マルチングボードによる 土壌乾燥防止効果の実験的検討

青木明日香*・千家正昭**・西村眞一**・牧 隆***

Experimental Study on the Reduction of Soil Moisture Consumption by Covering the Soil Surface with Mulching Board

AOKI, Asuka*, SENGE, Masateru**,
NISHIMURA, Shinichi** and MAKI, Takashi***

要 旨

本研究ではペーパー新素材のマルチングボードを用いて、土壌水分の乾燥防止効果を実験によって確認した。とくに、マルチング面積と根群分布相当域の乾燥防止効果の関係を明らかにするとともに、マルチングが灌漑水の浸透に与える影響も検討した。その結果、以下のことが明らかになった。1. 日本の夏季のように蒸発強度が高い場合（約 5~6 mm/d）でも、直径 100 cm のボードを設置することによって、主根群分布相当域（深さ 30 cm、直径 60 cm）の土壌水分減少量は裸地の場合の 56% に抑制することができた。2. 直径が 60~100 cm のボードを設置しても、ボード被覆外の圃場面から浸透した水は 8 時間でボード中心まで到達することができた。

1. はじめに

樹木に対するマルチングは緑化事業の分野で近年盛んに行われている。その効果として、土壌の乾燥防止、地温急変の抑制、雑草の抑制、土壌構造の改善等が期待されている^{1), 2), 3), 4)}。また、素材としては、敷ワラ、コモ、ジュートマット、バーク等が使用さ

れているが、これらは入手困難であったり、効果が長期間継続しない場合が多い。しかし、管理の簡素化が望まれる場面では、マルチングの効果が長期間継続し、劣化後は自然に土壌に戻る素材が必要とされ、新しいタイプのマルチング材が開発されている。

マルチング資材を用いた土壌水分保持に関する研究は数多くなされている。水庭ら⁵⁾は修景的観点から被覆材として小石・樹皮等を用いた場合の土壌水分保持効果を検討している。また、岡本ら⁶⁾や早坂ら²⁾は各種のマルチング資材(ワラ、木材チップ、碎石、不織布マット、水苔ピート、ベニヤ板、黒ビニール等)を用いて、乾燥防止効果の違いをポット試験によって検討している。これらの研究で用いられているマルチング資材の大部分はある程度の透水性を有する材質であり、植物の株元を全面被覆することを前提としている。これに対して、本研究では、下記に示すような不透水性のペーパー新素材をマルチング資材として用い、樹木株元の限られた面積を

キーワード：土壌水分動態，土壌面蒸発，等ポテンシャル線，マルチングボード

Key words: Soil Moisture Movement, Evaporation from Soil Surface, Equipotential Line, Mulching Board

* 岐阜大学大学院農学研究科, 生物生産システム学専攻
Department of Biological Production System, Graduate School of Agriculture

** 岐阜大学農学部生物生産システム学科
Department of Biological Production System, Faculty
of Agriculture, Gifu University

*** ダイトウグリーン株式会社
Corporation of Daitou Green

被覆することによって、根群域の乾燥防止効果を確認しようとするものである。

今回の実験で用いたマルチングボードは、再生紙に不織布、樹脂コーティング等を組み合わせたペーパー新素材を使用している。マルチングボードの裏面（土壌との接触面）は不透水性のポリエチレンコーティングによって完全に遮水されているので、マルチングボードを通して土壌面から蒸発することはない。

マルチングボードは図1に示すように、一半径に切り込みが入った厚さ1.2 mm 程度 の円盤形である。定植した樹木がボード中心にくるように設置し、切り込み部の土壌面が露出しないように半径方向に数 cm 幅で重ね合わせ、金属製のピンで土壌面に固定する。このボードは2、3年の耐久性を持ち、劣化後は土壌に還元される性質を持っている。すでに、高速道路の中央分離帯やのり面等で、定植後から活着までの土壌水分保持や、樹木や植被が全面繁茂するまでの雑草防除、また、生育期間中の土壌面蒸発を抑制することを目的として利用されている。

このようなボードを用いてマルチングを行った場合、被覆面積が大きくなると土壌面蒸発が大きく抑えられることは当然であるが、その反面材料費が高くなり、灌漑水や雨水の根群域への浸透を阻害する

図1 マルチングボードの概要

Fig.1 The Outline of Mulching Board

ことも予想される。このため、望まれる土壌水分保持能力を維持できる最小のボード面積を求めることが必要とされる。

本研究では、被覆面積の異なるマルチングボードを用いて、マルチング効果の一つである土壌水分の乾燥防止効果を実験によって確認し、とくに、マルチング面積と根群分布相当域（樹木を植栽した場合、根群が主に分布すると考えられる範囲）の乾燥防止効果との関係を検討した。さらに、マルチングが灌漑水の浸透に与える影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 乾燥実験

マルチングボードによる土壌面蒸発の抑制効果を調べるため、岐阜大学黒野農場のビニールハウス内に試験圃場を設けて下記のような計3回（1993年10月14日～11月28日、1994年8月24日～9月6日、1995年8月29日～9月20日）の乾燥実験を行った。

2.1.1 試験区の構成

周囲を小溝（幅30 cm×深さ20 cm）によって囲まれた矩形（4 m×9 m）の試験圃場内に、直径100 cmのマルチングボードにより地表面を被覆した「マル

図2 試験区の概要

Fig.2 The Outline of the Test Field

チ大区」と、直径60 cmのマルチングボードによる「マルチ小区」、マルチングを行わない「裸地区」の3試験区を設けた(図2)。なお、表層から深さ30 cmまでの土壌はロータリー耕等によってよく耕起、攪拌し、均一な土壌条件に調整した。

散水チューブを用いて地表面に24時間以上灌水し、土壌を十分湿潤状態にした後、マルチングボードを設置した。マルチングボード被覆外の土壌面から蒸発させ、マルチングボード被覆下の土層断面における土壌水分の時間変化を測定した。

なお、ボード中心には樹木を植栽せず、土壌面からの蒸発による影響のみを検討した。

2.1.2 観測項目

観測項目は、土壌水分張力、水面蒸発量、土壌面蒸発量、地下水位の4項目とし、原則として1日1回定時(午前9時頃)に測定した。

1) 土壌水分張力

各試験区の深さ30 cmまでの土層を対象にして自記テンシオメータを埋設した。「マルチ大区」での埋設地点は、圃場面から5 cm, 15 cm, 25 cmの各深さ

においてボード中心から端へ向かって等間隔(16 cm間隔)に4箇所(合計12点(4×3))であった。「マルチ小区」は、「マルチ大区」と同じ深さに、水平方向はボード中心から14 cm間隔で3箇所の合計9点(3×3)、「裸地区」は他の2試験区と同じ深さに各1点の合計3点であった(図3)。

土壌水分張力は自記テンシオメータを用いて測定した。自記テンシオメータは、大起理化工業社製のポーラスカップと日本アレフ社製の圧力センサーを塩ビパイプで連結し作成した。土壌水分の減少により発生したテンシオメータ内の負圧は圧力センサーの出力電圧で検知し、1時間毎の出力電圧はインターフェイスを介してデータロガー(ユニパルス社L810B)に記録した。

2) 水面蒸発量

ハウス内の可能蒸発量を測定するために、小型蒸発パンを試験圃場中央に設置した。小型蒸発パンは直径20 cm深さ10 cmの灰色に塗装した容器で、これに1000 ccを注水し、水面蒸発による減少量をメスシリンダーで計測した。

3) 土壌面蒸発量

裸地区表層の不攪乱土壌を100 cc サンプラー(断面積20.4 cm²、高さ4.9 cmの円筒形)に採土し、サンプラーの下端面は水分の浸透を防ぐために蓋をし、上面を大気に開放して、再び裸地区表層の同じ場所に設置した。その際、サンプラー上面の土壌面は、圃場面近傍の空気環境と同じ条件にするために、圃場面と等しい高さになるようにしてサンプラーを埋設した。

埋設したサンプラーを1～2日放置した後、その間の重量変化をサンプラー断面積で除して土壌面蒸発量を求めた。

採土地点が重複しないよう配慮しながら、上記の実験を観測期間中繰り返し行い、乾燥実験期間中の土壌面蒸発量を連続して測定した。

4) 地下水位

直径7 cmの塩ビパイプを地表面から深さ120 cmまで埋設し、地下水位観測孔を圃場中央に設け、地表面から地下水面までの深さを測定した。

実験期間中の地下水位は観測孔の底(圃場面から深さ120 cm)より深く、直接地下水位を測定することができなかった。すなわち、地下水位は圃場面から120 cmより深い位置にあり、地下水面からの毛管上昇水による影響は少ないものと判断した。

図3 試験区の断面図

Fig.3 The Cross Section of the Test Plot

表 1 土壤物理試験の結果

Table 1 Physical Properties of Soil Profile

深	さ	5 cm	15 cm	25 cm
真 比 重 (g/cm ³)		2.649	2.642	2.635
乾 燥 密 度 (g/cm ³)		1.272	1.244	1.253
透 水 係 数 (cm/s)		2.71~4.02×10 ⁻⁴	3.17~3.25×10 ⁻⁴	2.42~5.80×10 ⁻⁴
土 性	国際土壤学会法	砂 壤 土		壤 土
	日本農学会法	砂 壤 土		壤 土
三相分布 (%)	固 相	51.2	47.7	50.4
	液 相	38.8	41.1	38.1
	気 相	10.0	11.2	11.5

2.1.3 土壤の物理試験

実験終了後に、各試験区から土壤を採土して土壤の物理性を調べた。各試験区における深さ 5 cm, 15 cm, 25 cm の不攪乱土と、攪乱土を採土し、比重試験、粒度試験、透水試験、pF 試験を行った。

試験圃場の土壤の物理性を表 1 に示した。

粒度分析の結果から土性を分類すると、日本農学会法による分類名は表層が砂壤土、下層が壤土であり、国際土壤学会法によっても同じ分類名である。

飽和透水係数は、サンプラーで不攪乱土を採取し、室内実験で求めたものであり、10⁻⁴ cm/s オーダーの値を得た。しかし、室内の透水試験では水の浸透速度を規定する土層内で発達した亀裂の影響を正確に評価できなかったため、現場透水係数に比べるとこの数値は小さいことが予想された。また、後述の灌水実験における水の浸透速度からみてもこの数値は実態をやや低く評価している。

表中の三相分布は、圃場容水量の状態を示した。全層にわたって液相率は40%前後、気相率は10%以上と適度な保水性と通気性を有する土壤で、植物生育に適した一般的な畑土壌であった。以上の結果より、表層から深さ30 cm までの各土層の物理性はほぼ等しく、全層にわたって均一な土壤条件であったことがわかった。

2.2 灌水実験

株元を不透水性のマルチングボードで被覆すると、ボード上に降った雨水や灌漑水は圃場面に直接浸透することができないため、主根群域内の土壤水分増加を妨げることが予想される。そこで、ボード外の圃場面から浸透した灌漑水や雨水が主根群域の土層内に到達できるか否かを確認するために、ビニールハウス内に試験圃場を設置して灌水実験を行った。

乾燥実験終了後に試験区内の裸地面を利用してマルチングボードを設置し、各試験区の周囲 (200 cm×200 cm) を高さ 8 cm の畦畔で囲んだ。各試験区には自記テンシオメータを乾燥実験の場合と同じ位置に埋設した。

各試験区の畦畔内に水深換算して30 mm 相当の水量 (120 l) を一気に灌水し、畦畔内を湛水させた。マルチ小区は10月3日に、マルチ大区は10月19日に、灌水実験を開始した。灌水直前のボード中心地点における深さ 5, 15, 25 cm の土壤水分張力はそれぞれの深さで、マルチ小区が455, 534, 455 cmH₂O、マルチ大区が297, 227, 213 cmH₂O の値を示し、他の地点における同じ深さの土壤水分張力もほぼ同じ値を示した。このように、土壤水分の初期条件はマルチ小区の方がマルチ大区に比べて乾燥状態にあった。灌水後の浸潤状況を把握するために、マルチングボード被覆下の土層断面内における土壤水分の時間変化を自記テンシオメータにより測定した。測定時間間隔は10分であった。

3. 結果と考察

3.1 土壤水分張力の日変化

乾燥実験における深さ15 cm での土壤水分張力の日変化を図 4 (a)に示す。グラフに示すマルチ区の値は、根群がとくに密集すると予想されるボード中心直下のものである。

実験期間 (8月24日～9月6日) 中の平均蒸発強度は5.7 mm/d と高く、裸地区では土壤水分張力が灌水後6日目から徐々に上昇した。さらに、灌水後14日目には裸地区で約550 cmH₂O を示したのに対し、マルチ小区では290 cmH₂O、マルチ大区では170 cmH₂O と低くなっており、マルチングにより乾燥の程度が小さくなっていた。また、マルチング面積

図4 土壌水分張力の日変化
(1994年8月24日～9月6日)

Fig. 4 The Change of Soil Moisture Tension
(1994. 24th August ~ 6th September)

が大きくなると土壌水分の保持効果も大きくなった。

図3に示すような、ボード中心(図中A点)とボード境界(図中C点)、さらに両地点の中間地点(図中B点)での土壌水分張力の日変化を比較したが、

いずれの地点においても裸地区、マルチ小区、マルチ大区の順に高い値を示した。しかし、ボード境界(深さ15 cm)での土壌水分張力は、灌水後14日目になるとマルチ小区で510 cmH₂Oとなり、裸地区(547 cmH₂O)とほとんど差が見られなかった(図4(c))。これに対し、マルチ大区ではボード境界においても305 cmH₂Oと裸地区に比べてかなり低くなっており、マルチングによる土壌水分の保持効果が大きく現れた。

深さ5 cmと25 cmの土壌水分張力においても同様の傾向を示したが、とくに深さ5 cmではマルチ区と裸地区の差がより顕著になったのに対し、深さ25 cmでは試験区間の差が小さくなる特徴が見られた。

このように、ボードによる被覆面積を大きくすると、ボード中心付近の土壌水分だけでなく、ボード境界に至るまでの全土層の土壌水分がより長期間保持されることが期待できる。

3.2 蒸発強度がマルチング効果に及ぼす影響

気象条件(蒸発強度)とマルチング効果の関係を明らかにするために、実験期間中の平均蒸発強度が1.8 mm/d(1993年10月14日～11月28日)、4.0 mm/d(1995年8月29日～9月20日)、5.7 mm/d(1994年8月24日～9月6日)である時の乾燥過程について比較した。図5は各試験区中心の深さ5 cmにおける土壌水分張力と積算水面蒸発量との関係を表している。グラフ横軸(積算水面蒸発量)は小型蒸発パンからの水面蒸発量を累積したものであり、実験期間中の平均蒸発強度(mm/d)は積算水面蒸発量を実験期間(日数)で除して求めた。なお、各プロットは毎日の観測データである。

裸地区では、積算水面蒸発量と土壌水分張力との関係が蒸発強度によって大きく異なった。蒸発強度が最も小さい1.8 mm/dの場合は、積算水面蒸発量が80 mmとなっても他の蒸発強度の時に比べて土壌水分張力が200 cmH₂Oと小さく乾燥は進まなかった。これは、土壌面からの蒸発強度が小さいので、下方からの水分の毛管上昇によって土壌水分の減少が十分に抑制できるからである。その結果、裸地区とマルチ区の土壌水分張力には顕著な差が見られなかった。

一方、平均蒸発強度が4.0 mm/d以上になると、毛管上昇による水分補給に比べて土壌面からの蒸発強度が著しく大きくなったので、裸地区の土壌水分張

図 5 蒸発強度がマルチング効果に及ぼす影響
Fig. 5 The Relation between the Evaporation Intensity and the Effect of Mulching Board

力は急激に増加した。特に平均蒸発強度が最大の5.7 mm/d の場合には、積算水面蒸発量が80 mm の時に600 cmH₂O (pF2.78) まで上昇し、ほぼ生長阻害水分点に達した。これに対して、マルチ区では土壌面蒸発が抑制されるため土壌水分の保持効果が大きく現れた。平均蒸発強度が4.0 mm/d の時はマルチ小区、マルチ大区ともに土壌水分の保持効果が高く、積算水面蒸発量が80 mm の時に両試験区とも土壌水分張力は160 cmH₂O に抑制された。さらに、平均蒸発強度が5.7 mm/d に達しても、マルチ大区の土壌水分張力は蒸発強度が1.8 mm/d, 4.0 mm/d の場合とほぼ同様の変化を示し、裸地区、マルチ小区と比較して大きな水分保持効果が確認できた。

このように、蒸発強度が高い夏季にマルチングの効果は大きく現れ、蒸発強度が6 mm/d 前後(日本の気象条件では最大月蒸発散位にほぼ等しい)まで高くなっても、ボードの直径を1 m(マルチ大区)にすれば十分な蒸発抑制効果が期待できることが明らかになった。

3.3 乾燥過程における等ポテンシャル線の変化と土壌水分動態

ボードによって被覆された土層断面内の土壌水分張力(マトリックポテンシャル)の測定値から、100, 200, 300, 400 cmH₂O となる位置を推定し、等マトリックポテンシャル線(以下、「等ポテンシャル線」と呼ぶ)を描いた。図6(a), (b)に、乾燥の経過に伴う等ポテンシャル線分布の時間変化を、マルチ小区、マルチ大区について示す。なお、マルチングボードによって被覆した土層断面内での土壌水分分布はマルチングボードの中心軸に対して左右対称の分布であると仮定できるので、中心軸より右側の分布図のみを示した。

3.3.1 等ポテンシャル線の変化

等ポテンシャル線の時間変化から、土層断面内での乾燥の進行状況を正確に把握することができた。

各等ポテンシャル線はボード境界からボード中心の表層に向かってくさび状に侵入し、時間の経過に伴ってその位置が下方へ平行移動していく様子が確認できた。

たとえば、マルチ小区では200 cmH₂O の等ポテンシャル線が灌水後6日目に発生し、ボード境界の深さ12 cm からボード中間地点の圃場面に向かってくさび状に侵入した。灌水後10日目における200 cmH₂O の等ポテンシャル線は6日目の位置より深くなり、ボード境界の深さ23 cm 地点からボード中心の深さ16 cm の地点に向かって伸びた。灌水後14日目には、その位置がさらに深くなり、対象土層(深さ30 cm)から完全に消滅した。他の等ポテンシャル線についても時間的な差はあるものの、同様の動きが見られた。

マルチ大区においてもマルチ小区と同じ傾向が見られたが、より顕著にマルチングの影響があらわれた。

マルチ大区に各等ポテンシャル線が侵入する時期は、マルチ小区より4～8日程度遅くなった。たとえば、200 cmH₂O の等ポテンシャル線は灌水後10日目に発生し、14日目においてもボード中心に到達し

図6(a) 乾燥過程における等ポテンシャル線の分布 (マルチ小区) (1994年8月24日~9月6日)

Fig. 6(a) Soil Moisture Distribution in the Soil Cross Section (In case of Small Mulching Plot)

ていなかった。また、等ポテンシャル線はボード中心に向かうにしたがって急勾配になった。この傾向は、乾燥が進んだ14日目に最も顕著になり、とくにボード中心部では等ポテンシャル線がほぼ鉛直方向に分布した。このように、ボードによって被覆される面積が大きくなると、ボード中心付近に及ぶ土壌面蒸発の影響は非常に小さく抑えられることが明らかになった。

3.3.2 土壌水分動態

土壌水分は全ポテンシャル (=マトリックポテンシャル+位置ポテンシャル (重力ポテンシャル)) の

図6(b) 乾燥過程における等ポテンシャル線の分布 (マルチ大区) (1994年8月24日~9月6日)

Fig. 6(b) Soil Moisture Distribution in the Soil Cross Section (In case of Large Mulching Plot)

大きい地点から小さい地点に向かって移動する。すなわち、全ポテンシャルによる等ポテンシャル線が描かれれば、それに垂直な方向に土壌水分が移動する。図6(a), (b)はマトリックポテンシャルによる等ポテンシャル線図であり、位置ポテンシャルを考慮していないので、これらの図から水の動きを正確に推定することはできない。しかし、各地点における位置ポテンシャルの差は最大でも20 cmH₂O (深さ5 cmと25 cmの地点)であるので、位置ポテンシャルの影響は乾燥が進んだ段階ではマトリックポテンシャルに比べて極めて小さかった。そこで、図6の等

ポテンシャル線を参考にして土壌水分の動きを大まかに推定し、その方向を図中に矢印で表した。

土壌水分の動きは、マルチ小区、大区ともに共通した傾向がみられた。マルチングボード被覆下の土層では土壌面からの蒸発が抑制されるため、表層の土壌水分は上方向だけではなく、蒸発によって乾燥した状態となっているボード境界の土層に向かって動いた。下層の土壌水分は表層で消費された水分を補うように上向きに移動するかボード境界の表層へ向かって動いた。

3.4 土壌水分減少量

3.4.1 計算方法

マルチングボードによって被覆された土層内の土壌水分減少量を求めることによって、土壌面蒸発の抑制効果を定量的に評価した。

土壌水分減少量を計算するために、マルチングボード直下の土層を図7に示すように分割した。すなわち、土壌水分はボードの中心軸について同心円状に分布すると仮定できるので、ボード中心部は円柱形、その周辺はドーナツ形の小ブロックに分割した。小ブロック内の土壌水分は均一であると仮定し、各ブロックのほぼ中央に設置したテンシオメータの測定値を用いた。

乾燥実験期間中の各試験区における土壌水分減少量を以下の方法で求めた。

① 各ブロックで測定した土壌水分張力 (pF) から土壌水分特性曲線 (pF $\sim\theta$ 曲線) を用いて乾燥開始時と終了時の体積含水率 (θ) を求めた。

図7 対象土層の形態 (例：マルチ大区)

Fig. 7 The Method of Dividing the Soil Layer for Calculating the Soil Moisture Extraction (In case of the Large Mulching Plot)

② 観測期間中の各ブロックにおける体積含水率の変化量に当該ブロックの体積を乗じ、これを対象土層について合計し、根群分布相当域の平面積で除して水深換算した。

土壌水分減少量 D (mm) は下式で表される。

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N (\theta_{i0} - \theta_{ie}) V_i}{10 \times \pi R^2}$$

ここで、 V_i ：ブロック i の体積 (cm^3)、 θ_{i0} 、 θ_{ie} ：乾燥開始時と終了時のブロック i の体積含水率 (%), R ：根群分布相当域の半径 (cm), N ：対象土層のブロック分割数、とする。

3.4.2 各試験区での土壌水分減少量

平均蒸発強度が最大 (5.7 mm/d) となった1994年8月24日～9月6日の乾燥期間中 (13日間) について土壌水分減少量を計算し、その結果を表2に示す。マルチ区では、樹木の根群域を深さ30 cm、直径を40～100 cmと仮定し、各根群分布相当域内での土壌水分減少量を計算した。なお、観測期間中の水面蒸発量は74 mmであった。

裸地区における土壌面蒸発量の実測値が35.4 mmであったのに対し、深さ30 cmまでの土壌水分減少量は34 mmとほぼ等しい値である。このことは、実測データの精度と3.4.1で示した計算法の妥当性を実証するものであった。

これに対して、マルチ区の土壌水分減少量は裸地区に比べて小さかった。また、マルチング面積を大きくすると土壌水分減少量は小さくなった。

マルチ小区における被覆下土層全体 (深さ30 cm、直径60 cm) の土壌水分減少量は26 mmで、裸地区の76.5%であった。マルチ大区での効果はさらに大きくなり、被覆下土層全体 (深さ30 cm、直径100 cm)

表2 各試験区における消費水量
(1994年8月24日～9月6日)

Table 2 Soil Moisture Extraction of each Test Plot
(1994. 24th August ~ 6th September)

根群域直径 (cm)	消費水量		
	裸地区	マルチ小区	マルチ大区
40		24.0 (*70.6)	18.2 (53.4)
60	34.0	26.0 (76.5)	19.0 (55.9)
80	(**35.4)	—	20.0 (58.8)
100		—	20.5 (60.1)

* 裸地区の消費水量との比 (単位：%)

** 土壌面蒸発量 (単位：mm)

の土壤水分減少量は20.5 mmで裸地区の約60%程度まで抑制された。

また、根群域の直径が60 cmであると仮定すると、マルチ大区の土壤水分減少量は19 mmで、裸地区の56%、マルチ小区の73%まで減少した。

3.5 マルチングボードが灌漑水の浸透に及ぼす影響

灌水実験で測定した土壤水分張力から等ポテンシ

ヤル線の時間変化を推定した (図8(a): マルチ小区, (b): マルチ大区)。

マルチ小区において灌水された水はボード境界の地表面から浸透し、10分後にはボード境界の深さ15 cmまで浸透し、同時にボード中間の深さ15 cm地点へ側方から水平方向に浸透した。2時間後には、ボード中間、境界の土壤水分張力がほとんどの地点で60 cmH₂O以下に低下したのに対し、ボード中心部にはまだ水が到達せず、土壤水分張力も灌水前の400 cmH₂O前後の値を示し、乾燥状態が残った。さらに、8時間後には地表面から深さ30 cmまでのほぼ

灌水10分後 (10月3日 16:28)

2h後 (18:18)

8h後 (10月4日 00:18)

(単位 cmH₂O)

図8(a) 灌水過程における等ポテンシャル線の分布 (マルチ小区)

Fig. 8(a) Soil Moisture Distribution in the Soil Cross Section
(In case of the Small Mulching Plot)

灌水直後 (10月19日 16:10)

10分後 (16:20)

1h後 (17:10)

(単位 cmH₂O)

図8(b) 灌水過程における等ポテンシャル線の分布 (マルチ大区)

Fig. 8(b) Soil Moisture Distribution in the Soil Cross Section
(In case of the Large Mulching Plot)

全土層において100 cmH₂O以下となり、樹木の生育に十分な土壤水分分布(圃場含水量状態)に達した。すなわち、ボード被覆外の地表面から浸透した水は8時間以内にボード中心部の土層に浸透することができた。

マルチ大区においても灌水された水はボード境界の地表面から浸透し、10分後には、ボードによって被覆された表層土層(深さ5 cm)のほぼ全域に広がった。同時にボード中心から半径25 cmの範囲の土層は表層から深さ30 cmに至る全地点において土壤水分張力が急激に低下した。これらの様子より、ボードと地表面の間に微小な隙間が生じたこと、また、表層土層の乾湿の繰り返しの影響によって圃場表面から深さ方向に亀裂が発達していたことが推測された。すなわち、この隙間に灌水水が流れ込み、地表面の亀裂に浸透したため表層の土壤水分張力が急激に低下したと思われる。1時間後にはボード被覆下のほぼ全土層において70 cmH₂O以下に低下した。

このように、マルチング面積が大きい場合でもボード被覆下の土層断面に亀裂が生じていたり、ボードと圃場面との間に隙間が生じている場合は、この隙間や亀裂からも灌水水等が浸透し、短時間でボード中心に十分な水分が浸透することができた。

4. おわりに

本実験結果や考察は限定された条件下で実施したもので必ずしも汎用性を持つものではない。とくに、実際に樹木を植栽した場合、土壤水分がどのようになるかについて明らかにすることが今後の課題である。

研究成果をより一般的なものとする方法として、土壤水分動態の数値モデルを作成し、色々な境界条件の下でシミュレーションすることが考えられる。今後、このようなシミュレーションによって、マルチングボードの面積と蒸発抑制効果との関係や、ボード面積と雨水や灌水水による土壤水分増加との関

係について具体的に明らかにし、様々な土壤条件(特に、保水性・透水性)下での最も効率的なマルチング面積を検討する予定である。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、ジオグリーンテック株式会社代表取締役長谷川秀三氏の多大なご助言とご支援を頂戴した。実際の観測と実験は、岐阜大学農学部の竹内淳子君と中村幸恵君の両名(現在、岐阜県庁勤務)によるものである。また、岐阜大学付属農場の職員の方々には快く試験圃場を提供していただいた。なお、本研究の一部は文部省科学研究費(一般研究C, 課題番号06660298, 研究代表者 千家正照)の補助を受けて行った。記して心より謝意を表す。

引用文献

- 1) 長谷川秀三・牧 隆：新マルチング材の乾燥防止について、第9回道路緑化研究発表会要旨論文集, 14-15, 1990
- 2) 早坂尚生・芳野英治・近藤三雄：緑化用資材の性能評価に関する研究(1)―各種マルチング資材の昇温・乾燥防止効果―、第11回道路緑化研究発表会要旨論文集, 24-25, 1991
- 3) 青木明日香・千家正照・西出 勤：マルチングボードによる土壤水分蒸発抑制効果に関する研究, 第51回農土学会京都支部研究発表会講演要旨集, 110-111, 1994
- 4) 青木明日香・千家正照・西出 勤・牧 隆：マルチングボードによる土壤乾燥防止の実験的検討, 第52回農土学会京都支部研究発表会講演要旨集, 184-185, 1995
- 5) 水庭千鶴子・雨宮 悠・矢橋長吾：修景用表面被覆材の蒸発抑制効果に関する実験的研究, ランドスケープ研究, 58(5), 93-96, 1995
- 6) 岡本諒明・田中幸雄：各種の緑化マルチング材における土壤水分蒸発および昇温の抑制効果について, 第25回日本緑化工学会研究発表会研究発表要旨集, 176-179, 1994

(1997. 8. 5受理)

Summary

The field experiment in this research showed that soil moisture consumption decreased by covering the soil surface with mulching board made of new paper material. The relation between the mulching area and the soil moisture consumption within the root zone was determined, and the effects of mulching board

on the infiltration of irrigated water was discussed. The results obtained were as follows. 1. Under the high evaporation rate (5~6 mm/d) in summer season, the soil moisture consumption in the root zone (at 30 cm depth and 60 cm diameter) decreased to 56% of the bare soil surface by covering soil surface with mulching board (100 cm in diameter). 2. Even if the soil surface was covered by mulching board with 60~100 cm in diameter, sufficient amount of water could penetrate into the center of the mulching board from the outside. It took about eight hours.