

滋賀県内主要集団茶園における夏期土壌水分の推定

忠谷浩司・近藤知義

Estimation of Soil Moisture Content in Summer on the Collectivization of Tea Fields in Shiga Prefecture, Japan

Koji Chutani and Tomoyoshi Kondo

キーワード：降水量, 推定モデル, 茶園, 土壌水分

滋賀県内の主要な12か所の集団茶園において、降水量から成木茶園の土壌pFの推定を可能にするため、アメダスデータから降水量を推定するモデルと降水量から茶園の土壌水分を推定するモデルの作成を検討した。

12か所の集団茶園の降水量を推定する重回帰モデルを作成したところ、近隣のアメダスデータを説明変数としたあてはまりの良いモデルが得られ、日降水量を平均4mm程度の誤差で推定できた。また、3種類の土壌タイプ別に、土壌pF推定モデル[土壌pF=前日の土壌pF+1日当たりの土壌pF上昇率-日降水量×降水量1mm当たりの土壌pF下降率]を作成したところ、実測降水量による推定誤差(RMSE)は0.08~0.20となり、実測値との適合性が高かった。さらに、当モデルに推定降水量を当てはめた場合、推定誤差は0.07~0.35とやや大きくなる傾向であったが、実用性に問題のない範囲の誤差であった。ただし、少量の降雨が続く年には、推定誤差が大きくなる場合があり、注意が必要と考えられた。

1. 緒言

茶園の土壌水分の多少や消長は、茶樹の生育と密接な関係があり⁶⁾、降雨不足による土壌水分の著しい低下は、茶樹の地上部と地下部への障害、いわゆる干害を引き起こす。なかでも夏期の干害による影響は大きく、夏・秋期の根の活力低下とそれに伴う秋芽、冬芽の生育阻害、翌一番茶芽の萌芽遅延や生育異常などが発生し、芽揃いが劣り芽数の減少によって収量が低下する^{2, 4, 5, 10)}。

一方、表1に示すように、甲賀市水口町に位置し茶産地と隣接する当センター茶業指導所では、夏期(7~10月)の総降水量には大きな変化がみられないものの、降水日における降水量は増加する傾向にある。また、表2に示すように、2007年以降ほぼ毎年のように15日以上連続干天日(日雨量5mm未満)を記録するなど、夏期において長期間の無降雨と集中的な降雨を繰り返す気象条件が、滋賀県南東部に位置する茶産地でも顕在化してきているのが現状である。このような夏期における無降雨状態によって、茶園は恒常的な干ばつ状態となっており、安定的な収量・品質が維持できず、茶業者の所得低下、経営の悪化が深刻な問題となっている。

茶園の干害回避や被害軽減のための最も有効な対策技術としてかん水が挙げられるが、効果を得るためには10a当たり

表1 夏期における降水状態の変化

年	期間 総降水量 (mm)	5mm以上の 降水日数 (日)	5mm以上の 降水日における 平均日降水量 (mm)
2001	477	16	28.5
2002	278	14	17.4
2003	537	20	25.7
2004	591	25	22.8
2005	310	19	14.8
2006	558	23	22.7
2007	280	14	18.0
2008	415	22	17.6
2009	501	23	21.5
2010	438	16	26.3
2011	756	21	34.5
2012	491	12	39.2
2013	694	19	35.6
2014	736	24	30.4
2015	501	21	22.2

注) 過去15年間、期間は7月16日~10月15日。
滋賀県農業技術振興センター茶業指導所
(甲賀市水口町6750)のデータ。

表2 過去15年間における15日以上連続干天日の発生頻度

年	連続干天日数 (日雨量5mm未満、15日以上)			
2001	19日間	(9/11~9/29)		
2002	—			
2003	—			
2004	—			
2005	—			
2006	—			
2007	20日間	(8/3~8/22)	18日間	(9/12~9/29)
2008	22日間	(7/29~8/19)		
2009	29日間	(8/14~9/11)		
2010	—			
2011	21日間	(7/31~8/20)		
2012	17日間	(8/30~9/15)		
2013	15日間	(8/7~8/21)	22日間	(9/17~10/8)
2014	—			
2015	—			

注) 過去15年間、期間は7月中旬~10月上旬
滋賀県農業技術振興センター茶業指導所 (甲賀市水口町6750) のデータ

10 t以上の水量が必要とされる^{3, 8)}。畑地かんがい施設が整備された南九州などの一部地域では、スプリンクラーを用いたかん水が実施されているが、本県を含む多数の茶産地では畑地かんがい施設が整備されておらず、大量の水を確保することが困難である。このため、限られた水を効率的に利用してかん水を行う必要があり、その第一段階として、茶園土壌の水分状態を把握し、かん水を必要とする茶園を的確に判断することが重要である。

一方、本県では茶生産者が年々減少し、それに伴う茶園集積の進行により、認定農業者など一部の中核的農家の経営面積が急激に増加している。そのため、大規模農家の管理茶園が点在化して広範囲に及ぶようになり、自宅や製茶工場から茶園まで数 km 離れていることも少なくなく、茶園の状況を頻りに観察・確認することが困難になっている。特に、近年の傾向として、夏期は雷雨が中心の極めて局地的な降雨になっており、茶生産者が自らの管理茶園における降雨の有無や降水状況を正確に把握できないのが現状である。

このような気象条件の中でチャを安定的に生産するためには、夏期干ばつ時におけるかん水の必要性が高まっており、そのための支援として県内の主要な集団茶園の降雨状況と土壌の水分状態を情報提供することが必要と考えられる。迅速で簡便な情報提供を行うためには、土壌水分を降水量から推定する手法、その基となる降水量をアメダスなど入手しやすいデータから推定する手法の開発が必要である。

そこで、本研究では県内の主要な12か所の集団茶園について、降水量から土壌水分を推定するモデルの作成を試みた。さらに、各集団茶園での降水量の観測を不要にするため、近隣のアメダスデータから降水量を推定するモデルを作成し、推定降水量による土壌水分の推定についても検討した。

2. 材料および方法

2.1 茶園うね間における土壌水分の推定

2.1.1 土壌水分の測定

2012~2014年の3か年、表3に示す集団茶園内に成木園の調査ほ場を設けた。各調査ほ場のうね間雨落ち部に、圧力ゲージ型のテンシオメータ(DIK-3160, 15cm, 大起理化学工業製、特注品)2~3本を写真1のように設置し、1~7日毎に15cm深の土壌水分張力(kPa)を測定して、測定値を土壌pFに換算した。調査期間は2012年7月23日~10月3日、2013年7月24日~10月10日、2014年7月22日~10月7日とした。

表3 土壌水分調査に供した集団茶園

	市町名	集団茶園名	土壌タイプ
2012年	甲賀市信楽町	向山	中粗粒褐色森林土
	甲賀市土山町	畑	細粒黄色土
	甲賀市土山町	徳原	表層腐植質黒ボク土
	甲賀市水口町	波濤ヶ平	細粒黄色土
2013年	甲賀市信楽町	向山	中粗粒褐色森林土
	甲賀市信楽町	奥山	中粗粒褐色森林土
	甲賀市土山町	畑	細粒黄色土
	甲賀市土山町	頓宮	細粒黄色土
	甲賀市土山町	徳原	表層腐植質黒ボク土
	甲賀市土山町	南土山	表層腐植質黒ボク土
2014年	甲賀市水口町	波濤ヶ平	細粒黄色土
	甲賀市信楽町	寺谷	中粗粒褐色森林土
	甲賀市土山町	頓宮	細粒黄色土
	甲賀市土山町	八束	細粒黄色土
	甲賀市土山町	布引	細粒黄色土
	甲賀市土山町	前野	表層腐植質黒ボク土
	蒲生郡日野町	北山	細粒黄色土
	甲賀市水口町	虫生野	細粒黄色土



写真1 うね間雨落ち部へのテンシオメータの設置

2. 1. 2 土壌水分推定モデルの作成

各調査ほ場で測定した土壌 pF の変化について、同ほ場内で測定した降水量データから推定するモデルの作成を試みた。

県南東部の茶主要産地は、中粗粒褐色森林土、細粒黄色土および表層腐植質黒ボク土の3種の土壌タイプいずれかに該当し、各土壌タイプによって土壌の乾燥特性、保水性等が異なると考えられたため、推定モデルの作成は土壌タイプ別に行った。

無降雨時には土壌 pF 値が直線的に上昇、降雨時には降水量に対して直線的に下降すると仮定した場合、土壌 pF 値は推定モデル [土壌 pF = 前日の土壌 pF + 1 日当たりの土壌 pF 上昇率 - 日降水量 × 降水量 1mm 当たりの土壌 pF 下降率] に当てはまると考えられたため、当モデルのパラメータ設定を以下の手順で行った。

まず、2012～2014年の全データから無降雨の日数と上昇した土壌 pF の値を抽出し、土壌タイプ別に両者の単回帰分析を行った。そして、無降雨日数を説明変数、上昇した土壌 pF 値を目的変数とした単回帰直線の傾きを1日当たりの土壌 pF 上昇率とした。さらに、求めた土壌 pF 上昇率を推定モデルに当てはめ、土壌 pF 測定日における推定値と実測値の誤差の二乗和が最少となる降水量1mm当たりの土壌 pF 下降率を算出した。算出には、Microsoft Excel のソルバー機能を用いた。

なお、テンシオメータによる測定値は pF1.5 (ほ場含水量) から pF3.0 (測定上限) の範囲内で推移しており、土壌タイプによってその範囲が異なった。このため、推定モデルでは各土壌タイプ毎の測定最大値、最小値を目安に、最も当てはまりの良い推定上限値と推定下限値を設定した。

2. 2 県内主要集団茶園における降水量の推定

2. 2. 1 降水量の観測

2013～2014年に甲賀市信楽町3か所(向山, 寺谷, 奥山), 甲賀市土山町6か所(八束, 徳原, 布引, 頓宮, 畑, 今宿), 甲賀市水口町2か所(虫生野, 波濤ヶ平) および蒲生郡日野町1か所(北山)の集団茶園内に調査ほ場を設け、容量2リ

ットルのペットボトルで作成した簡易雨量計(受皿面積80cm²)を調査ほ場内に設置して、溜まった降水を1～7日毎にメスシリンダーで計量した。また、簡易雨量計は降雨量観測用2本、蒸散量推定用1本を設置し、蒸散量推定用にはあらかじめ200mLの水道水を入れておき、その増減量から蒸散量を算出した。なお、調査は兩年とも7月下旬～10月上旬に実施した。

2. 2. 2 アメダスデータによる降水量の推定

県内12か所の集団茶園について、県南東部4地点(信楽, 土山, 大津, 東近江)と近隣府県3地点(上野, 亀山, 京田辺)のアメダス観測点の降水量データを用いた重回帰モデルを作成し、降水量の推定を行った。

重回帰モデルは、集団茶園の実測降水量とアメダス観測点の日降水量実況値を用いて後進ステップワイズ法で重回帰分析を行い、説明変数となるアメダス観測点や偏回帰係数を求めて作成した。解析ソフトはSTATISTICA(スタットソフトジャパン社製)を用いた。なお、推定期間は2013年7月20日～10月10日、2014年7月22日～10月7日とした。

重回帰モデルによる推定精度は、実測した降水量との二乗平均平方根誤差(Root Mean Square Error, 以下RMSE)の大きさを評価した。

2. 3 推定モデルの精度の検証

作成したモデルにおいて、実測降水量および2. 2の重回帰モデルで推定した降水量から土壌 pF の推定を行い、集団茶園毎に推定精度を検証した。推定精度は、推定値と実測した土壌 pF との RMSE の大きさを評価した。

3. 結果

3. 1 茶園うね間における土壌水分の推定

3. 1. 1 県内主要集団茶園における土壌水分の推移

集団茶園における降水量と土壌水分の推移の一例として2013年のデータを図1に示す。

土壌 pF は降雨によって変動し、無降雨時に上昇、降雨時に低下した。この時、無降雨時の土壌 pF の上昇パターンは、土壌タイプによって異なったため、土壌タイプによる乾燥特性の違いを考慮して、土壌水分推定モデルは土壌タイプ別に作成する必要があることが改めて確認された。

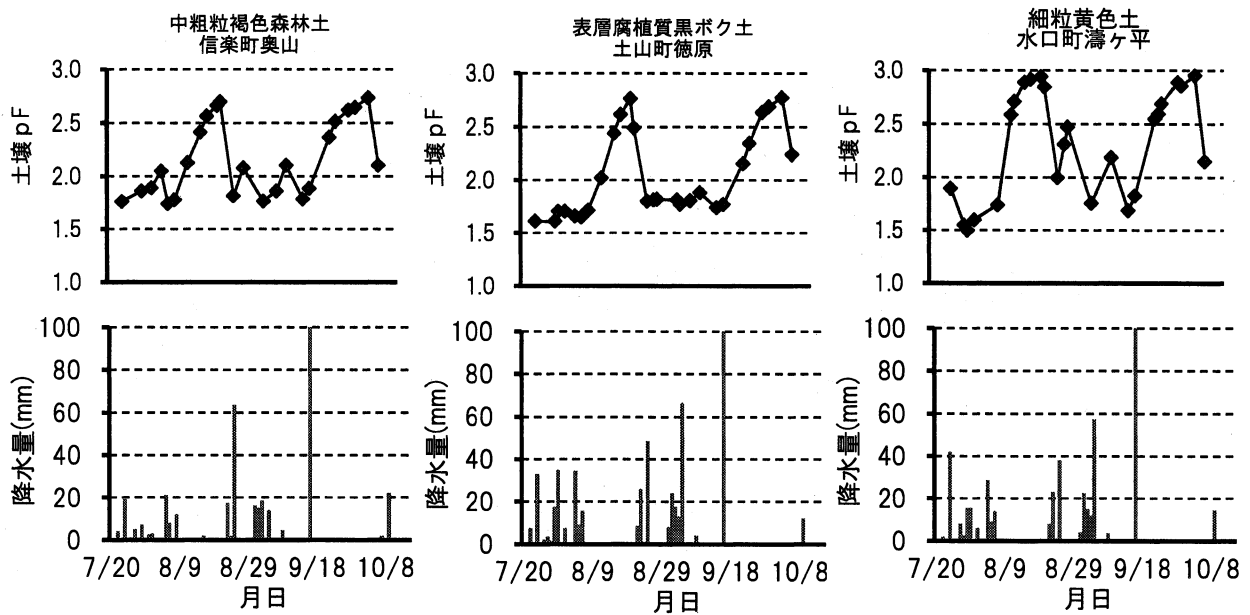


図1 主要集団茶園における夏期の降水量と土壌pFの推移 (2013年)

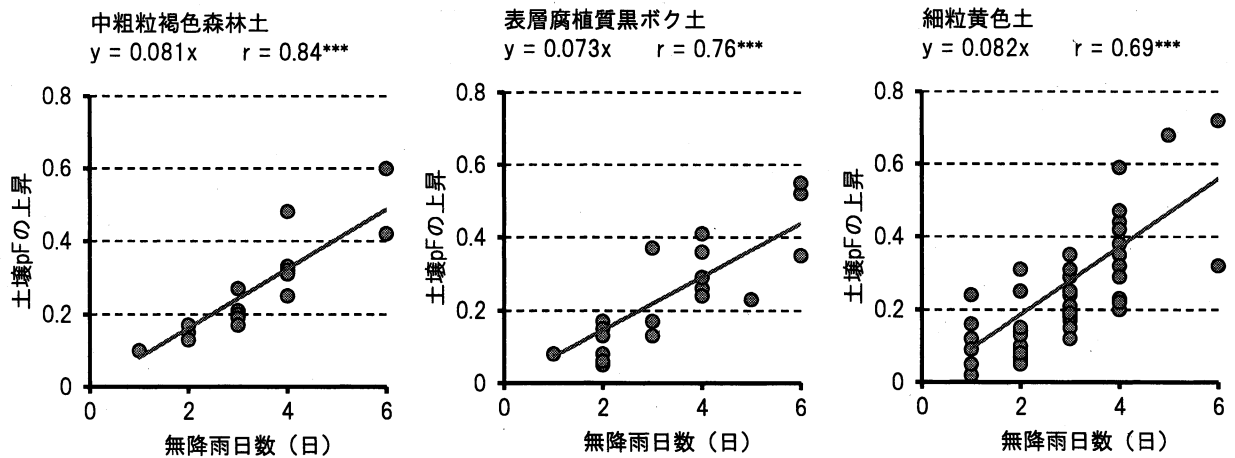


図2 土壌タイプ別の無降雨日数と土壌pFの上昇との関係 (2012~2014年)

注) rは相関係数, ***は0.1%水準で有意であることを示す。

3. 1. 2 無降雨日数と土壌pF上昇との関係

土壌水分推定モデルのパラメータとして、一日当たり土壌pF上昇率を求めるため、各土壌タイプにおける無降雨日数と土壌pFの上昇との関係について検討した。

図2に土壌タイプ別の無降雨日数と土壌pFの上昇との関係を示す。

いずれの土壌タイプにおいても、無降雨日数の経過に伴って土壌pFは直線的に上昇し、その相関は極めて強かった。回帰直線の傾きは、中粗粒褐色森林土で0.081、表層腐植質黒

ボク土で0.073、細粒黄色土で0.082となり、この値を推定モデルの各土壌タイプにおける一日当たり土壌pF上昇率とした。

ただし、細粒黄色土ではややバラツキが大きかったため、野洲川南西部(甲賀市水口町濤ヶ平、虫生野)のデータとその他の地域(甲賀市土山町、蒲生郡日野町)のデータに分けて回帰分析をやり直した。その結果、図3のように傾きが大きく異なる2つの回帰直線が得られ、野洲川南西部の傾きは0.118、その他地域の傾きは0.062であった。

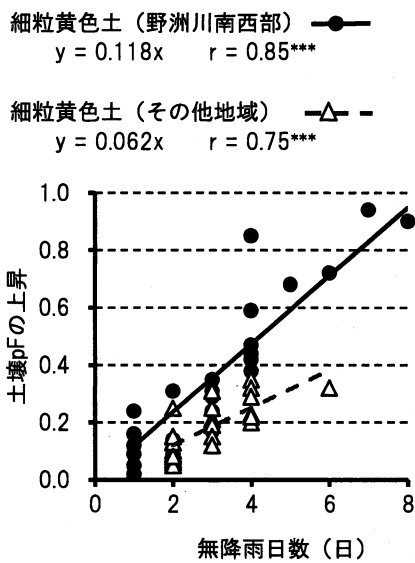


図3 細粒黄色土における無降雨日数と土壌pFの上昇との関係(2012~2014年)

注) rは相関係数。
***は0.1%水準で有意であることを示す。

3. 1. 3 土壌水分推定モデルの作成

3. 1. 2項で得た各土壌タイプの日当たり土壌pF上昇率を推定モデル[土壌pF = 前日の土壌pF + 1日当たりの土壌pF上昇率 - 1日降水量 × 降水量1mm当たりの土壌pF下降率]に実測降水量を当てはめ、土壌pFの推定値と実測値の誤差が最少となるように求めた降水量1mm当たりのpF下降率と測定上限および下限の土壌pFを表4に示す。

降水量1mm当たりの土壌pF下降率は、中粗粒褐色森林土で0.029、表層腐植質黒ボク土で0.019、野洲川南西部の細粒黄色土で0.118、その他地域の細粒黄色土で0.062であった。また、推定pFの範囲は、それぞれ1.7~2.7、1.7~2.8、1.5~2.8および1.6~2.8となった。

これらのモデルによる土壌pFの実測値と推定値の関係を図4~7に示す。

いずれの集団茶園においても、該当する土壌タイプの推定モデルの適合性は高く、土壌pFの推移をうまく表すことができた。

表4 土壌タイプ別pF推定モデルのパラメータ

土壌タイプ	一日当たり土壌pF上昇率 (A)	降水量1mm当たり土壌pF下降率 (B)	推定上限土壌pF	推定下限土壌pF
中粗粒褐色森林土	0.081	0.029	2.7	1.7
表層腐植質黒ボク土	0.073	0.019	2.8	1.7
細粒黄色土①(野洲川南西部)	0.118	0.020	2.8	1.5
細粒黄色土②(その他地域)	0.062	0.018	2.8	1.6

注) 推定モデル[土壌pF = 前日の土壌pF + A - 日降水量 × B]のパラメータ。
各年とも測定開始日に実測した土壌pFを当てはめ、その翌日から推定を開始した。

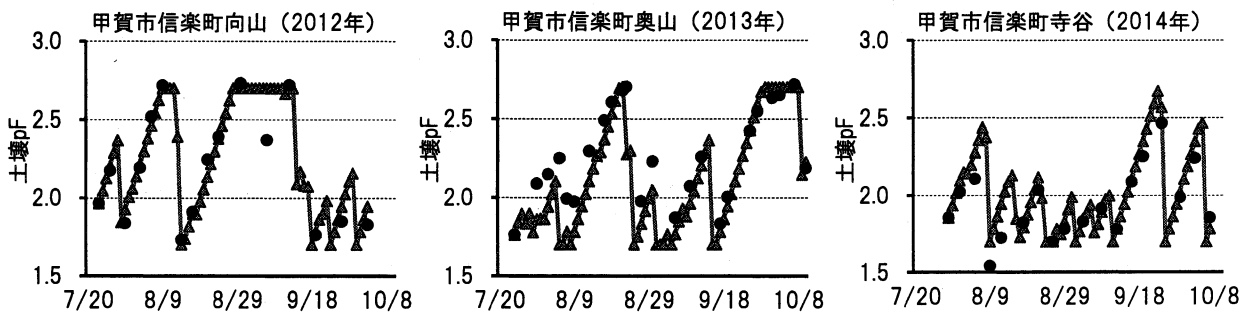


図4 中粗粒褐色森林土における土壌pFの実測値と推定値の関係

注) ● 実測値 ▲ 推定値

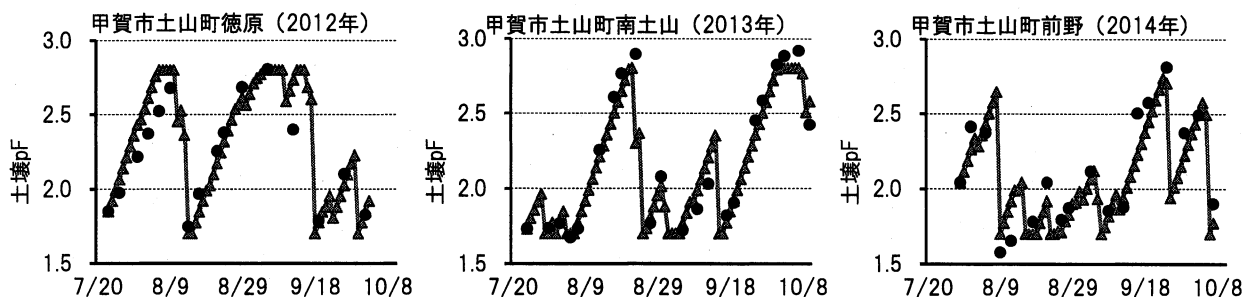


図5 表層腐植質黒ボク土における土壌pFの実測値と推定値の関係
注) ● 実測値 ▲ 推定値

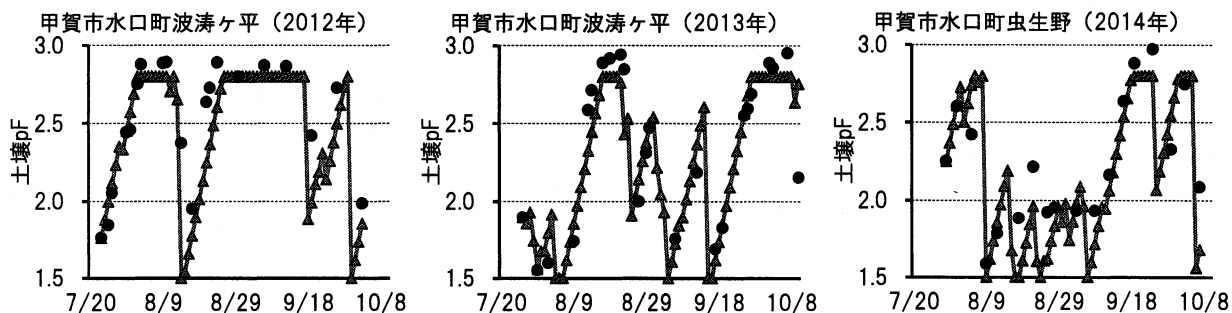


図6 細粒黄色土 (野洲川南西部) における土壌pFの実測値と推定値の関係
注) ● 実測値 ▲ 推定値

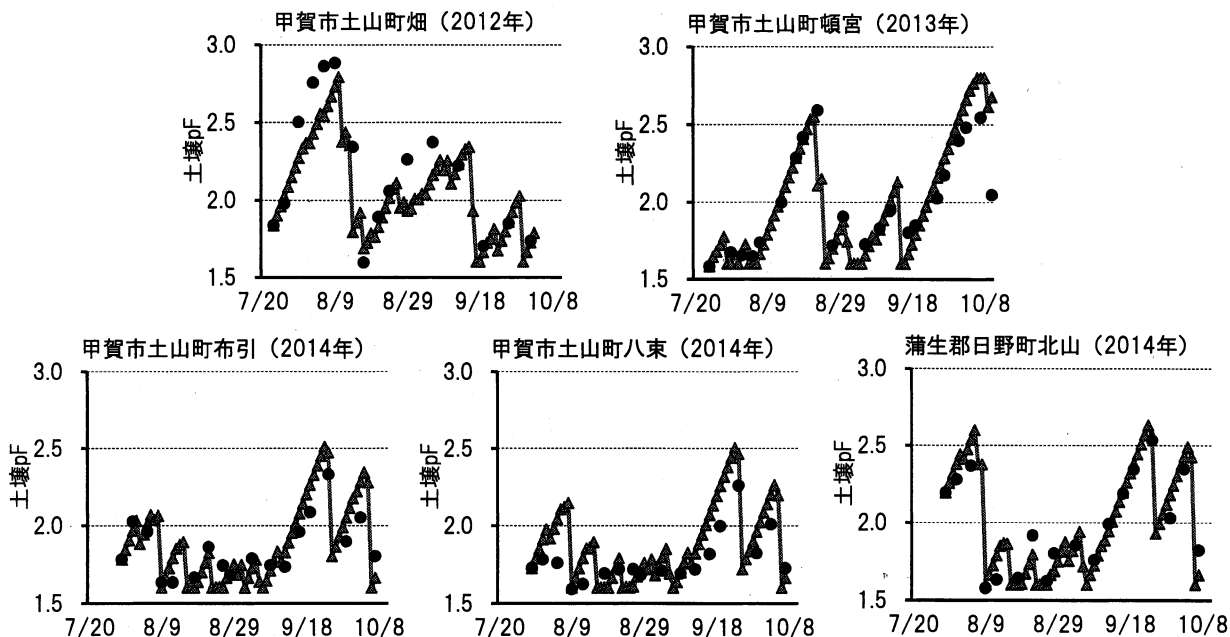


図7 細粒黄色土 (その他地域) における土壌pFの実測値と推定値の関係
注) ● 実測値 ▲ 推定値

3. 2 県内主要集団茶園における降水量の推定

重回帰分析で得られた県内集団茶園 12 か所の降水量推定モデルを表 5 に示す。

説明変数として除外されなかったアメダス観測点は 2~6 か所で、甲賀市信楽町の 3 か所の集団茶園では信楽と京田辺、甲賀市土山町の 6 か所の集団茶園では土山と比較的近隣のアメダス観測点は除外されず取り込まれた。結果的に、全ての集団茶園で自由度調整済み決定係数が 0.87~0.99 となる非常に当てはまりの良い降水量推定モデルが得られた。また、

得られた降水量推定モデルの実測降水量との推定誤差を表 6 に示す。

RMSE の範囲は日別で 1.1~4.1mm, 半旬別で 2.9~11.2mm, 旬別で 3.6~12.8mm, 全集団茶園の平均値は日別で 3.0mm, 半旬別で 7.4mm, 旬別で 8.3mm となり、いずれの集団茶園でも積算期間が長くなるほど推定の誤差は大きくなった。また、日別値の移動積算による全集団茶園の RMSE の平均値は、5 日で 7.1mm, 10 日で 8.3mm, 15 日で 9.0mm となり、同様に積算期間が長くなるほど推定の誤差は大きくなった。

表 5 重回帰分析による県内集団茶園の降水量推定モデル (2013~2014 年)

市町名	集団茶園名	説明変数							定数	重相関係数 (R)	自由度調整済み決定係数 (R ²)
		信楽	土山	大津	東近江	上野	亀山	京田辺			
甲賀市 信楽町	向山	0.69***	-0.27***	0.17***	-	0.13***	-	0.36***	-0.28	0.96	0.92
	寺谷	0.68***	-0.34***	0.15***	-	0.16***	-	0.56***	-0.27	0.94	0.87
	奥山	0.91***	-	-	-0.13***	-	-	0.36***	-0.20	0.96	0.92
甲賀市 土山町	八束、市場	-	0.94***	0.13***	-	0.12***	-	-	-0.10	0.98	0.96
	徳原	0.18***	0.86***	-	-	-	0.13***	-	-0.03	0.97	0.95
	布引	-	0.77***	0.13***	0.19***	0.10**	-	-	-0.05	0.97	0.93
	頓宮	-	1.08***	0.10***	-	0.08***	-	-0.08***	-0.13	0.99	0.97
	畑	-	1.09***	-	-	-	0.05**	-	-0.02	1.00	0.99
	今宿	-	0.78***	0.17***	0.18***	0.13***	-	-0.08**	-0.11	0.97	0.93
甲賀市 水口町	虫生野	0.33***	0.68***	-	-	0.16***	-	-	0.19	0.95	0.90
	波濤ヶ平	0.37***	0.61***	-	0.13*	0.14***	-	-0.10**	0.11	0.95	0.90
日野町	北山	-0.30***	0.42***	0.35***	0.70***	0.23***	-	-0.09*	-0.40	0.96	0.92

注) 説明変数の値は偏重回帰係数を示し、"- "は後進ステップワイズ法により除外された変数であることを示す。
*は5%、**は1%、***は0.1%水準で有意であることを示す。

表 6 降水量推定モデルによる推定降水量と実測値との推定誤差

市町名	集団茶園名	日	半旬	旬	日別値移動積算		
					5日移動	10日移動	15日移動
甲賀市 信楽町	向山	2.7	6.8	6.1	6.3	7.4	7.8
	寺谷	4.1	11.2	12.8	10.0	12.3	13.4
	奥山	3.1	7.1	5.4	6.8	7.9	8.4
甲賀市 土山町	八束、市場	2.6	6.8	8.5	6.3	7.1	7.4
	徳原	2.4	6.6	7.2	5.8	6.1	6.9
	布引	3.3	8.3	10.3	8.2	9.1	8.8
	頓宮	2.3	6.0	8.2	5.7	6.9	7.7
	畑	1.1	2.9	3.6	3.0	4.1	5.3
	今宿	3.3	8.1	11.2	8.1	8.8	8.0
甲賀市 水口町	虫生野	3.9	8.5	7.2	8.7	9.9	11.1
	波濤ヶ平	3.8	9.7	8.5	9.6	10.6	10.2
日野町	北山	4.0	7.6	10.8	7.3	10.0	13.3
	全地点平均	3.0	7.4	8.3	7.1	8.3	9.0

注) 単位はmm。半旬別および旬別の値は、日別値を各期間積算した値。
数値は二乗平均平方根誤差 (RMSE)。

3.3 土壌pF推定モデルによる推定精度の検証

実測降水量による土壌pF推定値について、土壌タイプおよび年次別に見た実測値との誤差を表7に示す。

土壌タイプ別のRMSEは、中粗粒褐色森林土では0.10~0.12と比較的安定して推定精度が高く、一方、野洲川南東部の細粒黄色土では0.13~0.20とやや精度が低かった。また、表層腐植質黒ボク土では0.08~0.16、その他地域の細粒黄色土では0.09~0.16と、集団茶園や年次で振れが大きかった。2012年のRMSEは0.10~0.17、2013年は0.08~0.16、2014年は

0.08~0.20と、集団茶園による振れは大きいものの、年次による大きな差はみられなかった。

さらに、推定降水量による土壌pF推定値について、土壌タイプおよび年次別に見た実測値との誤差を表8に示す。

ほとんどの集団茶園で実測降水量による推定よりRMSEが大きくなり、推定精度が低下する傾向がみられた。特に年次によって推定精度に差がみられ、2012年は精度の低下が特異的に大きかった。

表7 実測降水量による土壌pF推定値と実測値との推定誤差

土壌タイプ	市町名	集団茶園名	2012年	2013年	2014年	3か年
中粗粒褐色森林土	甲賀市信楽町	向山	0.10	0.11	—	0.10
		奥山	—	0.12	—	0.12
		寺谷	—	—	0.09	0.09
		全体	0.10	0.11	0.09	0.11
表層腐植質黒ボク土	甲賀市土山町	徳原	0.15	0.16	—	0.16
		南土山	—	0.08	—	0.08
		前野	—	—	0.13	0.13
		全体	0.15	0.13	0.13	0.14
細粒黄色土① (野洲川南西部)	甲賀市水口町	波濤ヶ平	0.17	0.13	—	0.15
		虫生野	—	—	0.20	0.20
		全体	0.17	0.13	0.20	0.16
細粒黄色土② (その他地域)	甲賀市土山町	畑	0.16	0.09	—	0.12
		頓宮	—	0.10	0.15	0.12
		布引	—	—	0.11	0.11
	蒲生郡日野町	八束	—	—	0.15	0.15
		北山	—	—	0.09	0.09
	全体	0.16	0.09	0.13	0.12	

注) 数値は二乗平均平方根誤差 (RMSE)。

表8 推定降水量による土壌pF推定値と実測値との推定誤差

土壌タイプ	市町名	集団茶園名	2012年	2013年	2014年	3か年
中粗粒褐色森林土	甲賀市信楽町	向山	0.20	0.12	—	0.10
		奥山	—	0.19	—	0.19
		寺谷	—	—	0.07	0.07
		全体	0.20	0.16	0.07	0.15
表層腐植質黒ボク土	甲賀市土山町	徳原	0.33	0.16	—	0.16
		南土山	—	—	—	—
		前野	—	—	—	—
		全体	0.33	0.16	—	0.14
細粒黄色土① (野洲川南西部)	甲賀市水口町	波濤ヶ平	0.35	0.14	—	0.26
		虫生野	—	—	0.25	0.25
		全体	0.35	0.14	0.25	0.26
細粒黄色土② (その他地域)	甲賀市土山町	畑	0.24	0.08	—	0.16
		頓宮	—	0.10	0.11	0.11
		布引	—	—	0.11	0.11
	蒲生郡日野町	八束	—	—	0.17	0.17
		北山	—	—	0.09	0.09
	全体	0.24	0.09	0.12	0.13	

注) 数値は二乗平均平方根誤差 (RMSE)。南土山、前野は推定降水量のデータなし。

4. 考察

本研究では、夏期干ばつ時における茶園へのかん水要否判断の一助とするため、県内の主要な集団茶園 12 か所の土壌水分について、降水量から推定できるモデルの作成を試みた。

此本は、深さ 15cm の土壌 pF で茶樹へのかん水の要否判断するのが妥当としている³⁾。また、筆者らは夏期における雨落ち部 0~20cm 深の土壌水分は秋芽の生育に影響が大きいことを認めている(未発表)。そこで、今回のモデルの推定値は、15cm 深の土壌 pF 値とした。

畑地における土壌水分の推定については、降水量と併せて蒸発散量を用いた水収支法⁷⁾やタンクモデル法¹⁾による研究例がある。一方、今回推定の対象とした成木茶園は、構造的に植物体(茶樹)のボリュームがどの茶園もほぼ同様で蒸散量に大きな差がないこと、うね間に日光が当たりにくく晴天時と曇天日で蒸発量に差が生じにくいことが推察される。そこで、今回は無降雨時には土壌 pF 値が直線的に上昇、降雨時には降水量に対して直線的に下降するとの仮定に基づき、推定には「土壌 pF = 前日の土壌 pF + 1 日当たりの土壌 pF 上昇率 - 日降水量 × 降水量 1mm 当たりの土壌 pF 下降率」という単純なモデルを採用した。

その結果、無降雨日数と土壌 pF の上昇との関係は、土壌タイプや地域で 4 種類に分類することによって単純な直線関係で説明することができた。そして、求めた傾きを推定モデルのパラメータとすることで、各集団茶園の土壌 pF 実測値の推移と概ね一致させることができ、かん水要否判断の目安として実用的な推定値を得られた。

また、当モデルで土壌 pF の推定値をリアルタイムに情報提供する場合、降水量データとして現地茶園の実測値を用いることは、簡便性や迅速性の面からも現実的ではない。そこで、近隣のアメダスデータから降水量を推定するモデルを作成し、推定降水量による土壌水分の推定についても検討した。

降水量の推定について、当初は清野⁹⁾のアメダスデータのメッシュ化手法に従い、重み付き距離平均法で推定を行ったが、その推定精度はやや低く、特に積算期間が長くなるほど誤差範囲は大きく広がった。そのため、2013~2014 年に推定の対象となる全 12 か所の集団茶園で降水量を観測し、近隣のアメダス実況値を説明変数とした重回帰モデルの作成を試みた。その結果、すべての集団茶園において、あてはまりの良い重回帰モデルが得られ、日降水量を平均 4mm 程度の誤差で推定することが可能となった。

さらに、推定降水量を使った土壌水分の推定について、その精度を検証したところ、土壌 pF の推移は実測値と概ね一致し、かん水要否判断の目安としてほぼ実用的レベルの数値が得られた。ただし、今回作成した重回帰モデルによる推定においても、メッシュ化手法による推定と同様に積算期間が長くなるほど推定誤差が大きくなり、そのことが土壌水分の推

定精度に影響を及ぼす場合がみられた。表 7 のように、推定降水量による土壌 pF 推定値のうち、2012 年はどの集団茶園でも特異的に誤差が大きくなった。これは、2012 年の 8 月中旬~9 月中旬に連日極めて局地的な降雨があり、実際には無降雨の日に、数 mm の降水量を誤推定した結果生じた誤差であると考えられた。

図 8 には、実測値と推定値に大きなズレが認められた 2012 年の甲賀市土山町徳原の事例を示す。このように、局地的な降雨による誤推定が続く場合には、土壌水分の推定精度に大きな影響が出る場合があり、注意が必要と考えられた。

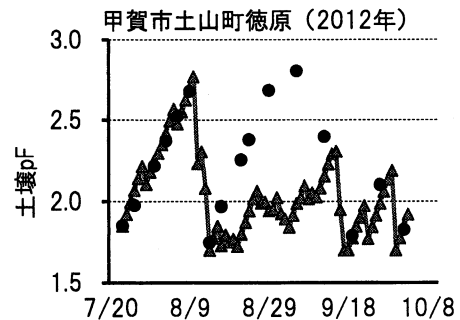


図 8 推定降水量による土壌 pF 推定値と実測値の誤差が大きい事例
注) ● 実測値 ▲ 推定値

また、本研究では推定の開始にあたり、測定開始日の実測土壌 pF を当てはめただけで、その翌日から推定を開始した。今回作成した 2 つのモデルとアメダスデータのみで推定を行う場合、推定開始時に実測値は存在しない。このため、推定は土壌 pF が推定下限値に達するような降雨の後または推定上限値に達するような連続無降雨の後に開始する必要がある。

以上のように、今回作成した降水量および土壌水分の推定モデルを用いることで、県内 12 か所の集団茶園について、ほぼ実用レベルの土壌 pF 推定値が得られるようになった。今後は、ホームページなどを利用した情報の発信によって、夏期の干ばつ対策の一助となることに期待したい。

近年、経営規模が拡大傾向にある中、茶生産者は自らが栽培する茶園の土壌水分状態だけでなく、生育や病害虫の発生状況などを正確に把握することが困難になっている。今後は、気象、生育および病害虫など様々な情報提供が必要であり、情報提供のためのシステム構築が必要と考えられる。

5. 謝辞

本研究の遂行にあたり、甲賀市および日野町の茶生産者の方々には調査ほ場を提供いただいた。また、農業技術振興センター茶業指導所の職員諸氏には、終始有益なご助言とご協力をいただいた。ここに記して深謝の意を表する。

6. 引用文献

- 1) 有森正浩・遠藤泰・林春奈, 2012. タンクモデル法を用いた畑地における土壌水分量の経年変化と早害発生頻度の推定. 農業農村工学会論文集, 280 : 37-43.
- 2) 忠谷浩司・西野英治, 1997. 干ばつ被害の強度が茶樹の生育と翌年産茶に及ぼす影響. 滋賀県農林水産主要試験研究成果, 滋賀県農林水産技術会議編, 5 : 51-52.
- 3) 此本晴夫, 1978. 降雨遮断施設を利用した茶園のかん水効果. 茶研報, 48 : 23-33.
- 4) 釘本和仁・野中一弥・野方俊秀・東島敏彦, 1996. 佐賀県における1994年の高温・干ばつによる茶樹への影響. 九州農業研究, 58 : 45.
- 5) 松尾喜義, 2008. 気象災害と対策 干害・異常高温被害. 農文協編. 茶大百科Ⅱ. 農文協. pp490-pp499.
- 6) 小川茂, 1988. 茶樹の栽培法 土壌. 新茶業全書. 静岡県茶業会議所. pp38-pp61.
- 7) 中野聡史・小南靖弘・横山宏太郎, 2008. 水収支法による重粘土ダイズ圃場の土壌水分の推定. 農業気象大会講演要旨, 08sp(0) : 63-63.
- 8) 塚田輝貴・中村晋一郎・久保田朗・吉岡哲也, 2005. 施肥量を削減した茶園におけるかん水の効果. 福岡農試研報, 24 : 126-129.
- 9) 清野裕, 1993. アメダスデータのメッシュ化について. 農業気象, 48(4) : 379-383.
- 10) 山下正隆・武弓利雄・佐波哲次・釘本和仁・野中一弥, 1996. 94年夏季の干ばつが茶樹の根の活力及び翌年一番茶の収量に及ぼす影響. 茶研報, 82 : 15-20.

Summary

The production of a model for estimating precipitation based on AMeDAS data and a model for estimating soil moisture content of tea fields based on precipitation is being planned. These models will enable estimates to be done of the pF of mature tea field soil based on precipitation in 12 major cooperative tea fields in Shiga Prefecture, Japan.

The following model for estimating soil pF for three soil types was created: [Soil pF = Soil pF from previous day + rate of increase in soil pF per day - Daily precipitation x the rate of decrease in soil pF per 1 mm of precipitation]. The estimation error (Root Mean Square Error : RMSE) based on measured precipitation with this model was 0.08 to 0.20, showing good conformance with measured values.

A multivariate regression model was also created to estimate the precipitation at cooperative tea fields in 12 locations. This resulted in a model that used nearby AMeDAS data as explanatory variable and produced good estimates. The model estimated daily precipitation with an average error of about 4 mm.

When the estimated precipitation was applied to model for estimating soil pF, the estimation error tended to become 0.07 to 0.35, which was slightly higher. Yet, the error remained within a practicable range.

The model requires careful use, however, since the estimation error could become larger in a year with many continues days of low precipitation.