

あたらしい 農業技術

No.666

静岡抹茶の生産拡大に向けた
てん茶安定生産技術の開発

令和2年度

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 県内主要品種の中から抹茶原料のてん茶適性が高い「つゆひかり、香駿」の2品種を選定しました。
- (2) 県内で最も普及している煎茶用品種やぶきたや上記の品種において、収量と品質を高める「被覆栽培技術（被覆方法、整枝方法）」を解明しました。
- (3) 樹冠面画像から「AI解析」により、新芽生育ステージ（被覆を開始する時期）を推定する技術を構築しました。
- (4) 収穫後の「生葉貯蔵」により、覆い香の前駆物質メチルメチオニンスルホニウムを増加させ、てん茶の覆い香物質ジメチルスルフィドを増強する技術を開発しました。
- (5) 貯蔵生葉を用いたてん茶製造において、「過熱水蒸気」による蒸熱での品質向上効果を解明するとともに、「新てん茶炉」等での覆い香と緑色を高める製造技術を確立しました。
- (6) 近赤外分光法により、迅速かつ簡便にてん茶品質(色、味、粒度等)を推計する「てん茶(抹茶)成分分析計」を開発しました。

2 技術、情報の適用効果

直接被覆による栽培技術と、覆い香と緑色を高めるてん茶製造技術の開発により、静岡抹茶の付加価値が付与され普及拡大が期待できます。

てん茶（抹茶）成分分析計での、てん茶品質の数値化により、品質証明・差別化販売を行うことで、国内外への静岡抹茶の販売拡大が期待されます。

3 適用範囲

てん茶生産拡大を図る生産者、JA、茶商等

4 普及指導上の留意点

貯蔵生葉による覆い香の高いてん茶製造に際しては、取引茶商等の要望を含めた総合的な利用判断が望まれます。

目 次

はじめに	1
1 静岡抹茶に適したてん茶生産技術の開発	1
(1) 静岡県の主要品種に適したてん茶生産技術	1
(2) 枝条管理と被覆の組み合わせによる良質・多収化技術	5
(3) 新芽生育ステージのA Iによる客観的推定法の確立	7
2 高品質抹茶の加工技術の開発	8
(1) 生葉コンテナによる大量貯蔵技術の確立	8
(2) 貯蔵生葉に対応した過熱水蒸気による蒸熟技術の確立	10
(3) 貯蔵生葉に対応した乾燥技術	11
(4) 近赤外分光法によるてん茶の品質評価技術の開発	12
おわりに	13

はじめに

煎茶（リーフ茶）の需要が減少し価格が低迷する一方、抹茶の原料である「てん茶」は、食品加工用として国内外で需要が拡大しています。宇治などの歴史を有する先進地で行われている高級てん茶生産技術（てん茶専用品種、棚被覆栽培、レンガ炉製茶）では、多額な経費と時間を要し、静岡県内への早急な普及が困難と考えられます。

現在、抹茶の利用は、茶席のお点前用はわずか5%程度で、残り95%はスイーツ、ラテ等の食品加工用といわれます。このことから、本県では、県内に広く普及している煎茶用品種を用い、簡易で安価な直接被覆を行い、生葉貯蔵などによる、高品質な「食品加工用てん茶」の研究に取り組み、新たな生産技術を開発しました。ここでは、その技術について紹介します。



図1 静岡県における食品加工用てん茶の生産

1 静岡抹茶に適したてん茶生産技術の開発

(1) 静岡県の主要品種に適したてん茶生産技術

ア 良質多収を目指した被覆法の確立

静岡県の91%が「やぶきた」品種であり、この「やぶきた」を用い、直接被覆したチャ葉の各特性の推移を調査しました。本試験の直接被覆資材は、全てダイオラッセル85P（ダイオ化成製、遮光率約80~85%）を使用しました。

経時的に調査した結果を図2に示します。収量を表す指標である芽摘み新芽の乾物重は、日が経つにつれて増加しましたが、被覆によって増加のスピードは弱まりました（図2左）。旨味成

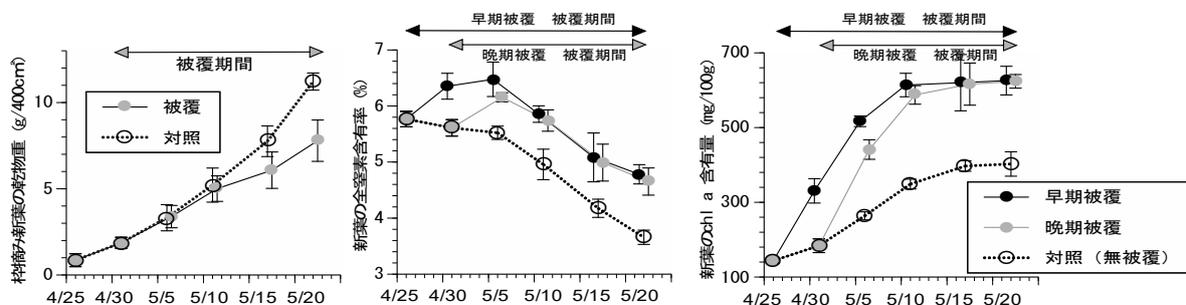


図2 被覆が新葉の乾物重（左）、窒素含有率（中）、chl a 含有量（右）に及ぼす影響

1) 早期被覆は2017年4月26日（1.3葉期）に、晩期は5月1日（2.4葉期）にダイオラッセル85Pを直接被覆

分を表す指標の全窒素含有率は、被覆によって一時的に高まりましたが、その後、日が経つにつれて減少しました（図2中）。てん茶の色を表す指標の chl a^{*}含有量は日が経つにつれて増加しましたが、被覆によって更に高まりました。しかし、被覆を開始してから15日後には一定になり、以後、有意な増加はみられませんでした（図2右）。

※ 抹茶（てん茶）のクロロフィル（chl）には a と b があるが、どちらも濃緑色になるほど値は大きく、b よりも a の方が大きく変化する。

これらの調査項目について、茶期、被覆期間、被覆開始期がどのように影響するか調査しました。

表1に一番茶と二番茶を比較した結果を示します。収量は一番茶が多くなりましたが、有意差はみられませんでした。しかし、全窒素含有率と chl a 含有量では、一番茶は有意に二番茶よりも高く、品質では明らかに一番茶が二番茶よりも優れました。

次に、一番茶の2.0葉期に被覆を開始し、15日後、20日後、25日後に調査した結果を表2に示します。被覆期間が長いほど（経過日数が長いほど）、収量は有意に増加し、全窒素含有率は有意に低下しました。一方、20日後の chl a 含有量は、15日後よりも有意に増加しましたが、25日後の chl a 含有量は20日後と有意差がありませんでした。

被覆開始期（新芽の開葉期：1.5葉期、2.5葉期、3.5葉期、開葉速度は概ね0.2枚/日）の違いについて検討しました。なお、被覆期間はいずれも20日間で、結果を表3に示します。1.5葉期の早期被覆は収量が少なかったものの、全窒素含有率が高くなりました。

表1 茶期の違いがてん茶の収量と品質に及ぼす影響

茶期	収量 kg/10a	全窒素 含有率 %	chl a 含有量 mg/100g
一番茶	795	5.4	605
二番茶	727	4.0	576
有意性	N. S.	※※	※

- 1) 表中の値は2019年度の2葉期を目安に遮光率80～85%の資材を15日間と20日間直接被覆した平均値。
- 2) ※、※※はそれぞれ危険率5%、1%以下で有意差が認められたことを示す。

表2 被覆期間がてん茶の収量と品質に及ぼす影響

被覆 期間	収量 kg/10a	全窒素 含有率 %	chl a 含有量 mg/100g
15日間	630 ^a	5.7 ^a	579 ^a
20日間	949 ^b	5.2 ^b	634 ^b
25日間	1197 ^c	4.7 ^c	620 ^b
有意性	※※	※※	※※

- 1) 2019年度の一番茶期に2葉期を目安に85Pを直接被覆した。
- 2) ※、※※はそれぞれ危険率5%、1%以下で有意差が認められたことを示す。
- 3) 同一の肩掛け英小文字を付した区間に有意差なし（Tukey HSD 5%）。

表3 被覆開始期がてん茶の収量と品質に及ぼす影響

被覆 開始期	収量 kg/10a	全窒素 含有率 %	遊離 アミノ酸 含有率 %	chl a 含有量 mg/100g
1.5葉期	795 ^a	5.4 ^a	2.0	596
2.5葉期	958 ^a	4.7 ^b	1.3	581
3.5葉期	1364 ^b	4.7 ^b	1.6	630
有意性	※※	※※	N. S.	N. S.

- 1) 2019年度の一番茶で85Pを20日間、直接被覆した。
- 2) ※、※※はそれぞれ危険率5%、1%以下で有意差が認められたことを示す。
- 3) 同一の肩掛け英小文字を付した区間に有意差なし（Tukey HSD 5%）。

現地で利用されている代表的な被覆資材（表4）を比較しました。2葉期を目安に被覆を開始し、同一期間被覆栽培した結果を表5に示します。収量、全窒素含有率、chl a 含有量には、多少の増減はありますが、全てに有意差は認められませんでした。

表4 供試した被覆資材（全て遮光率 80～85%）

資材名	以後略称	備考
ダイオラッセル 85P ¹⁾	85P	ラッセル編み、両面黒
ダイオ WB ネット ¹⁾	WB	カラミ織り、片面白、片面黒
スーパーストライプ ²⁾	SS	カラミ織り、両面銀+黒
オセロスクリーン ²⁾	OS	カラミ織り、片面白、片面黒

1) ダイオ化成製

2) 日本ワイドクロス製

表5 被覆資材がてん茶の収量と品質に及ぼす影響

被覆資材 (略称)	収量 kg/10a	全窒素含有率 %	chl a 含有量 mg/100g
85P	790	4.7	598
WB	735	4.7	582
SS	806	4.6	580
OS	699	4.8	603
有意性	N. S.	N. S.	N. S.

1) 表中の値は2019年度の一、二番茶で2葉期を目安に15日間と20日間直接被覆した平均値。

2) 表中で比較したのは全て県内の主要抹茶生産団体で使用されている代表的な資材である。

これらの試験結果をまとめると以下のとおりです。

1. てん茶の収量は、一、二番茶で差は明らかでないが、品質は一番茶が優れる。
2. てん茶の収量は、被覆開始期が遅い方が多い。
3. てん茶の収量は、被覆期間が長いほど多い。
4. てん茶の旨味成分は、収量が多いほど少ない。
5. てん茶の色は、被覆開始によって濃緑色になり、15～20日間までは増加するが、その後は一定になり増加しない。
6. 被覆資材の違いは、15～20日間の被覆では、収量・品質への影響は判然としない。

イ 静岡県茶奨励品種等における長期被覆特性

静岡県内で栽培されている主要な品種について、一番茶をダイオラッセル 85P で20～31日間直接被覆し、収量、葉色（SPAD 値/葉厚、値が大きいほど濃緑色を示す。）、摘芽長、葉厚等の摘芽形質を調査しました。また、2018年と2019年は、収穫した生葉を試験用碾茶炉（株式会社寺田製作所製）で製茶加工し、官能評価を行いました。

これらの結果を表6に示します。「さやまかおり、香駿、さわみずか」は平均収量が1,000kg/10a以上（3年間平均値）と多収でした。葉色は「ゆめするが、さわみずか、おくみどり」が高い値

を示し、濃緑色でした。てん茶の品質では、「さえみどり、つゆひかり、香駿」で評点が高くなりました。

以上の結果から、静岡県茶奨励品種（煎茶品種）の中では「つゆひかり、香駿」が優れていると判断されました。

表6 長期被覆処理したときの供試品種の収量、摘芽形質及び品質¹⁾

品種名	一番茶 収量 (kg/10a)	摘芽形質 ²⁾			荒てん茶品質（官能評価） ³⁾							
		葉厚 (mm)	SPAD値	SPAD値 /葉厚	外観 (a)	香気 (b)	から色 (c)	水色	滋味 (d)	合計 ⁴⁾	外観 +から色 (a+c)	香気 +滋味 (b+d)
山の息吹	771	0.203	43.2	212	12.5	12.5	12.5	13.0	12.5	63.0	25.0	25.0
さえみどり	825	0.223	48.9	219	16.0	16.5	16.0	13.0	17.5	79.0	32.0	34.0
つゆひかり	946	0.223	47.3	213	17.5	16.0	16.5	14.5	16.5	81.0	34.0	32.5
しずかおり	859	0.226	50.8	225	11.5	15.5	14.5	14.5	17.0	73.0	26.0	32.5
さやまかおり	1,277	0.219	52.2	238	13.5	15.5	14.5	15.0	14.5	73.0	28.0	30.0
香駿	1,110	0.199	45.9	230	17.5	16.5	16.5	14.0	16.5	81.0	34.0	33.0
ゆめするが	831	0.221	54.0	245	12.5	13.5	17.0	14.5	16.5	74.0	29.5	30.0
おくひかり	799	0.229	52.7	230	12.0	12.5	14.5	16.0	15.0	70.0	26.5	27.5
さわみずか	1,214	0.208	52.2	251	11.5	13.0	16.0	16.0	17.0	73.5	27.5	30.0
おくみどり	990	0.195	49.9	256	17.0	14.0	16.0	12.5	13.5	73.0	33.0	27.5
やぶきた	911	0.214	51.2	239	17.0	15.5	14.5	15.5	16.5	79.0	31.5	32.0

1) 2017年～2019年まで一番茶期の1.5～2葉期前後に直接被覆処理。

2) 2018年～2019年の調査結果。新芽の上から第3葉を測定。

3) 2018年～2019年の調査結果。外観、香気、から色、水色、滋味の5項目とし、各項目20満点として相対評価した。

4) 外観、香気、から色、水色及び滋味での評点の合計点。

ウ 被覆方法の違いが「つゆひかり、ゆめするが」のてん茶品質に及ぼす影響

県内で栽培面積が増加している「つゆひかり」と色沢が優れる「ゆめするが」に対し、適した遮光率と被覆開始期について調査しました。

遮光率が異なる被覆資材を用いた3処理区（85%遮光区、95%遮光区、98%遮光区）を設け、各品種とも、2葉期に直接被覆しました。その結果を表7に示します。全ての品種で98%遮光区

表7 遮光度の違いによる「つゆひかり、ゆめするが」の収量、摘芽形質及び品質¹⁾

試験区 ²⁾	被覆 期間 (日)	一番茶 収量 (kg/10a)	摘芽形質			荒てん茶品質（官能評価） ⁴⁾					
			葉厚 ³⁾ (mm)	SPAD ³⁾ 値	SPAD値 /葉厚	外観	香気	から 色	水色	滋味	合計 ⁵⁾
つゆひかり85%遮光区	20	751	0.206	53.2	258	17	16	17	11	15	76
つゆひかり95%遮光区	20	665	0.208	52.8	254	18	17	18	12	17	82
つゆひかり98%遮光区	20	607	0.206	50.5	245	17	18	17	12	16	80
ゆめするが85%遮光区	21	701	0.216	54.4	252	15	16	15	17	17	80
ゆめするが95%遮光区	22	697	0.216	52.4	243	14	14	15	16	13	72
ゆめするが98%遮光区	23	559	0.213	52.9	248	15	17	15	16	18	81
やぶきた85%遮光区	21	843	0.215	54.3	253	13	13	14	14	10	64
やぶきた95%遮光区	21	876	0.213	52.8	248	14	13	15	15	11	68
やぶきた98%遮光区	21	713	0.219	51.3	234	16	14	16	15	15	76

1) 2018年一番茶期の調査結果。

2) 85%遮光区：ダイオラッセル85P（遮光率80～85%）、95%遮光区：ダイオラッセル2000（遮光率90～95%）、98%遮光区：ダイオラッセル2200（遮光率95～98%）、ダイオ化成製

3) 新芽の上から第3葉を測定。

4) 品質評価は外観、香気、から色、水色、滋味の5項目とし、各項目20満点として相対評価した。

5) 外観、香気、から色、水色及び滋味での評点の合計点。

は収量が少ない傾向が見られました。葉色を表す指標の SPAD 値と SPAD 値/葉厚は、全ての品種で 85%遮光区が最も大きく、濃緑色になりました。荒てん茶の官能評価では、つゆひかり 95%遮光区と 98%遮光区、ゆめするが 85%遮光区と 98%遮光区で評価が高く、覆い香や覆い味が感じられました。また、「つゆひかり」は外観とから色で、「ゆめするが」は水色で評価が高くなりました。遮光率が品質に及ぼす影響は品種ごとに異なり、判然としませんでした。

次に、被覆開始期（新芽の開葉期：1.5 葉期（被覆期間 24～25 日間）及び 2.5 葉期（被覆期間 18～21 日間）、開葉速度は概ね 0.2 枚/日）の違いについて、ダイオラッセル 85P を用い調査しました。結果を表 8 に示します。「つゆひかり」は「ゆめするが」より収量性に優れていましたが、両品種とも、2.5 葉期区が 1.5 葉期区より多収となりました。品質は、「つゆひかり」が最も評価が高く、特に色沢、から色の評点が高くなりました。また、「ゆめするが」も「やぶきた」より評価が高くなりましたが、生葉の SPAD 値/葉厚は大きいものの、官能評価の色沢、から色の評価は高くなりませんでした。これらのことから、被覆開始時期を早く行うことでさらに品質が向上することが期待できます。

表 8 被覆開始時期の違いによる「つゆひかり、ゆめするが」の収量、摘芽形質及び品質¹⁾

処理区	一番茶 収量 (kg/10a)	摘芽形質			荒てん茶品質（官能評価） ³⁾						
		葉厚 ²⁾ (mm)	SPAD ²⁾ 値	SPAD値 /葉厚	形状	色沢	香気	から 色	水色	滋味	合計 ⁴⁾
つゆひかり1.5葉期区	717	0.214	55.2	259	16	17	15	19	14	17	98
つゆひかり2.5葉期区	901	0.204	54.0	264	17	18	14	17	11	17	94
ゆめするが1.5葉期区	628	0.206	58.6	285	14	13	13	15	18	12	85
ゆめするが2.5葉期区	732	0.212	59.8	282	14	12	13	14	15	13	81
やぶきた1.5葉期区	824	0.211	54.4	258	13	13	12	13	12	14	77
やぶきた2.5葉期区	1,024	0.214	52.5	245	13	11	12	13	13	17	79

1) 2017年一番茶期の調査結果。

2) 新芽の上から第3葉を測定。

3) 品質評価は形状、色沢、香気、から色、水色、滋味の6項目とし、各項目20満点として相対評価した。

4) 形状、色沢、香気、から色、水色及び滋味での評点の合計点。

(2) 枝条管理と被覆の組み合わせによる良質・多収化技術

チャの栽培では、収穫対象となる新芽は図3に示したように、芽数型と芽重型に分類されます。

そこで、これら新芽形質の違いがてん茶の収量・品質に及ぼす影響を調査しました。新芽数は、秋整枝位置を通常（5 cm）よりも低め（4 cm）にすれば増加し、高め（6 cm）にすれば減少します。前年に中切りした茶園では、更に新芽数は減少します。この操作によっ

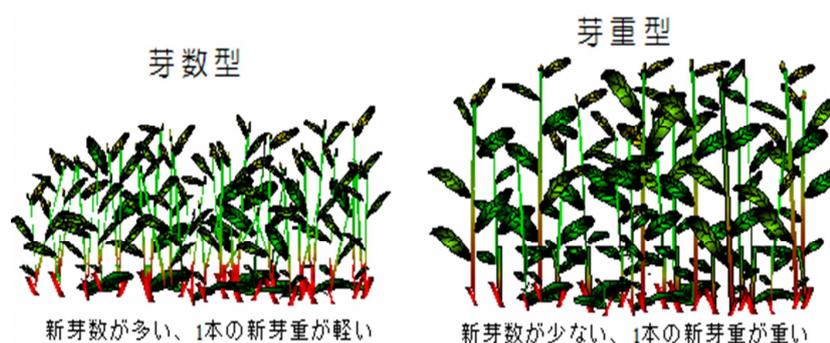


図3 芽数型と芽重型の違い（模式図）

て、芽数型茶園、芽重型茶園、超芽重型茶園の3区を設けました（表9）。

結果を表10に示します。芽数型茶園と芽重型茶園の比較では、芽重型茶園の方が新芽重が多く、1枚の新葉も大きくなり、てん茶適性が優れていると判断されました。前年中切りした茶園（超芽重型茶園）は、新芽数は減少したものの、百芽重が予想通りに増加しなかったため、結果は判然としませんでした。

表9 芽数型、芽重型茶園の作成方法

項目	作成方法
芽数型茶園	秋整枝低め（4cm上）
芽重型茶園	秋整枝高め（6cm上）
超芽重型茶園	前年中切り

表10 芽数型、芽重型茶園の違いが採摘（20cm×20cm）調査結果に及ぼす影響

新芽の形質	新芽重 g	新芽数 本	百芽重 g	窒素 含有率 d. w. %	chl a 含有量 mg/100g	新葉（1枚当たり）		
						乾物重 mg	面積 cm ²	比葉重 mg/cm ²
芽数型茶園	36.0 ^a	47 ^a	77.5 ^a	5.1 ^{ab}	572	30.8 ^a	6.69 ^a	4.68 ^a
芽重型茶園	40.1 ^b	42 ^b	96.5 ^b	4.9 ^a	621	38.8 ^b	8.61 ^b	4.50 ^a
超芽重型茶園	29.3 ^c	34 ^c	88.8 ^b	5.3 ^b	603	35.6 ^b	7.05 ^a	5.08 ^c

1) 同一の肩掛け英小文字を付した区間に有意差なし（Tukey 5%）。

秋整枝位置を高めにする以外に芽重型茶園を作出する方法として、「秋春二段整枝」の効果を検討しました。「秋春二段整枝」とは、通常、秋か翌春に整枝予定位置で新梢を刈り落とす（秋整枝、春整枝）ところ、本整枝法では新梢を秋と翌春の2回に分けて刈り落とすもので、図4に示しました。

この整枝法を用いると、一番茶の摘採期は数日間遅れますが、新芽数を減らして芽重型にする

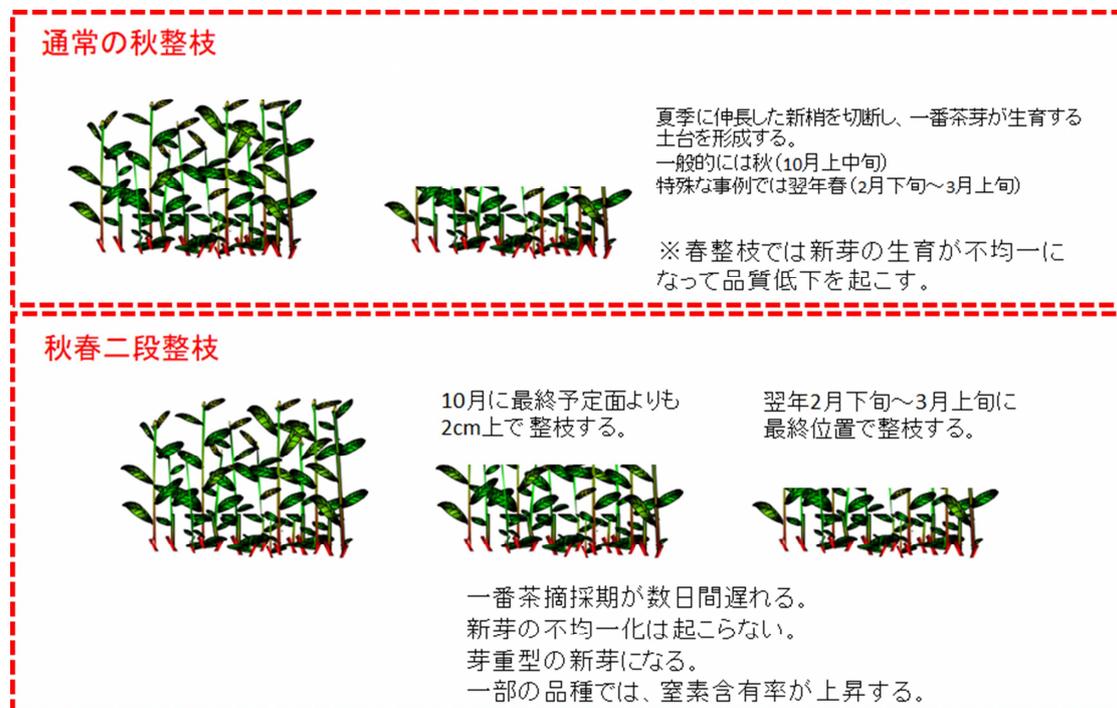


図4 秋春二段整枝の模式図

効果があります（表 11）。さらに、「つゆひかり」では、新芽の全窒素含有率が若干高まる試験結果があるため（図表省略）、「つゆひかり」で本手法を用いることにより、てん茶収量の増加と品質の向上が同時に行える可能性があります。

秋春二段整枝を行い、一番茶で被覆栽培した結果を表 12 に示します。秋春二段整枝は収量と chl a 含有量には影響しませんでした。また、「つゆひかり」の遊離アミノ酸含有率をやや高める傾向がみられました。前項で「高収量と旨味は両立しない」ことを述べましたが、「つゆひかり」では秋春二段整枝を行うことにより、収量を維持しつつ遊離アミノ酸含有率を高めることが示唆されました。

表 11 品種別、秋春二段整枝と秋整枝が一番茶の新芽数〔本/（20cm×20cm）〕に及ぼす影響

	おおいわせ	つゆひかり	やぶきた	さやまかおり	香駿	おくひかり
秋春二段整枝	73	64	48	54	64	44
秋整枝（対照）	85	76	53	57	64	48
t検定の有意性	※※	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

1) 整枝は、2016 年 10 月と 2017 年 3 月に行い、2017 年一番茶で調査した。

2) ※、※※はそれぞれ危険率 5%、1%以下で有意差が認められたことを示す。

表 12 整枝方法と被覆期間の組み合わせがてん茶の収量と品質に及ぼす影響

整枝方法	被覆期間	摘採日	収量 kg/10a	枠（20cm×20cm）摘み調査			
				新芽数 本	百芽重 g	遊離アミノ酸 含有率 %	chl a 含有量 mg/100g
品種：つゆひかり							
秋春二段	15 日間	5/09	830	52	71.3	5.4	623
秋春二段	20 日間	5/16	1038	45	83.1	4.8	658
秋整枝	15 日間	5/10	815	53	62.2	5.1	627
秋整枝	20 日間	5/14	1153	42	92.4	3.3	682
参考品種：やぶきた							
秋春二段	20 日間	5/14	818	44	76.6	2.6	612
秋整枝	無被覆	5/07	690	57	60.4	1.2	307

（3）新芽生育ステージの AI による客観的推定法の確立

上述したように、てん茶の収量や品質は、新芽の生育ステージ（開葉数）を正確に判断して、適期に被覆資材を被せることが重要と判明しました。しかし、新芽の生育ステージの判断は、調査人によって誤差が出やすいことが問題となっています。そこで、樹冠面の写真撮影画像から新芽の生育ステージを AI（人工知能）で客観的に推定する技術の開発を行いました。

表 13 樹冠面の撮影と調査によって得られたデータ数

茶期	2017 年	2018 年	2019 年	計
一番茶	120	136	60	316
二番茶	100	100	100	300
三番茶	80	100	80	260
計	300	336	240	876

1) データ数は、20×20cm 枠の画像と枠内調査データのセットを 1 個とした。

研究期間の3年間で876のデータが得られ、これを表13に示しました。上記のうち、2017年に取得したAIによる推定値と実測値との関係について図5に示し、相関係数が0.9以上の高い精度での相関が得られました。開葉数は、一番茶で1日当たり+0.2枚増加するとされるため、±1日となる±0.2枚以内の平均平方二乗誤差（RMSE）が目標となります。

人工知能による推定は、通常、万単位の画像が必要とされていますが、かなり少数でも実用的な精度が期待されることが判明しました。新芽の生育ステージ（開葉数）の客観的判断は、てん茶生産のみならず、その他病虫害防除適期の把握などにも応用可能であることから、今後クラウドサービスへの展開を視野に、実用化に向けて改良を行ってまいります。

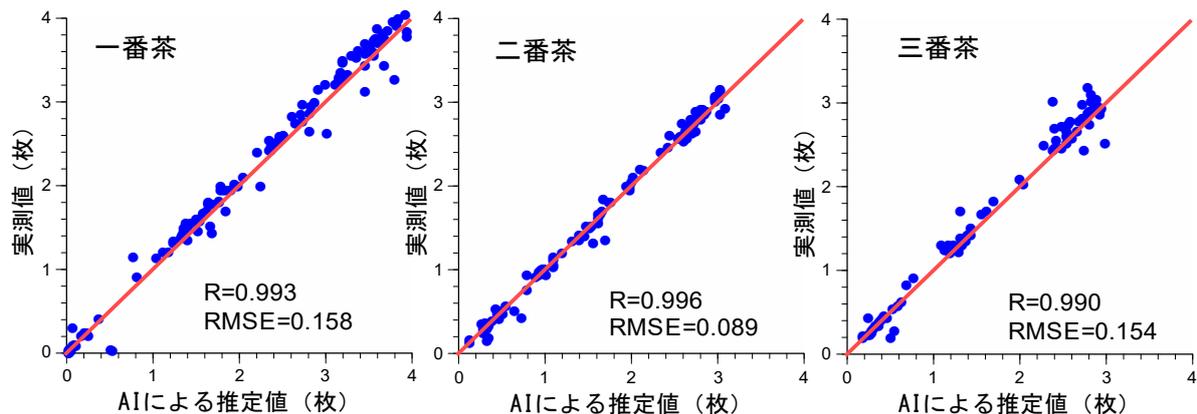


図5 開葉数のAIでの推定値と実測値の関係

2017年に取得したデータのみで解析した。
Rは相関係数、RMSEは平均平方二乗誤差を示す。

2 高品質抹茶の加工技術の開発

(1) 生葉コンテナによる大量貯蔵技術の確立

ア 開発の背景とねらい

「静岡抹茶」の品質向上対策として、加工研究分野では、既往の研究成果を活用し、被覆栽培で増加した覆い香の前駆物質メチルメチオニンスルホニウム（以下MMS）を生葉貯蔵で更に増加させ、「覆い香」を高めたてん茶の開発を目指しました。

てん茶の特徴的な評価項目である「覆い香」は、被覆栽培された生葉を原料とした茶（玉露等）などに特有の‘青のり様’の香りで、主体は、ジメチルスルフィド（以下DMS）といわれます。

この「覆い香」の主体であるDMSは、最初から茶葉中にあるのではなく、茶葉中に含まれるMMSを前駆体として、製茶中の加熱処理によって生成されます。また、茶葉中のMMS含有量は、被覆程度や、品種、生育ステージ等で異なり、施肥量によっても異なることが報告されています。

イ 生葉コンテナによる大量貯蔵技術の確立

被覆栽培した生葉を一定温度条件下で貯蔵することで、てん茶の特質である覆い香の前駆物質MMSが増加することを当センターで明らかにしています。

しかし、その成果は平カゴによる数 kg 規模での貯蔵試験結果であることから、現地茶工場で一般的に使用されている通風式生葉コンテナを用い大量貯蔵した場合でも、MMS が増加するかを確認しました。

この結果、100K 型通風式生葉コンテナで生葉を大量貯蔵したところ、MMS 含有量の増加が認められました (図 6)。

貯蔵生葉をてん茶に加工したところ、てん茶の DMS 含有量が増加しました (図 7)。

生葉貯蔵により、てん茶の色が劣化するかについて、chl a 含有量を測定した結果、むしろ緑色が向上する方向に変化していました (図 8)。

このことは、既往の研究で生葉貯蔵により茶葉の pH が上昇することが知られており、これにより加工中の熱による chl (緑色) のフェオフィチン (褐色) への変化が抑制されたものと推測されました。今回の試験においても貯蔵生葉やてん茶の pH を測定した結果、pH が上昇していたことが確認されました (データ略)。したがって、覆い香だけでなく、生葉貯蔵により緑色も高められることが確認されました。

2018 年試験のてん茶官能評価の結果、いずれの貯蔵区でも対照区を上回る合計点が得られる傾向にありました。一方、30 時間貯蔵のものには「葉傷み味」、「葉傷み臭」の概評が入りました (表 14)。

以上のことから、常温・24 時間までの貯蔵であれば、MMS 増加による覆い香の向上、chl の増加による緑色の向上効果により、てん茶品質が向上することが確認されました。

本技術の導入に際しては、取引先茶商等の要望を含めた総合的な判断が望まれます。また、常温貯蔵のため、季節外れの高温による茶生葉の葉痛みには注意が必要です。

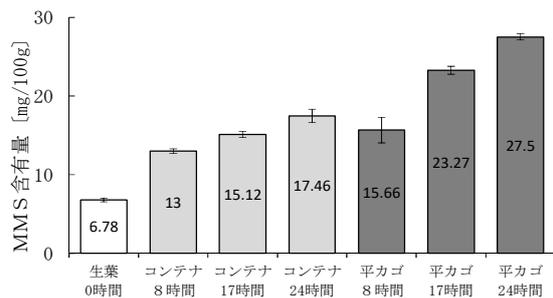


図 6 通風式 100K 型コンテナ貯蔵が生葉の MMS 含有量に及ぼす影響

- 1) 2017 年に 15°C で保管
- 2) エラーバーは、標準偏差

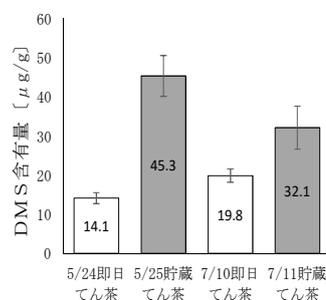


図 7 通風式 100K 型コンテナの貯蔵が加工した茶の DMS 含有量に及ぼす影響

- 1) 2017 年に 15°C で 24 時間保管

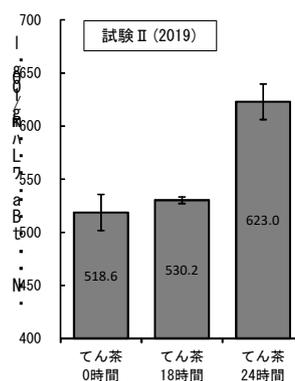


図 8 生葉貯蔵がてん茶のクロロフィル a 含有量に及ぼす影響

- 1) 2019 年 5 月 22 日に常温保管
- 2) エラーバーは、標準偏差

表 14 貯蔵生葉を原料としたてん茶の官能評価結果(2018)

試料	試験Ⅱ(5/6-7)					試験Ⅲ(5/23-24)						
	外観	香気	水色	から色	滋味	計	外観	香気	水色	から色	滋味	計
0時間貯蔵(対照)	15	17	18	16.5	17	83.5	14	12	12.5	14	12.5	65
18時間貯蔵	<u>17.5</u>	16.5	17.5	<u>18</u>	<u>17.5</u>	87	13.5	<u>14</u>	<u>13</u>	12	<u>14</u>	66.5
24時間貯蔵	<u>17</u>	<u>18</u>	17	<u>17</u>	<u>18</u>	87	13.5	<u>13</u>	<u>14</u>	13.5	<u>13</u>	67
30時間貯蔵	<u>18</u>	<u>17</u>	16	<u>17</u>	16	84	13	<u>13.5</u>	<u>14</u>	13	<u>13.5</u>	67

※各20点満点で熟練審査員が評価、下線のものは対照と同点以上のもの

(2) 貯蔵生葉に対応した過熱水蒸気による蒸熱技術の確立

生葉貯蔵では、貯蔵中に生葉コンテナ内で茶葉が圧縮され、色を低下させる「折れ葉」が多くなります。てん茶の品質では色（濃緑色）が重要であることから、新たな「過熱水蒸気」について試験を行いました。「過熱水蒸気」は、通常の飽和水蒸気に比べ、熱が奪われても温度が飽和温度まで下がらないと凝縮しない性質を有するた

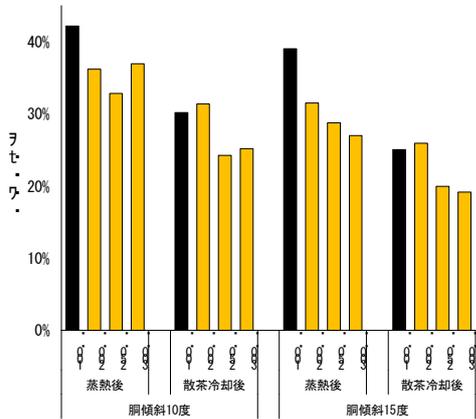


図 9 異なる蒸気温度による蒸熱後及び散茶冷却後の茶葉の折れ葉率

- 2019年の一歩茶期に実施した。
- 折れ葉率 = (折れ葉数) / (100芽全葉数) × 100 (%)

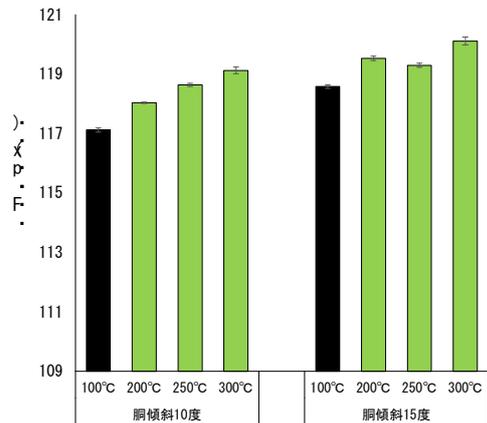


図 10 蒸熱温度が異なるてん茶の色相角度

- 2019年の一歩茶期に実施した。
- 色相角度が大きいほど緑色が濃い

表 15 蒸熱温度が異なるてん茶(荒茶)の熟練審査員による官能評価の結果

蒸機の 胸傾斜	蒸気 種類	温度 (°C)	外観	香気	から色	水色	滋味	計
10度	飽和	100	14.7	16.7	14.3	16.7	15.7	78.0
	過熱	200	16.3	17.3	17.7	15.3	16.7	83.3
	過熱	250	16.3	15.7	18.0	17.3	16.3	83.7
	過熱	300	17.7	17.0	18.3	15.7	17.3	86.0
15度	飽和	100	15.7	13.7	16.7	15.3	16.7	76.3
	過熱	200	16.3	17.3	17.0	16.7	16.7	84.0
	過熱	250	16.7	15.3	18.0	14.0	15.3	79.3
	過熱	300	18.7	16.0	18.0	17.0	18.3	88.0

- 表中の値は、2019年一歩茶時に実施した3回繰り返しの平均値を示す。

め、茶葉表面に水滴が付着しにくく、茶葉同士の接着が少なく、「折れ葉」の低減による色の向上が期待できます。

そこで、貯蔵生葉に対し「過熱水蒸気」を網胴回転式蒸機に用い、試験を行った結果、蒸し時間は蒸気温度で差はなく、胴傾斜 10 度は 16 秒程度、15 度は 12 秒程度となりました。

折れ葉率は、蒸熱後、散茶冷却後ともに、飽和水蒸気に比べ過熱水蒸気で減少しました(図 9)。荒茶の色相角度は、過熱水蒸気で大きく、蒸気温度が高いほど大きい傾向でした(図 10)。外観の官能評価は、過熱水蒸気で評価が高く、300℃が最も高評価となりました(表 15)。

(3) 貯蔵生葉に対応した乾燥技術

てん茶の覆い香に代表される独特の香りは DMS が主成分といわれており、DMS 含量は生葉を貯蔵すると増加することが明らかになっています。そこで、24 時間貯蔵した生葉(以下貯蔵生葉)を用い、新てん茶炉及び棚式乾燥機を用いた仕上げ乾燥におけるてん茶の品質向上技術を検討しました。

取り出し時の葉水分含量(茎を除いた葉のみの水分含量) 100%(d. b.)以上を初期乾燥(新てん茶炉)、100~5%(d. b.)を後期乾燥(新てん茶炉)、5%(d. b.)以下を仕上げ乾燥(棚式乾燥機)として、乾燥条件と荒茶の DMS 含量、色相角度(値が大きいほど緑色の程度が大きい)の関係を調査しました。

荒茶の「DMS 含量」は、貯蔵生葉では初期乾燥の乾燥温度が高いほど、乾燥時間が長いほど高い傾向にあり、取出し時の葉水分含量が低いほど高くなりました(図 11)。ただし、高温で長時間処理し過乾燥になると焦げ臭が発生し、品質低下を招くため注意が必要です。この傾向は、後期乾燥(温度 80~100℃、時間 10~30 分)でも同様でした(図表省略)。また、仕上げ乾燥においても DMS 含量が増加しません(図 12)。一方、即日生葉(摘採後、数時間以内に製造)では、増加量が少ない傾向にありました(図 11、12)。

荒茶の「色相角度」は、初期乾燥では貯蔵生葉、即日生葉ともに取出し時の葉水分含量が低いほど高くなりました(図 13)。初期乾燥では乾燥条件により色相角度に約 5° の差がありますが、

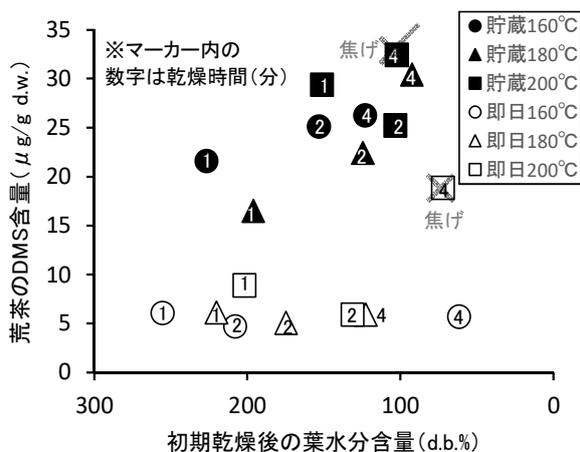


図 11 初期乾燥条件と取出し後の葉水分含量、荒茶 DMS 含量の関係

試験日 即日：2019年5月20日
貯蔵：2019年5月21日

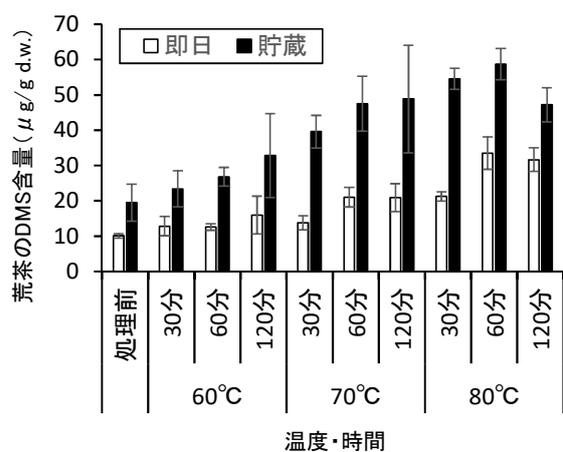


図 12 仕上げ乾燥条件と乾燥前後の荒茶 DMS 含量の関係

原料製造 即日：2019年5月16日
貯蔵：2019年5月17日
仕上げ乾燥試験：2019年5月29日

後期乾燥ではこの差が約1°と小さく（図表省略）、荒茶の色相角度に及ぼす影響は、初期乾燥工程で大きいと考えられました。仕上げ乾燥では温度を高く、時間を長くすると、過乾燥により色相角度が低下するため注意を要します（図14）。

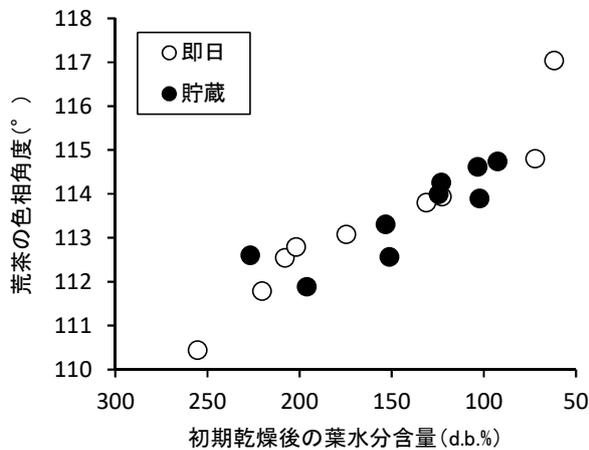


図13 初期乾燥条件と取出し後の葉水分含量、荒茶色相角度の関係

試験日 即日：2019年5月20日
貯蔵：2019年5月21日

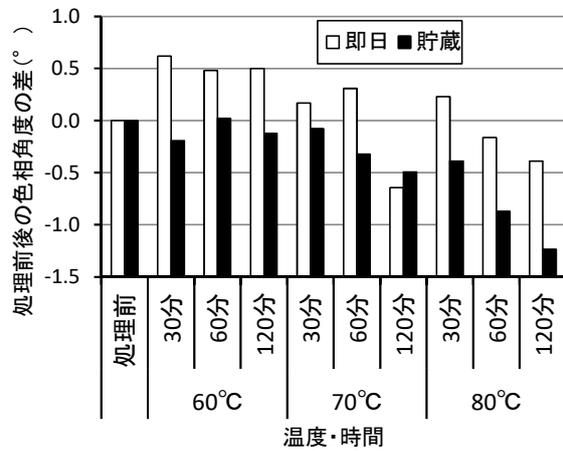


図14 仕上げ乾燥条件と乾燥前後の荒茶色相角度の関係

原料製造、試験日は図11と同様
処理前の色相角度
即日 114.3°、貯蔵 114.8°

(4) 近赤外分光法によるてん茶の品質評価技術の開発

煎茶の品質評価で実績のある近赤外法を用い、てん茶の成分と粒度など品質に関するパラメーターの測定技術について研究を行いました。各種成分の検量線作成試料として、国内外（中国、静岡、京都、愛知、三重、鹿児島等）からてん茶や類似の粉末茶を211点収集しました。さらにここから検量線作成と検証に適したサンプルとして100点を選抜した後、サイクロンサンプルミル（UDY社、スクリーン1mm）で粉砕し供試しました。なお、粒度の検量線作成試料及び検証試料として製造日、製法が異なるてん茶6種を異なる粉砕機（ボールミル、石臼など）と異なる粉砕条件（時間、スクリーンの開口径等）で粉砕し、平均粒子径の異なる供試茶52点を調製しました。また、検量線作成時に目的変数となる成分のうち、水分は乾燥法、全窒素は燃焼法、NDFはVansoest法に準拠した阿部の方法、chlはPorraらの方法に準拠した比色により定量しました。全遊離アミノ酸、テアニン、カテキン類、カフェインはHPLC法により定量しました。

以上の結果について、図15に示しました。水分、全窒素、NDF、chl、カフェインのMLR検量線の決定係数 R^2 は、それぞれ0.964、0.979、0.858、0.843、0.858であり、現場における品質管理用として実用レベルの検量線が得られました（図15 a~e）。また、平均粒子径を推定するMLR検量線による決定係数 R^2 は0.903でした（図15 f）。

これらの成果をもとにてん茶（抹茶）成分分析計をカワサキ機工株式会社、静岡製機株式会社と共同で実用機を開発し、2020年から市販を始めました。

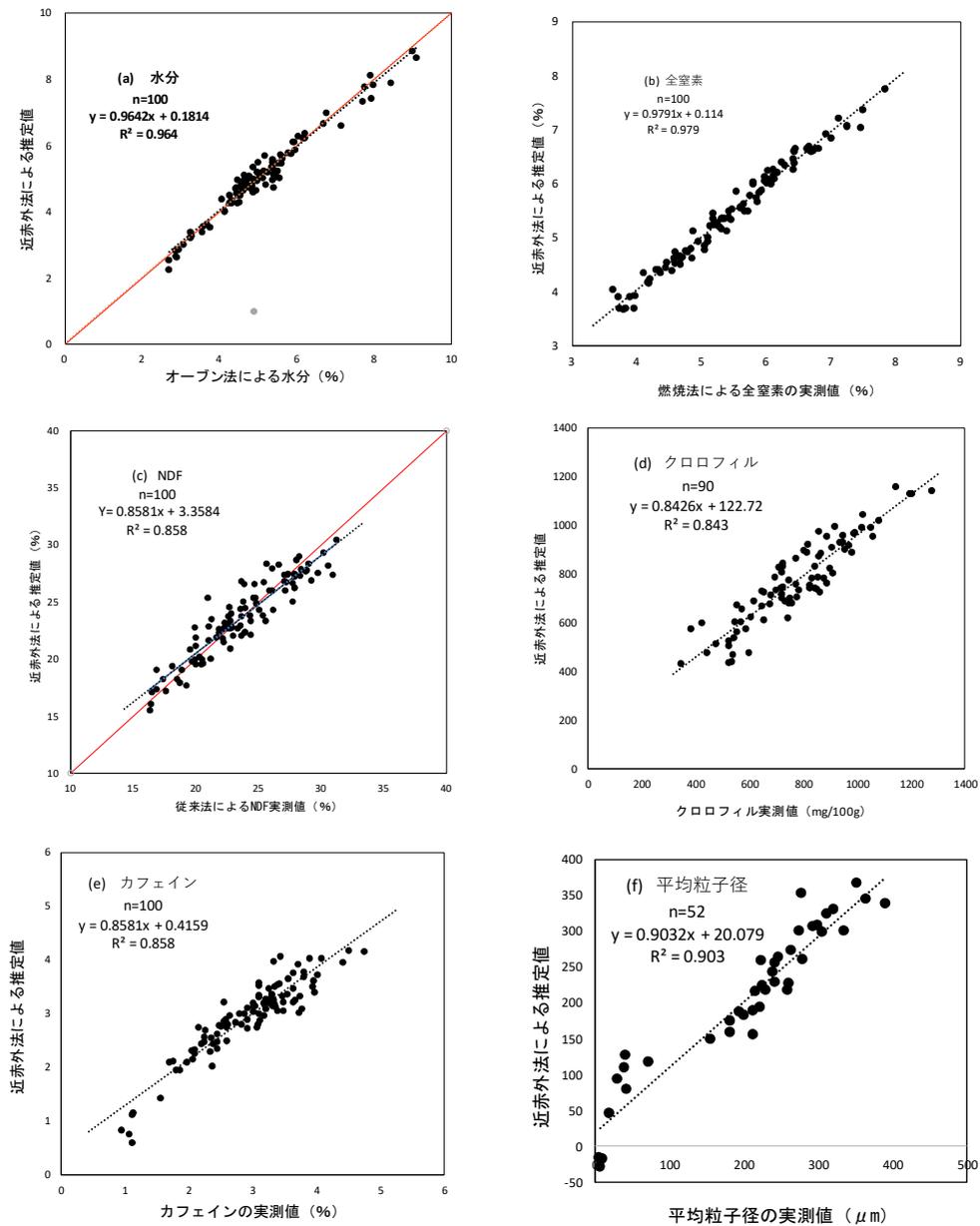


図 15 MLR 検量線による各種成分、粒度の推定値と従来法または基準法による実測値との関係
(a: 水分、b: 全窒素、c: NDF、d: chl、e: カフェイン、f: 粒度)

おわりに

抹茶の原料であるてん茶は、食品加工用として国内外で需要が拡大しています。本書が、静岡抹茶の生産拡大、需要拡大及び輸出拡大につながり、本県茶業の振興が図られることを切に願います。

研究の推進にあたり協力いただいたカワサキ機工株式会社、株式会社寺田製作所、株式会社宮村鐵工所、富士通株式会社の各機関の方々に深謝します。また、現地指導等で有意義なご助言等

をいただいた静岡県試験研究機関外部評価委員会の中村委員長、花森委員、杉山委員、山田委員、谷委員並びに中間評価会、事後報告会でご検討いただいた各評価委員の方々に深謝します。

静岡県農林技術研究所 茶業研究センター

茶生産技術科 科長 中野敬之（現農林環境専門職大学）
科長 小柳津勤（現農林大学校）
上席研究員 片井秀幸（現中部農林事務所）
主任研究員 土屋雄人
研究員 池田早希（現観光政策課）
研究員 中村梨花（現西部農林事務所）
研究員 亀山阿由子（現中遠農林事務所）
研究員 古屋 聡

新商品開発科 科長 小林利彰
上席研究員 渥美和彦
上席研究員 畑中義生（退職）
上席研究員 勝野 剛（現お茶振興課）
主任 後藤 正（退職）
主任研究員 藤井 拓

