネ秤りは100g・500g・2kg用の3種を用い、更に小さな付着力の計測には挺子を利用した装置を併用して、計測精度の向上を計った。なお本稿で述べる付着力は、説明のない限り、1ひげ単位毎の吸盤の付着力を表すものとする。

(2) つるの上昇する場合の付着力の実験

自然に生育するナツツタの付着力が、つるの太さ・日照条件・散布ジベレリン濃度・つるの傾きによってどのような影響を受けるかを知るため、表2に示す処理区分によって、以下に示す要領で実験を行った。なおつるの

傾きは、垂直線を基準として測定した。そして、下降するつる(傾斜度90°以上)はほとんど発生しなかったの

表一3 ナツツタの平均付着率 (%)

方位 角度	北 側	南 側
30度	80	73
45度	65	55
60度	55	45

傾斜角度の不偏分散比 11.6** (水準0.01で有意)

日照条件の不偏分散比 9.2** (水準0.01で有意)

(i) 供試植物：供試植物は9cmポットで育成したナツツタの苗で、それを杉板塀の南北両面に4本づつ植栽した。

(ii) 供試薬剤と濃度区分：顆粒状のジベレリン(GA3)

表一2 ジベレリン散布実験における実験因子の処理区分

因 子	水 準	処 理 区 分
つるの太さ	細 い	直径1.6mm未満
	太 い	直径1.6mm以上
日 照 条 件	少	板塀の北側
	多	板塀の南側
ジベレリン濃度	対 照 区	無 処 理
	少	50ppmのジベレリンを散布
	中	150ppmのジベレリンを散布
	多	500ppmのジベレリンを散布
つるの傾き	小	傾きが0度以上30度未満
	中	傾きが30度以上60度未満
	大	傾きが60度以上90度未満

を水に溶解して所定の濃度の溶液を作り、噴霧器でナツツタ全体に均一に散布し、葉面から、水滴の滴たる寸前に散布を中止した。溶液の濃度区分は、0 ppm・50 ppm・

たということである。
(2) 下降させたつの角度と付着力
斜面を下降させたナツツタのつの付着力は、表3か

表一 4 傾斜角度、日照条件の付着率に対する
分散分析表

因 子	平 方 和	自 由 度	不 偏 分 散	分 散 比
傾斜角度 A	4 3 5 8	2	2 1 7 9	1 1 . 6 **
日照条件 B	1 7 1 9	1	1 7 1 9	9 . 2 **
交互作用 A・B	5 2 0	2	2 6 0	1 . 3 9
交互作用 AB	6 5 9 7	5	1 3 1 9	7 . 0 4
誤 差	4 4 9 8	2 4	1 8 7	
全 体	1 1 0 9 5	2 9		

150 ppm・500 ppm とし、各濃度毎に杉板塀2枚の南北両面に実験区を設定した(図1)。また散布は、8月中に2週間の間隔を置いて2度行った。
(iii) 付着力の計測：ジベレリンの散布後に伸びたつるに生じたひげについて、下後実験と同一の方法によって、同一の時期に付着力の計測を行った。ちなみに本実験においては、実験対象のつる被覆した杉板(120 m×9 m)は、塀から取り外して実験室に運で計測を行った。

3. 実験結果及び考察

下降実験の結果求められた付着率の平均値は表3に、付着率を杉板の傾斜角度と日照条件(杉板塀の南側と北側)の2つの因子について分散分析を行った結果は表4に、また平均付着力は表5に示した。更に上昇実験によって求められた付着力の平均値を表6に、付着力をつるの太さ・日照条件・ジベレリンの濃度・つるの傾斜・角の4つの要因について分散分析を行って求めた不偏分散比を表7に、つるの傾斜と吸盤の平均付着力については図3に、ジベレリン濃度と平均付着力については図4に示した。

(1) 上昇するつるの傾きと付着力

図3・表6、7に示されたように、つるの傾斜角0°～90°の範囲においては、傾斜角と付着力との間にはほとんど有意な相関が認められなかった。すなわち、垂直な壁面を上昇するナツツタは、つるの傾斜角度の違いによる個々の吸盤の付着力の差はほとんど認められなかつた

表一 5 ナツツタの平均付着力 (g/節)

方位 角度	北 側	南 側
30度	306	172
45度	210	180
60度	224	190

傾斜角度の不偏分散比 1.2
日照条件の不偏分散比 6.1 * (水準0.05で有意)

ら明らかなように、下降角度が増すにつれて低くなった。またどの角度においても、塀の北側の付着率は南側のそれより高くなった。次に表4から明らかなように、付着率の分散分析の結果得られた不偏分散比は、いずれも高い値が得られた。そして、分散比の大きさを比較するこ

表一 6 4因子に関するナツツタ平均付着力 (10g)

塀 方位	つる太さ GA ₃ 濃度 (ppm)	つる傾斜 (度)	細			太		
			0~30	31~60	61~90	0~30	31~60	61~90
北	0		37	28	27	45	41	41
	50		35	30	38	59	52	64
	150		42	44	49	68	63	70
	500		29	22	24	40	43	35
南	0		38	27	29	41	31	39
	50		35	33	32	50	38	46
	150		31	22	24	36	23	23
	500		28	27	36	50	46	44

とにより、下降角度の方が日照条件よりわずかではあるが付着率に対して大きく作用していることがわかった。
付着力については表5より明かなように、どの角度においても北側の吸盤の方が南側の吸盤よりもその値が大

きく、その不偏分散比にも水準 0.05 で有意差が認められた。これは付着力と同じ傾向を示すものである。しかし下降角が大きくなっても、付着力は減少する傾向は見られないし、その不偏分散比にも有意差は認められな

(4) ジベレリンの処理濃度と付着力

図4に示すように、杉板塀の北側ではジベレリン濃度が 0 ppm・50ppm と高まるに従って、個々の吸盤の付着力は増大し 150 ppm で最高値を示し、500 ppm でまた減少した。しかし南側では明確な最大値を示さなかった。北側のみに見てみると、シベレリンの散布によって幾分付着力の増大が考えられ、それは 150 ppm 前後の濃度が最適で 500 ppm にもなると無処理のものよりかえって付着力が減少したことを示している。杉板塀の南側では、北側のように明確なジベレリンの処理効果が見られず、北側で最高の付着力を示した 150 ppm において、逆に最低の値に落ちこんだ。このような異常とも思える変化の原因は不明であるが、表7に示された不偏分散比の値を併せて考えても、日照条件と特に 150 ppm 付近の濃度のジベレリンとの間に、付着力についての強い相関のみられたことは明らかである。

(5) 日照条件と付着力

上昇実験・下降実験のほとん

表一 付着力に関する4因子についての不偏分散比

因子		太さ	方位	GA ₃	傾き	太さ	太さ	太さ	方位	方位	GA ₃	3
水準						方位	GA ₃	傾き	GA ₃	傾き	傾き	因子
太さ	細	／	0.5	0.7	1.0	／	／	／	3.6	0.1	0.4	0.6
	太	／	** 12.5	2.3	1.7	／	／	／	** 7.5	0.6	0.5	0.2
方位	北	** 23.9	／	** 8.1	0.6	／	0.5	0.02	／	／	0.4	0.2
	南	* 5.3	／	** 4.7	* 3.2	／	1.0	0.3	／	／	0.6	0.4
GA ₃ (ppm)	0	** 7.1	0.5	／	* 3.2	1.1	／	0.5	／	0.6	／	0.1
	50	** 18.6	1.9	／	2.2	1.7	／	0.3	／	0.7	／	0.2
	150	* 5.8	** 51.0	／	1.1	5.6	／	0.2	／	1.4	／	0.07
	500	** 20.4	* 6.0	／	0.1	0.06	／	1.2	／	0.6	／	1.1
傾き (度)	0~30	** 12.6	1.2	1.3	／	0.6	0.7	／	2.1	／	／	0.8
	31~60	** 17.3	** 10.9	1.0	／	* 6.0	0.8	／	** 8.9	／	／	0.09
	61~90	** 20.1	** 10.8	* 3.6	／	0.5	1.1	／	** 12.7	／	／	0.5

注: ** (水準0.01で有意)

* (水準0.05で有意)

った。これは、個々の吸盤の付着力と下降角の相関の小さいことを意味するものである。

(3) つるの太さと付着力

図3から、塀の北側においても南側においても、またつるのどの傾斜角度においても、太いつるの方が吸盤の付着力も大きいことが明らかである。さらに図4から、ジベレリンのどの濃度の散布区においても、同様のことを明確に知ることが出来る。これらの結果から、ナツヅタは種々の環境条件下において、太いつるに生じる吸盤ほど大きな付着力を持つ傾向があることを推測できよう。

さらに図3から、また表7の不偏分散比の大きな差から、塀の南側より北側において、より一層つるの太さと付着力の相関の大きいことがわかる。これは、北側のナツヅタがほぼ健全な生育を行い、太いつるの吸盤が十分に大きな付着力を発揮するのに比べて、南側のものは高温障害等によって、太いつるも付着力が低下したことや、また太さと付着力の相関にバラツキを生じたためと思われる。

図一 上昇実験におけるつるの傾きと吸盤の平均付着力

どの実験区において、散光のみを受ける板塀北側の吸盤の付着力が、直射日光の照射を受ける南側の吸盤の付着力より大きな値を示した。この理由は、夏季の強すぎる日射によって植物体全体の樹勢が低下し、それが吸盤の付着力を低減させたこと²⁾。また、夏季にみられる塀の南面の高温化が、それに直接付着する吸盤の生理機能の低

図—4 ジベレリン処理温度と吸盤の平均付着力

下を招き、次に付着力を弱めたこと²⁾が考えられる。

4. 結 論

筆者が以前に行った調査¹⁾からも、壁面を被覆するつる植物は、それが壁面を上昇する場合には所期の付着力を発揮するが、下降する場合にはその付着力をほとんど失ってしまうことがわかった。つる植物の中で、付着力の際立って強いナツツタにおいても、このことは例外ではない。今回の上昇実験からは、上昇しながら壁面を被覆するナツツタにおいては、つるの傾きに起因して、その付着力に差が生じることは少ないことがわかった。ま

た下降実験からは、下降しながら壁面を被覆するナツツタにおいては、下降角度が大きくなるに従って、その付着率は減少するが、越年的な付着を行う吸盤は、下降角度の大小によってその付着力の差はほとんど生じないこともわかった。そして上昇するつるの付着力は、下降するつるの付着力より大きいこともわかった(表5・表6参照)。ちなみに下降実験では、下降するつるを約15cm間隔でステップを用いて板上に誘導したが、このような誘導の無い場合は、付着率はさらに低いものとなることが予想される。

日照条件と付着力については、今回の下降・上昇実験や、以前の実験²⁾からもわかるように、植栽後2・3年までの若いナツツタにおいては、種々の条件下で塀の北側のつるの付着力が南側のそれを上回るであろうことがわかった。

つるの太さに関しては、太いつるの方が細いつるに比べて常に付着力が大であることがわかった。

ジベレリン(GA₃)の散布による付着力の変化については、塀の北側に濃度の適当なジベレリンを散布した場合は、明かに付着力の増強が認められた。ナツツタの吸盤は、ガラス・プラスチック・金属等のスムーズな表面にはほとんど付着しないので、これらの素材面へのナツツタの被覆の必要な場合、ナツツタの樹体に対する生化学的な処理は、今後に残された研究課題といえるのかも知れない。

終りに、今回の圃場実験に際して御指導を賜った本学部の横井政人教授と、実験に多くの労を費してくれた同大学院生の朴容珍君に感謝の意を表したい。また供試薬剤のジベレリンは協和発酵の提供によるものを使用した。

引用及び参考文献

- 1) 冲中 健: つる植物の造園の利用に関する研究: 千葉大園学報 34, 165 ~ 236 1984
- 2) 冲中 健・武藤伸一: ナツツタの壁面付着に関する研究: 千葉大園学報 36, 141 ~ 148 1985
- 3) 小沢知雄・近藤三雄: 南横浜バイパスの環境緑化に関する調査研究: 道路緑化保全協会 1977
- 4) 森本幸裕: ナツツタの生育特性に関する研究: 斜面緑化研究 3 42 ~ 49 1981

Summary : We made field experiments on the adhesion of *Parthenocissus tricuspidata* Planch. to a wooden wall, which is one of the most popular adhesive climbers in Japan. Experimental conditions were made by controlling the inclination of stem, the diameter of stem, the amount of insolation, and the concentration of gibberellic acid applied.

The result was that the degree of stem inclination, the diameter of stem, and the amount of insolation stlongly affected the adhesive intensity of *P. tricuspidata*, and the application of gibberellic acid had a little effect on it.