

土壌量および灌水条件の違いがヘデラの 生育に及ぼす影響

増田拓朗, 佐藤聡治

Effect of Soil Volume and Watering Conditions on the Growth of *Hedera helix*

Takuro MASUDA and Toshiharu SATO

An experiment was carried out to clarify the influence of soil water conditions on the growth of *Hedera helix*. Eight experimental plots were set up in combination with three factors, soil volume (9 liter or 3 liter), watering conditions (every day or every five days; the amount of water at each watering was 5mm calculated in terms of rainfall) and perlite (included or not included).

The results analyzed using the 'quantification scale type I' were as follows:

- 1) Soil Volume and watering conditions had a great influence on top dry weight of the plants (partial correlation coefficient (r) of the former was 0.75 and that of the latter was 0.80), but perlite had almost no influence ($r=0.02$).
- 2) Soil Volume ($r=0.60$) and watering conditions ($r=0.76$) had a great influence on root dry weight as same as on top dry weight, and still more, perlite had a fairly good influence on root dry weight ($r=0.53$).

土壌量, 灌水条件(灌水量, 灌水間隔)および土壌の保水力の3つの要因が, 緑化樹の生育にどのような影響を及ぼすかを検討するために実験を行った。各要因とも2段階の処理〔①土壌量: 9ℓ/3ℓ, ②灌水条件: 毎日灌水/5日毎灌水(1回の灌水量は降水量に換算して5mm), ③パーライト: 混入/無混入〕とし, その組み合わせで計8通りの実験区を設定した。供試樹としてはヘデラ・ヘリックスを用いた。

数量化I類による解析の結果,

- 1) 地上部乾重には灌水条件(偏相関係数: $r=0.80$)および土壌量($r=0.75$)が大きく影響しており, パーライト混入の効果は全く認められなかった($r=0.02$)。
- 2) 地下部乾重についても灌水条件($r=0.76$)および土壌量($r=0.60$)の影響が大きくみられたが, 地上部と異なりパーライト混入の効果もかなり認められた($r=0.53$)。

1. はじめに

西日本においては, 緑地造成用客土として花崗岩の風化土であるマサ土が多用されているが, 問題点の一つとして, 砂質であるため保水力に乏しいということがしばしば指摘される。筆者らは先に, クスノキ幼木を用いて灌水停止実験を行い, 土壌中の有効水分量の増加およびシオレ始めるまでの日数の延長にパーライトの混入が効果的で

あることを明らかにした⁽¹⁾。

実際の緑地においては、シオレというような状態に至らしめることなく、良好な生育状態を維持するよう管理されねばならない。このような緑地における樹木管理という立場からみた場合、土壌量(逆にいえば植栽密度)、灌水条件および土壌の保水力といった要因の相互関係を明らかにする必要がある。このような観点から、土壌量、灌水条件(灌水量、灌水間隔)および土壌改良資材を変えて緑化樹(ヘデラ・ヘリックス)を生育させ、その生育に及ぼす各要因の影響について検討した。

2. 実験方法

(1) 実験場所

香川大学農学部研究用ガラス室

(2) 実験期間

植え付け 1986年4月14日

掘り上げ 1986年12月2日～4日

(3) 実験区の設定

実験区は、①土壌量、②灌水間隔、③パーライトの3要因についてそれぞれ2段階の処理を設定し、その組合せで表1に示すように合計8通りとした。

土壌量は9ℓと3ℓの2段階とした。9ℓ区は10号鉢、3ℓ区はワグナーポット(1/5000 a)を用い、どちらも底4cmに礫を敷き、その上に供試土壌を入れた(供試土壌の厚さはどちらも約15cmであった)。また、10号鉢には耐水性の白ペンキを塗って、ワグナーポットとの間に環境条件で差がでないよう配慮した。

灌水は、毎日と5日毎の2段階とし、1回の灌水量は9ℓ区は300ml、3ℓ区は100mlとした。これは降水量に換算すると約5mm

に相当する。したがって、毎日灌水区では1ヶ月あたり約150mm、5日毎灌水区では約30mmの降水量ということになる。高松における5～8月の月平均降水量は131mm(東京は148mm)であり⁽⁶⁾、毎日灌水区の場合、野外におけるほぼ平均的な値といえることができる。5日毎灌水区については、先の実験結果⁽¹⁾からみて、灌水間隔3日程度では、毎日灌水区と差が出ないだろうと予想されたこと、また1週間間隔にした場合には枯死する危険性があると判断されたことから灌水間隔を決め、設定したものである。ちなみに、月降水量30mmというのは地中海性気候(ローマ)の夏に相当する値である⁽⁶⁾。

土壌の保水力の違いによる影響をみるために、パーライト混入区と無混入区を設定した。また、各区とも腐植を供給する意味で、オガクズ牛糞堆肥を容積で30%混入した。供試土壌の構成(容積割合)は、パーライト混入区はマサ土40%、パーライト30%、オガクズ牛糞堆肥30%とし、パーライト無混入区はマサ土70%、オガクズ牛糞堆肥30%とした。

表1 実験区の設定

実験区	土壌構成(容積%)			土壌容積 (ℓ)	灌水間隔・量 (mℓ)
	マサ土	PL	堆肥		
1区	40	30	30	9	毎日 300
2区	70	0	30	9	毎日 300
3区	40	30	30	3	毎日 100
4区	70	0	30	3	毎日 100
5区	40	30	30	9	5日毎 300
6区	70	0	30	9	5日毎 300
7区	40	30	30	3	5日毎 100
8区	70	0	30	3	5日毎 100

注) PL: パーライト, 堆肥: オガクズ牛糞堆肥。

供試樹としては、ヘデラ・ヘリックスの1品種 (*Hedera helix* 'Königer's Auslese') を用いた。1区あたり8個体とし、前年秋に挿し木しておいた苗木の中から形状寸法のそろった発根状態の良好な個体を選び出し、各区の間に差がでないように配分した。

(4) 実験期間中の調査および管理など

蒸発散量を知るために、毎日夕方、各区1ポットずつ重量を測定した。灌水は重量測定後行った。なお、9月中旬から、日射量の低下に伴い蒸発散量が減少し過湿気味になる傾向がみられたので、9月20日から灌水量をそれぞれ2/3 (300ml→200ml, 100ml→67ml) に減らした。

実験期間中、2週間毎に地際直径とつる長を測定し、12月に掘り上げて、地上部と地下部に分け乾重を測定した。実験期間中、適宜除草を行った。追肥は行わなかった。

3. 結果と考察

(1) 成長量

植え付け時および掘り上げ時の地際直径とつる長を表2に示す。植え付けにあたっては、地際直径およびつる長ともに各区の間に有意差が出ないように供試個体を配分した。成長量は各区の間はかなり大きな差がみられたが、次にその経時変化についてみる。

地際直径の成長曲線を図1に示す。7月までは各区ともゆるやかな肥大成長を示し、区間の差は小さかった。毎日灌水の1, 2区は7月以降大きな成長を示し、また、3, 4区は10月に肥大成長を示したが、5日毎灌水の5~8区は8月以降成長が停止したままであった。なお、毎日灌水区では、各区とも全個体が掘り上げ時まで生存したが、5日毎灌水区では、5区が8月中旬に全個体枯死、6~8区も8個体中5個体が枯死した(表2, 3, 図1, 2に示した各区の値は生存個体の平均値である)。5日毎の灌水でも生存は可能ではないかとの予測のもとに実験を行ったわけ

であるが、8月は少々苦しかったようである。その理由の一つとして、供試苗がやや小さく根系発達が不十分で、表層の狭い範囲にしか根系分布がなく、ポット全体の土壌水分を利用できなかった(とくに表層は乾燥の進行が早い)ことが考えられる。ただし、全個体とも8月初旬までは生育していたこと、各区8個体中3個体は12月まで生存し、旺盛とはいえないが成長を示したことを考えると、8月中旬(真夏)に一時期限界的な状況にあり、その他の時期には十分とはいえないまでも供試樹が生育できるだけの有効水分はあったと考えられる。

最大つる長の成長曲線を図2に示す。地際直径の成長曲線とはほぼ同様のパターンを示しており、1, 2区は7月以降、3, 4区は9月以降大きな伸長を示した。5日毎灌水区は8月以降ほとんど伸長していない。

表2 植え付け時および掘り上げ時の地際直径とつる長

実験区	地際直径 (mm)		つる長 (cm)	
	植え付け時	掘り上げ時	植え付け時	掘り上げ時
1区	2.3 ^a	4.1 ^d	6.0 ^a	150.0 ^d
2区	2.3 ^a	4.1 ^d	6.0 ^a	204.8 ^d
3区	2.2 ^a	3.1 ^{bc}	5.8 ^a	51.3 ^c
4区	2.2 ^a	3.2 ^c	5.8 ^a	59.4 ^c
5区	2.2 ^a	—	5.6 ^a	—
6区	2.3 ^a	2.7 ^a	6.2 ^a	17.0 ^{ab}
7区	2.3 ^a	2.7 ^{ab}	6.1 ^a	12.2 ^a
8区	2.3 ^a	2.9 ^{ab}	5.9 ^a	26.1 ^b

注1) 植え付けは1986年4月14日、掘り上げは同年12月2日。

注2) 掘り上げ時の〈つる長〉は、分枝も含めたく総つる長。

注3) 表の数値は平均値、異なるアルファベットは5%水準で有意差のあることを示す(植え付け時はDuncan法、掘り上げ時は各区の個体数が異なるためCochran-Cox法によって検定した)。

注4) 1~4区は全個体生存。5区は8月中旬に全個体が、6~8区は5個体が枯死。5~8区のデータは生存個体についてのもの。

掘り上げ時の地上部乾重および地下部乾重を表3に示す。1, 2区(土壌量9ℓ, 毎日灌水)の成長が最もよく、次いで, 3, 4区(土壌量3ℓ, 毎日灌水)で, 5日毎灌水区は成長が劣った。地上部乾重は1, 2区が約6g, 3, 4区が約2gで, ほぼ土壌量に比例した値であり, 6~8区は1, 2区の1/10程度であった。地下部乾重は地上部乾重ほど各区の間の差は大きくないが, 3, 4区が1, 2区の1/2程度, 6~8区が1/5程度であった。

T/R比(地上部乾重/地下部乾重)をみると, 毎日灌水区に比べて5日毎灌水区の方が小さい。すなわち, 5日毎灌水区は地上部に比べて地下部が大きい, 逆にいえば, 地下部に比べて地上部が小さいということである。5日毎灌水区では土壌水分が少ないため, 小さな地上部を支えるためにも広い範囲から水分を集める必要があるためと考えられる。土壌中の有効水分が少ないところでは, 根系分布範囲が広くなり, T/R比も小さくなるということが, 砂丘上に生育する植物の調査でも確認されており(2, 3), 今回の実験結果からも同様のことが指摘される。

パーライト混入の影響は, 土壌量および灌水量ほど大きくはでていないが, 全くないともいえない。各要因がヘデラの生育に及ぼした影響について, 次にもう少し詳しく検討してみる。

(2) 成長量に及ぼす各要因の影響

上でみたように, 毎日灌水の土壌量9ℓ区で最もよい成長を示したわけだが, ①土壌量, ②灌水条件(灌水量, 灌水間隔)および③パーライト混入の各要因がヘデラの生育にどのような影響を及ぼしたかを, もう少し詳しく検討するために, これら3つの要因を説明変数として数量化理論I類(数量化理論I類とは, 定量的変数を複数の定性的変数で説明あるいは予測するための, いわゆる重回帰分析に対応するモデルである(4))による解析を行ってみた。その結果を表4に示す。

地上部乾重については約80%という高い寄与率が得られた。偏相関係数は, 灌水量が約0.80, 土壌量が約0.75と

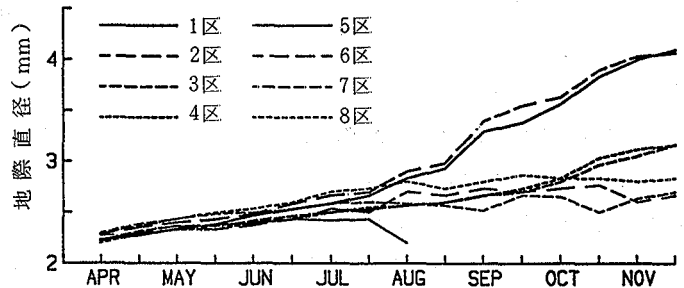


図1 地際直径の成長曲線
実験区の設定は表1参照

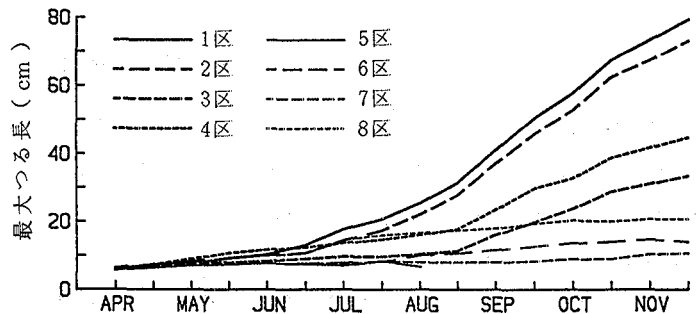


図2 最大つる長の経時変化
実験区の設定は表1参照

表3 掘り上げ時の地上部および地下部乾重

実験区	地上部乾重 (g)		計	地下部乾重 (g)	T / R
	つる乾重	葉乾重			
1区	2.36 ^d	3.53 ^d	5.89 ^d	2.05 ^d	2.92 ^d
2区	2.70 ^d	3.94 ^d	6.64 ^d	1.60 ^d	4.29 ^e
3区	0.63 ^c	1.12 ^c	1.75 ^c	0.85 ^c	2.17 ^{bc}
4区	0.82 ^c	1.31 ^c	2.13 ^c	0.84 ^c	2.64 ^{cd}
5区	—	—	—	—	—
6区	0.19 ^{ab}	0.38 ^{ab}	0.57 ^{ab}	0.28 ^a	1.92 ^b
7区	0.15 ^a	0.25 ^a	0.40 ^a	0.34 ^a	1.17 ^a
8区	0.27 ^b	0.60 ^b	0.87 ^b	0.48 ^b	1.97 ^b

注1) 表の数値は平均値, 異なるアルファベットは5%水準で有意差のあることを示す (Cochran-Cox 法による)。

注2) 各区の個体数については, 表2の注4)参照。

高い値を示し、この2つの要因が地上部の成長に大きく影響していることが認められた。

パーライトの偏相関係数は0.02~0.03であり、全く影響がみられなかった。この理由として

は、毎日灌水区の場合には土壌の保水力はあまり問題にならないことが考えられ、また5日灌水区の場合には土壌水分量としてはパーライト混入区の方が無混入区よりも多く含ん

でいるが(図3, 4参照)、先の実験報告⁽¹⁾でも明らかにしたように、表層の乾燥が早く進むのに対して、供試個体が小さく、根が深くまで伸長していなかったために、ポット中の土壌水分を十分利用できなかったことが考えられる。

地下部乾重についても寄与率約75%で、ほぼ地上部なみの寄与率が得られた。灌水条件および土壌量の偏相関数もそれぞれ0.76, 0.60と地上部に比べるとやや低いが強影響していることがうかがえる。また、パーライトの偏相関係数は、約0.53で地上部に比べると非常に高くなっている。パーライトが根系発達を促すことは別の実験でも確認されたが、その理由としては、有効水分が多いこと、通気透水性がよいことのほか、パーライト自身は養分を含んでいないので、同じ養分量を吸収するのにより広い範囲に根系を発達させることが要求されるということも考えられる。表3に示したように、他の条件が同じ場合には、パーライト混入区の方が無混入区よりもT/R比が小さくなっている。

(3) 土壌水分量の変化

土壌水分量の経時変化を図3(土壌量9ℓ区)および図4(土壌量3ℓ区)に示す。なお、土壌水分量は風乾状態を0とした時の1ポットあたりの土壌水分量で表した。毎日灌水区(1, 2, 3, 4区)は、梅雨期における土壌水分量の増加、夏期における日射量の増加および成長量の増加に伴う土壌水分量の減少がみられるものの、全期間を通してほぼ一定した土壌水分を保持していることが認められる。なお、9月中旬以降、日射量の減少に伴って蒸発散量が減少し、過湿ぎみになる傾向がみられたので、灌水量をそれまでの2/3(300ml→200ml, 100ml→67ml)に減らした。その結果、10~11月の土壌水分量はほぼ一定の値を維持した。毎日灌水区の各時期毎の土壌水分量は表5に示したとおりである。実験は、毎日夕方ポットの重量を測定した後に灌水するという方法で行ったので、ここに示された土壌水分量は、夏期の一時期を除き、ほぼ圃場容水量に近い値を示しているものと考えられる。

5日毎灌水区(5, 6, 7, 8区)は1日の灌水と4日間の乾燥という5日周期の繰り返しであり、各区ともに土壌水分量は徐々に減少する経過をたどった(梅雨期のみはほぼ一定の土壌水分量を保った)。8月中旬以降、調査個体が枯死したものについては灌水を停止した。

この灌水と乾燥の繰り返しについて、もう少し詳しい数字を比較したものが表6である。梅雨前(5/1~6/15)において、灌水日間の土壌水分減少量は9ℓ区においても3ℓ区においても、灌水量(それぞれ300ml, 100ml)以下であるにもかかわらず、次の灌水でこれを回復できていない。なお、表中の「灌水後の増加量」とあるのは灌水翌日(24時間後)に保持している増加分(すなわち、重力水を除く)を指している。梅雨期(6/16~7/20)においては、灌水日間の土壌水分減少量がそれ以前の70~80%になっているが、これについては次の灌水でほぼ全量を回復できている。梅雨後の夏期(7/21~8/10まで、8/10以降は枯死した個体があるため、表6の計算からは除外した)においては、灌水日間の土壌水分減少量は梅雨期とほぼ同じ値であるが、次の灌水によって回復できていない。梅雨期よりも日射が強くなっているにもかかわらず、土壌水分減少量(蒸発散量)が梅雨期と同程度であり、しか

表4 成長量に及ぼす各要因の影響
—数量化I類による分析結果—

成長量の指標	寄与率(%)	各要因の偏相関係数		
		灌水間隔	土壌量	パーライト
つる乾重	79.14	0.7953	0.7539	0.0328
葉乾重	79.79	0.8078	0.7501	0.0180
地上部乾重	79.51	0.8030	0.7510	0.0177
地下部乾重	74.67	0.7642	0.6048	0.5346

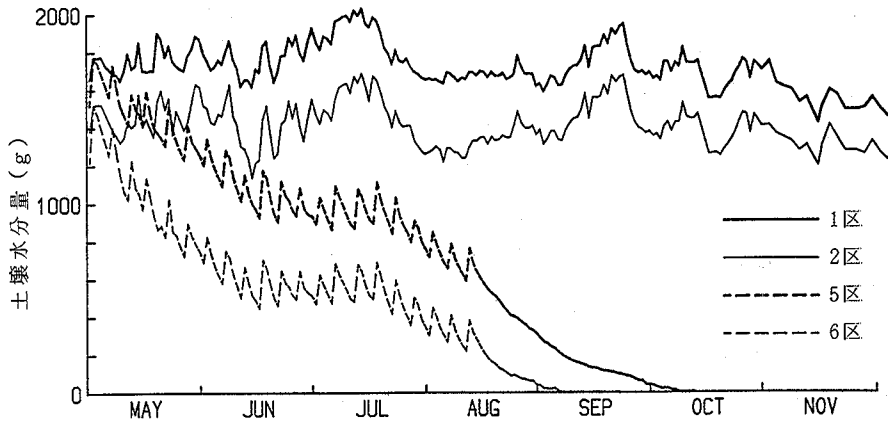


図3 土壌水分量の経時変化 (1) -土壌量9ℓ区-
土壌水分量は風乾状態を0とした1ポットあたりの水分量である。

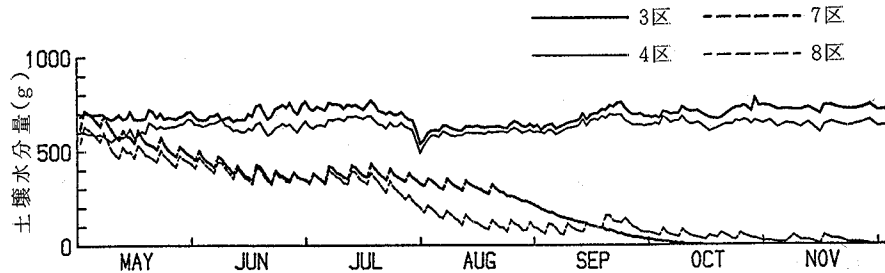


図4 土壌水分量の経時変化 (2) -土壌量3ℓ区-
土壌水分量は風乾状態を0とした1ポットあたりの水分量である。

表5 土壌水分量の変化 (毎日灌水区)

実験区	5/1~6/20	6/21~7/21	7/22~9/8	9/9~9/20	9/21~10/24
1区	1739 (70)	1885 (85)	1673 (38)	1847 (69)	1684 (73)
2区	1425 (113)	1524 (95)	1340 (62)	1583 (72)	1388 (78)
3区	683 (19)	731 (18)	629 (31)	708 (30)	696 (20)
4区	612 (30)	647 (24)	594 (27)	667 (21)	640 (18)

注1) 表の数値は風乾状態を0とした土壌水分量 (g/pot) で、平均値 (標準偏差)。

注2) 9月中旬になって蒸発散量が低下してきたので、9月20日以降、灌水量をそれまでの2/3の量に減らした。

表6 土壌水分量の変化 (5日毎灌水区)

実験区		5/1~6/15	6/16~7/20	7/21~8/10
5区	灌水日間の減少量	249 (47)	216 (44)	206 (22)
	灌水後の増加量	173 (25)	204 (40)	150 (33)
6区	灌水日間の減少量	272 (54)	198 (47)	204 (24)
	灌水後の増加量	171 (24)	194 (36)	157 (15)
7区	灌水日間の減少量	92 (20)	67 (18)	65 (5)
	灌水後の増加量	56 (8)	67 (16)	51 (10)
8区	灌水日間の減少量	86 (21)	71 (22)	83 (14)
	灌水後の増加量	58 (7)	64 (14)	43 (18)

注1) 表の数値は風乾状態を0とした土壌水分量 (g/pot) で、平均値 (標準偏差)。

注2) 8月10日以降は枯死する個体が出たため、計算から除外した。

も灌水後の増加量が梅雨期よりも少ないというのは、保持しうる土壌水分量が減少していることを示している。

梅雨前および梅雨後の夏期において土壌水分量が減少を示すことは、土壌の孔隙分布が変化し、保持しうる土壌水分量が減少していることの結果と考えられる。一般に、乾燥は土壌粒子をかたく結びつけ、小さな団粒を増加させることが知られているが、「0.5mm以下の団粒は土壌の容水量を増加させず、排水や通気をよくする比較的粗い孔隙をつめてしまう⁽⁵⁾」ともいわれている。

5日毎灌水区の場合、強度の乾燥が繰り返されることによって土壌がかたく締り、保水力が低下する過程が現れているものと考えられる。梅雨期においては、土壌の孔隙分布が変化するほどには乾燥しなかったものと思われる。

4. おわりに

造成および維持管理を考える上で、土壌水分条件と緑化樹の生育の関係を明らかにしておくことが重要である。このような観点から、土壌量、灌水条件および土壌の保水力を変えてポット実験を行ったわけであるが、ここで得られた結果を参考にしつつ、今後、実際の緑地における土壌水分条件と緑化樹の生育の関係について調査研究を進めていきたいと考えている。

引用文献

- | | |
|--|---|
| <p>(1) 増田拓朗・渡辺幸照・吉田重幸：マサ土の保水性改善に及ぼす土壌改良剤の効果，造園雑誌，49 (5)，85-89 (1986)。</p> <p>(2) 増田拓朗・小林達明・吉川 賢・森本幸裕・小橋澄治：毛烏素沙地における土壌水分条件，緑化研究，10，30-41 (1988)。</p> <p>(3) 増田拓朗・小林達明・吉川 賢・森本幸裕・小澄治：毛烏素沙地における早柳 (<i>Salix matsudana</i>) の根系分布，緑化研究，10，42-55 (1988)。</p> | <p>(4) 三宅一郎・中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎：SPSS 統計パッケージⅡ—解析編，166，東洋経済新報社，東京 (1977)。</p> <p>(5) 山根一郎：土壌学の基礎と応用，82，農文協，東京 (1976)。</p> <p>(6) 東京天文台編：理科年表—気象部，187-411，丸善，東京 (1985)。</p> |
|--|---|

(1990年5月31日受理)