



あたらしい 農業技術

No.560

茶園における点滴かん水による
夏季干ばつ対策

平成 23 年度

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 茶園において、夏季の干ばつ対策を目的とした、点滴チューブによる樹冠下かん水基準を作成しました。
- (2) 点滴かん水では、1回のかん水量は少量(1回5-10 L/m²;茶園面積当たり[以下同じ])でも効率よく供給でき、局所的に茶樹が利用しやすい水分状態を維持できます。また、茶樹の土壤水分消費域はかん水位置直下に集中して、消費水量は確保されます。
- (3) かん水域の土壤水分を pF2.3 以下、水供給量を1回5-10 L/m²で週20 L/m²(日2.9 L/m²)以上にする事で、茶葉の光合成・蒸散活性が維持され、適正なかん水効果が得られます。
- (4) 作成された樹冠下かん水基準により、スプリンクラーを利用する慣行法に比較して70-80%の水供給量で適正な土壤水分に維持されることが期待できます。

2 技術、情報の適用効果

- (1) 夏季の干ばつ被害を抑制することができます。

3 適用範囲

- (1) 畑地かんがい、または同等の水量が供給できる施設が整備され、点滴かん水チューブが敷設された茶園に適用できます。

4 普及上の留意点

- (1) ピッチ30cm以内のかん水チューブを1うねに2本配し、供給水量を管理して、適正な水量を維持する必要があります。

目 次

はじめに	1
1 従来のかん水基準（スプリンクラー）	1
2 樹冠下かん水の特徴（かん水域と消費域）	1
(1) 1回のかん水量とかん水域	1
(2) 樹冠下かん水の土壤水分消費域	2
3 点滴チューブによるかん水管理方法	3
(1) 水供給量と個葉の光合成・蒸散活性	3
(2) 水供給量と秋季の枝条生育量	4
(3) 土壤水分張力と個葉の光合成・蒸散活性	5
(4) 点滴チューブによる樹冠下かん水のかん水基準	6
4 自然条件下における土壤 pF を指標としたかん水管理	6
おわりに	7

はじめに

チャの干ばつ害は、蒸散量が多く高温障害も加わる夏季に被害が大きくなります。特に近年の夏季は異常高温と干ばつが常態化し、茶樹の生理機能低下による生産性への影響が危惧されています。干ばつ害はかん水により被害軽減が期待できることから、静岡県においても茶園への畑地かんがい施設の整備が進められてきました。畑地かんがいでのかん水装置はスプリンクラーを前提としていますが、近年は点滴チューブによる樹冠下かん水を導入する事例が多くなっています。しかし、これまで点滴チューブを利用したかん水基準は示されていませんでした。そこで、茶園樹冠下かん水の特性を解明し、夏季の干ばつ対策として利用する場合のかん水基準を作成したので報告します。

1 従来のかん水基準（スプリンクラー）

スプリンクラーによるかん水基準（表1）は従来から示されています。ここで1回のかん水量は圃場容水量まで戻す水量であり、赤黄色土壌で土壌水分張力 pF2.3 時にかん水する場合は 20～30t/10a 程度が必要になります。本基準では、消費した水量以上を茶園全面に散布して土壌水分が不足しない状態を常に保つように定められています。本方法は不要な場所への散布ロスや、散水ムラを補うための過剰な散布などにより、多量の水を必要とします。点滴チューブなどを利用した樹冠下かん水はこれらの欠点を補うかん水方法となりますが、その特徴からかん水基準も従来と異なります。そこで樹冠下かん水の特徴と管理方法を以下に説明します。

表1 土壌別かん水方法(生産指導指針より)

区分	項目	赤黄色土壌	黒ボク土壌
夏季	かん水開始の時期	テンシオメーター示度 pF2.3	同左
	日要水量	3.5～4.0mm(3.5～4.0 t /10a)	同左
	間断日数	7日以内	7～9日以内
	1回のかん水量	25～30mm(25～30t/10a)	30～35mm

- 注1) テンシオメーターの埋設位置は、雨落ち部の深さ10～30cmとする。
2) 砂質土壌では、乾燥しやすいので間断日数を短縮する。
3) 排水不良茶園では、1回のかん水量を少なくする。

2 樹冠下かん水の特徴（かん水域と消費域）

(1) 1回のかん水量とかん水域

茶園面積あたり5, 10, 15, 30 L/m²を樹冠下及び全面にかん水した時の、かん水前後での茶園土壌の位置別、層別の含水率変化量を図1に示しました。1回のかん水量が少量(5 L/m²)の場合、全面かん水では土壌含水率がほとんど増加しませんが、樹冠下かん水ではかん水位置直下で表層(深さ10cm)から下層(深さ40cm)まで土壌含水率が高まりました。かん水量が増加(10→30 L/m²)するに従い、全面かん水では土壌全域での含水率が高まりましたが、樹冠下かん水はかん水域、含水率ともに少量(5 L/m²)と同等でした。

かん水1日後の茶園土壌中(深さ40cm以内)の増加水量(当日消費水量として翌日消費水量を加算補正後)を表2に示しました。かん水量が5 L/m²の場合、全面かん水では1.4 L/m²

(かん水量の 28%)に対し、樹冠下かん水では 2.4~3.1 L/m²(同 48-62%)と高くなりました。また、樹冠下に 5 L/m²、10L/m²をかん水した場合、増加水量はそれぞれ 3.1、3.4 L/m²となりました。

樹冠下かん水はかん水域が狭い分、局所的には多量の水が供給されることから、1回あたりのかん水量は少量でも十分なかん水効果が得られ、逆に多量になると地下浸透が増加していることが推察されます。

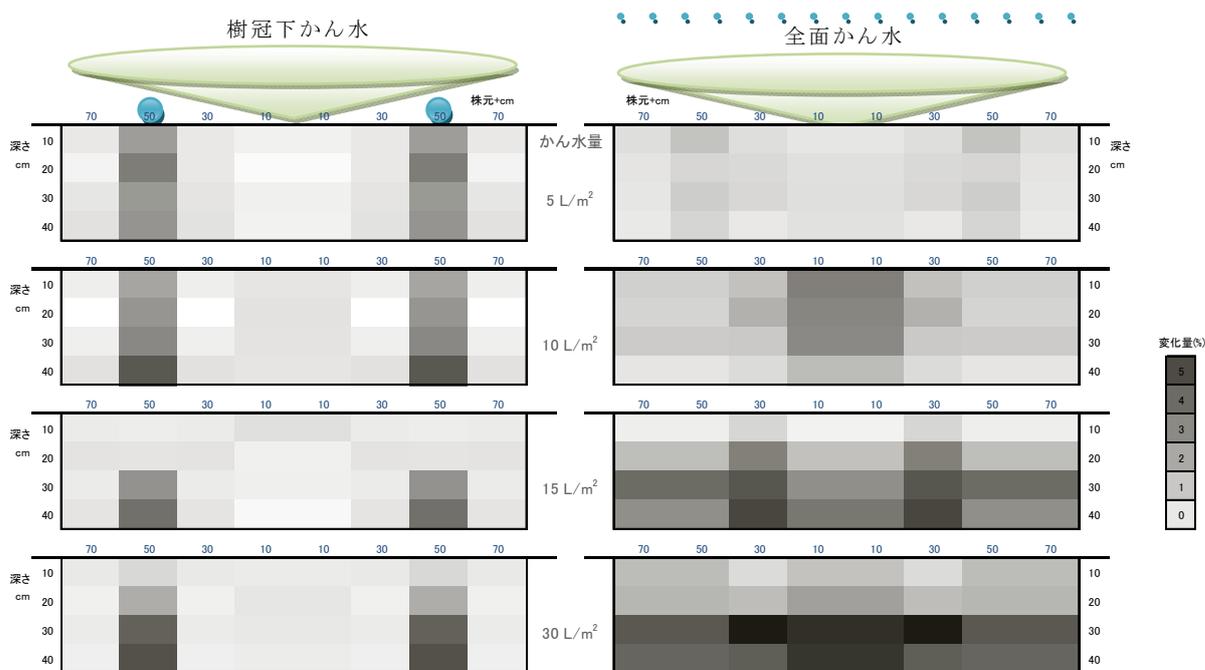


図1 かん水方法の違いがかん水後の土壌水分変化域に及ぼす影響

各処理とも土壌 16 点 (位置 4×深さ 4) でかん水前後の体積含水率を計測し、それぞれの測定点を幅 20cm, 深さ 10cm のメッシュ内の測定値とした。うね列反対側は対称に記載。

表2 茶園土壌中 (深さ 40cm 以内) のかん水 1 日後の増加水量

かん水処理日	位置	水量	増加量 L/m ²	± std
2010/7/27	全面	5 L/m ²	1.4	±0.6
	樹冠下	5 L/m ²	2.4	±0.3
2010/8/26	樹冠下	5 L/m ²	3.1	±0.5
	樹冠下	10 L/m ²	3.4	±1.5

16 点の各測定値の変化量を 1 m²あたり, 1 日あたりの水量に換算した深さ 40cm までの合計値。

(2) 樹冠下かん水の土壌水分消費域

樹冠下かん水を行うと土壌中の水分はかん水位置の下の土壌に局在化しました。このような茶園での土壌水分の消費位置と消費水量を調査しました。

樹冠下及び全面に茶園面積あたり 5 L/m²かん水した時の、1 日後 (かん水翌日~翌々日) の位置別、層別の含水率変化 (消費) 量を図 2 に示しました。かん水後の土壌水分の消費位置は、全面かん水では土壌表層を主体に全域から消費していましたが、樹冠下かん水後はか

ん水域のみに偏在化して、かん水域以外の消費は減少する傾向がみられました。このような土壌水分消費域の偏在化は2～3日程度継続しましたが、かん水4日後以降はかん水域の消費量が減少し、全域からの消費に変化しました。

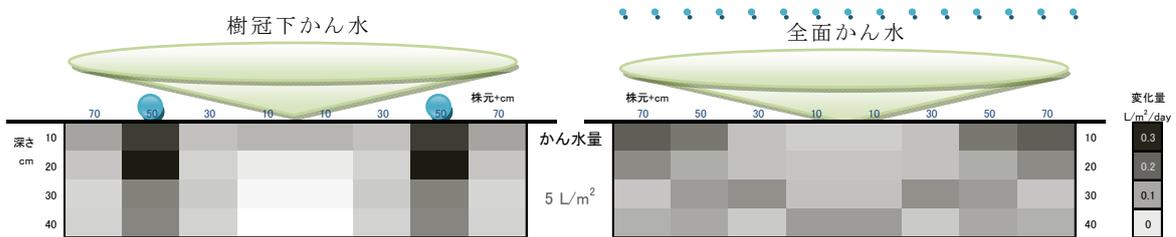


図2 かん水方法の違いがかん水翌日の土壌水分消費域に及ぼす影響

土壌含水率変化量から推定した茶園消費水量を表3に示しました。消費水量は1回のかん水量5, 10 L/m²で、樹冠下及び全面かん水ともに概ね同等であり、樹冠下かん水では局在化した土壌水分を効率よく利用して全体の消費水量を維持していることが推測されます。

表3 かん水方法の違いがかん水後の土壌中の増加水量と消費水量に及ぼす影響

かん水処理			消費水量 L/m ² /日		
かん水処理日	位置	水量 L/m ²	1日後	2-3日後	4日後
2010/7/27	全面	5	1.6 ± 0.4	ND	ND
	樹冠下	5	1.3 ± 0.2		
2009/8/25	全面	10	2.3	1.0	0.7
	樹冠下	10	1.7	1.3	1.1
2010/8/26	樹冠下	5	1.3 ± 0.1	1.7 ± 0.3	1.9 ± 0.5
	樹冠下	10	1.7 ± 0.6	1.5 ± 0.2	1.8 ± 0.6

NDは降雨のため未計測。±は標準偏差(n=2)。2009年処理は反復なし。

3 点滴チューブによるかん水管理方法

(1) 水供給量と個葉の光合成・蒸散活性

樹冠下かん水には前述したような特徴から、少水量(5-10 L/m²)かん水を頻繁に行うことで消費水量を維持する管理が必要になります。では夏季に降雨がない場合に、どれくらいの水量を供給する必要があるのでしょうか。

2009年の夏季に降雨遮断処理下の成木茶園において、約2か月間にわたって樹冠下へ定期的にかん水(1回5, 10, 15 L/m²×週2回[週あたり0~30 L/m²])した時の供給量と個葉の光合成・蒸散活性の関係を図3に示しました。かん水量と個葉の活性の関係は、週あたりかん水量が20と30 L/m²では差がありませんでしたが、週あたり20 L/m²(日あたり2.9 L/m²)を下回ると供給量の減少に従って活性も低下する傾向を示しました。干ばつ時にチャ葉の活性を維持するためには、樹冠下かん水では週20 L/m²程度の水量を供給する必要がありますでしたが、それ以上の水量を供給しても活性を高める効果はみられませんでした。

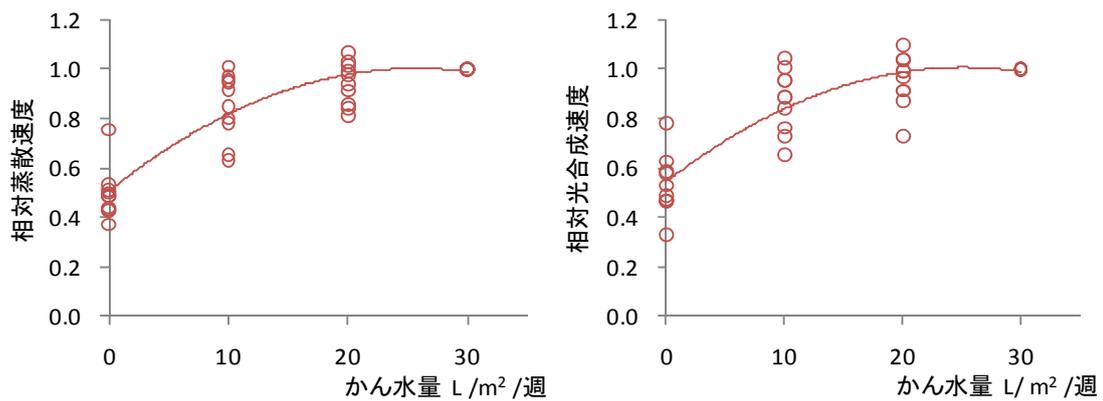


図3 降雨遮断処理下におけるかん水量と相対光合成速度(左図)及び相対蒸散速度(右図)の関係

2009/8/28(降雨遮断50日後)から9/24(降雨遮断70日, その翌日に多量かん水した7日後)の間の5測定日 (n=40). 縦軸は各測定日の各反復内の週30 L/m²区に対する相対値.

(2) 水供給量と秋季の枝条生育量

前記の降雨遮断下での試験において、各かん水処理区の秋季における秋整枝面上部の枝条層別重量分布を図4に示しました。夏季のかん水量が多い場合に、秋季の枝条量は樹冠下部(秋整枝面付近)で差が少なく、樹冠上部で増加する傾向を示しました。秋季の枝条は三番茶芽と四番茶芽を主体とすることから、層別含水率から各層の三番茶芽と四番茶芽の重量内訳を推定した結果、枝条下部では三番茶芽と四番茶芽の両方に由来していましたが、上部では四番茶が大部分を占めており、四番茶の生育の差異により上部域での重量分布の違いが生じていました。

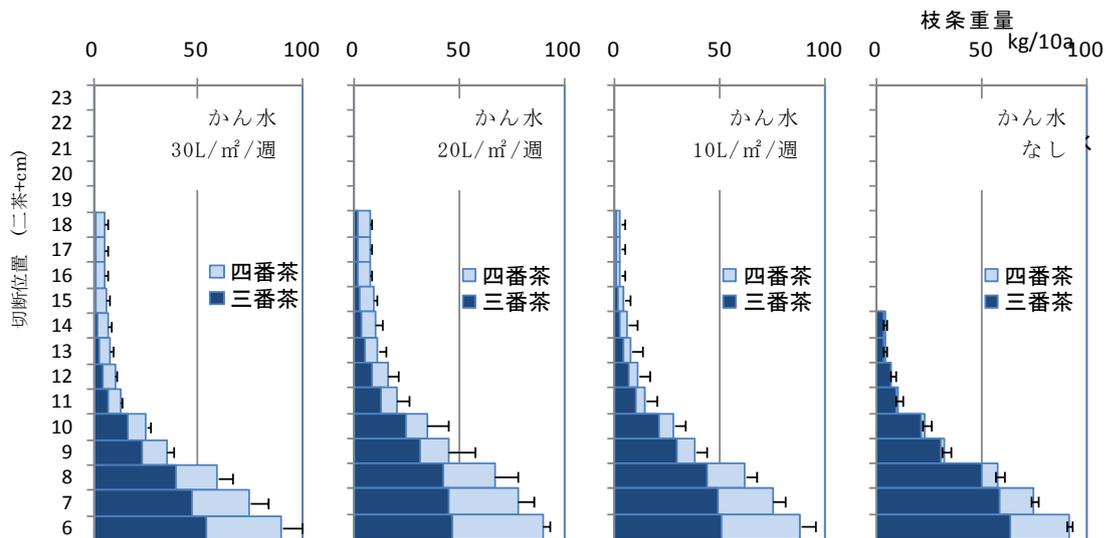


図4 秋季における秋整枝面上部の重量の垂直分布

1cm 間隔層別値は、採取した層内(2または3cm、最上部は4cmとした)を1cm間隔で均等分割した後、前後を含む3点の移動平均値を求めた。三番茶及び四番茶は、層別含水率(1cm間隔層別値、反復含む)の最小値を三番茶芽、最大値を四番茶芽と仮定し、層別含水率からそれぞれの重量比率を算出した。エラーバーは重量全体の標準偏差(n=2)

夏季の水供給量と秋整枝量の関係を図5に示しました。秋整枝量は処理により最大100kg/10a程度の差が生じましたが、これは四番茶芽の生育差によるものであり、週あたりかん水量が20L/m²より少ない場合に減少する傾向がみられました。本試験で処理した7月9日以降の降雨不足(干ばつ)は、三番茶芽生育への影響は少なく、夏以降に生育する枝条(四番茶芽)の生育を抑制し、秋季の枝条生育量を減少させると考えられました。

秋季の枝条生育量からみた樹冠下かん水の必要かん水量は、個葉の活性と同様に、週あたり20L/m²程度になりました。従来のスプリンクラーかん水基準では週供給量は25~30L/m²であることから、樹冠下かん水ではかん水量をやや少なくできると考えられます。

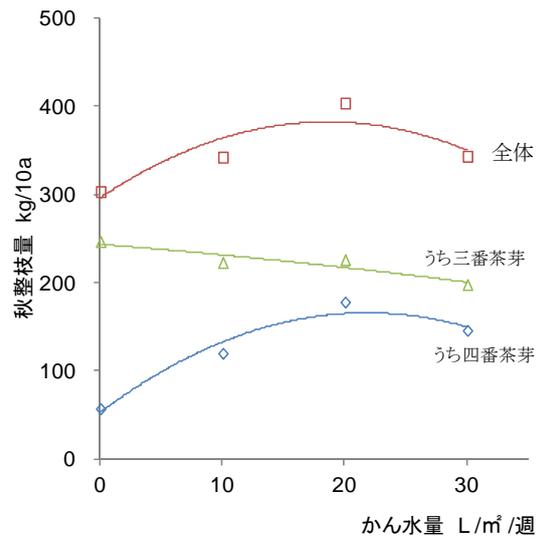


図5 降雨遮断下でのかん水量と秋整枝量の関係

降雨遮断 2009/7/9~9/16[70日間]、かん水処理 7/17~9/14[60日間、週2回]、樹冠下かん水、三番茶芽と四番茶芽は層別含水率による推定値。

(3) 土壌水分張力と個葉の光合成・蒸散活性

前記と同様の降雨遮断下での試験において、土壌水分張力(土壌pF; 深さ20cm)と個葉の光合成・蒸散活性の関係を図6に示しました。グラフから土壌pFが2.3~2.5程度までは圃場容水量と同等でしたが、pF2.5~2.7以上で急激に減少する傾向を示しました。

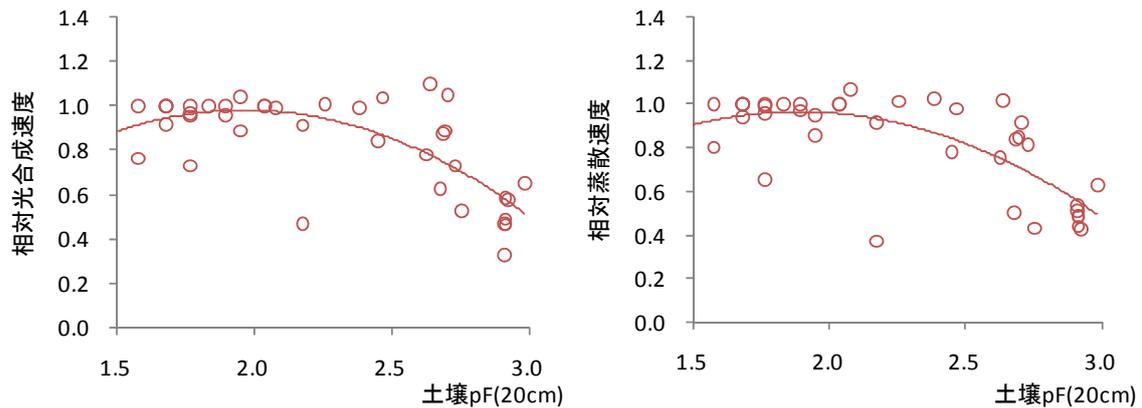


図6 降雨遮断処理下における土壌pFと相対光合成速度(左図)及び相対蒸散速度(右図)の関係

注釈は図3と同じ、

従来のスプリンクラーを利用するかん水基準(表1)では、土壌pF2.3がかん水開始点とされています。今回の結果から、かん水域が局在化する樹冠下かん水においても開始点は同様と考えられました。ただし、前述した樹冠下かん水の特徴では、樹冠下かん水を行うと全

層消費から局所消費へ変化しました。そのため1回目のかん水開始点としては、土壌全域での乾燥が進行する前に消費域を偏在化させて、かん水域以外の土壌乾燥の進行を防ぐために、やや早い時点からかん水を始める方が効果は高くなると思われます。

(4) 点滴チューブによる樹冠下かん水のかん水基準

以上の結果を踏まえて、樹冠下かん水方法をまとめると表4のようになります。1回目のかん水開始は土壌pFが2.3になった時ですが、遅れると土壌全層の乾燥が進行してしまうため、やや早めに開始します。その後は1回あたり5～10 t/10a、週20 t/10a以上を目安にかん水します。かん水4日後以降は消費域が全層に変化してしまうため、間断日数は2～3日以内になるようにします。

樹冠下かん水では必要量以上をかん水すると地下浸透しやすい特性があります。そのため、少量できめ細かく調節できる特性を生かして、無駄なかん水を省く方法を考えていく必要があります。pFセンサーを基準に必要な時に適正な量を供給することが確実ですが、pFセンサーがない場合でも、降雨があった時は降水量を供給量として間断日数を延長し、また、日射が少ないなど蒸散量が抑制される条件であれば間断日数を延長することで無駄を省くことができます。

表4 樹冠下かん水方法(赤黄色土)

かん水開始の時期	pF2.0～2.3
1回のかん水量	5～10 t/10a (L/m ²)
間断日数	2～3日以内
供給量	週あたり20 t/10a以上

注1) 黒ボク土壌は1回のかん水量を多く、間断日数を長くする。

注2) 砂質土壌や有効土層の浅い茶園では、間断日数を短くする。

4 自然条件下における土壌pFを指標としたかん水管理

夏の高温・干ばつは近年の不安定な気象の特徴となっています。2008年から2010年の3年間はいずれも夏季に30～40日程度の少雨期間が連続する気象状況になりました。このような気象条件下で樹冠下かん水の効果を検証しました。

試験期間は2008年が7/19～8/22、2009年が8/15～9/27、2010年が8/15～9/14で、この期間はいずれの年も降水量が非常に少ない気象状況となっていました。このような条件下で試験区として、[I]従来の基準に従って樹冠上から全面に30 L/m²を毎週1回かん水する区、[II]同じく全面かん水で深さ20cmの土壌pF2.3時にかん水する区(慣行)、[III]新たな基準に従った樹冠下かん水でpF2.3時に10 L/m²かん水する区、[IV]無かん水区の計4試験区を設けました。

これらの処理によるかん水量、秋整枝量、翌年一番茶収量を表5に示しました。全面かん水では慣行基準どおり表層(深さ20cm)から下層(深さ50cm)まで土壌pFを2.3以下に維持することができました。それに要した水量は、慣行区[II]で90～120 L/m²でした。一方、樹冠下区[III]では慣行区に比較してかん水量で60-70%、降雨を含めた供給量では70-78%の水量で、下層(深さ50cm)までかん水位置の土壌pFを2.3以下に概ね維持することができました。かん水効果を表す秋整枝量は、慣行区と有意差はないものの、樹冠下区でやや減少する年がありました。強い干ばつ条件と重なったことにより、樹冠下区では降雨を含めた供給量が1日あたり2.2～3.2 L/m²であったことから、供給水量がやや不足していたことによる

ものと考えられます。しかし、このような条件下でも概ね同等のかん水効果が得られたことから、新たな基準による樹冠下かん水も干ばつ対策として実用的な方法と考えられました。また、Ⅱ区の総かん水量はⅠ区に比べて20%低下しました。晴天では両者の差はほとんどありませんが、曇りや僅かな降雨がある場合は土壌水分の計測により水量節減効果が期待できます。

表5 土壌 pF を指標としたかん水管理による水量と秋整枝量、一番茶収量

処理年 (期間)	区	かん水 位置	かん水 開始点 ¹⁾	1 回の 水量 L/m ²	水量 L/m ²		秋整枝 量 kg/10a	翌年 一番茶 収量 kg/10a
					総かん水 量(指数)	1日あたり ²⁾ (指数)		
2008年 (7/19-8/22)	I	全面	毎週1回	30	150	5.5	653	1013
	II	全面	pF2.3	30	120 (100)	4.6 (100)	767	1041
	III	樹冠下	pF2.3	10	70 (58)	3.2 (69)	564	1028
	IV	無かん水		0	0 (0)	1.2 (26)	407	1038
2009年 (8/15-9/27)	I	全面	毎週1回	30	150	3.8	571	15.2 ³⁾
	II	全面	pF2.3	30	120 (100)	3.1 (100)	580	17.1 ³⁾
	III	樹冠下	pF2.3	10	80 (67)	2.2 (71)	479	16.1 ³⁾
	IV	無かん水		0	0 (0)	0.4 (13)	366	19.7 ³⁾
2010年 (8/15-9/14)	I	全面	毎週1回	30	—	—	—	—
	II	全面	pF2.3	30	90 (100)	4.0 (100)	1,704	882
	III	樹冠下	pF2.3	10	63 (70)	3.1 (78)	1,508	770
	IV	無かん水		0	0 (0)	1.7 (43)	1,173	928

1) 土壌 pF は樹冠下かん水位置の深さ 20cm. 2) 期間中の降水量を含む. 3) 経日枠つきから全窒素含有率 5.7%とした場合の推定枠摘み重量 [g/0.04 m²] (凍霜害で収量測定不可による)

翌年一番茶収量は、凍霜害の影響などもあり多くのデータは得られませんでした。無かん水区を含めてかん水方法の違いによる差はみられませんでした。試験した3年間の少雨期間がやや遅い時期であったことから、三番茶芽への影響が少なく、秋整枝以降に生理機能も回復したと考えられます。しかし、6月や7月上旬など早い時期から干ばつ傾向になる場合は三番茶芽への影響が大きく、翌年の生産への影響が懸念されることから、干ばつ対策は重要となります。

おわりに

本研究では、点滴チューブによる茶園樹冠下かん水の特性を解明し、夏季の干ばつ対策として利用する場合のかん水基準を作成しました。県内茶園への末端給水栓までの畑地かんがい整備は 4,124ha (H21 現在：静岡県茶業の現状) に達しましたが、末端給水栓から先のスプリンクラーは普及がなかなか進まない状況にあります。そのような状況で、点滴チューブについては将来的な液肥施用を想定した導入事例が増加しています。現状ではかん水のみを利用される場面が多いことから、夏季の干ばつ被害抑制に本成果を活用して頂けたらと思います。

最後に、実際に樹冠下かん水を行うにあたって、いくつか注意点等をあげます。第1に正確なかん水量の計測です。栽培現地では、かん水時間は把握していてもかん水量を把握していない場合が多くあります。水圧で流量が変わるかん水チューブも多いので、過不足の防止のために流量計で水量を測る必要があります。第2にかん水間隔を空けないことも必要です。

スプリンクラーを前提とした慣行基準は間断日数が7日ですが、慣行基準で樹冠下かん水を行うとかん水効果がないだけでなく、過剰な供給は下層への流亡がほとんどを占めてしまうことになり、ムダが非常に多くなります。樹冠下かん水は少水量で効率がよい方法にもかかわらず、利用方法を間違えると逆にムダが多くなるということになりかねないので、注意が必要です。土壌水分計とそれを利用した自動化装置はこのような過剰供給を避けるために有効です。また、併せて液肥混入装置を導入することにより、肥料費と労働費の節減効果も期待できます。

農林技術研究所茶業研究センター・栽培育種科・大石哲也

発行年月：平成24年2月

編集発行：静岡県経済産業部振興局研究調整課

〒420-8601

静岡市葵区追手町9番6号

TEL 054-221-2676

この情報は下記のホームページからご覧になれます。

<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>