静岡県奨励品種の一番茶新芽の生育，硬化および成分特性

静岡県農林技術研究所茶業研究センター*

鈴木利和[†]・大石哲也

(平成27年9月8日受理)

Characteristics in New Shoot Growth, Hardening and Component of First Crop of Tea Cultivars Recommended in Shizuoka Prefecture

Toshikazu Suzuki and Tetsuya Oishi

Shizuoka Research Institute of Agriculture and Forestry, Shizuoka Tea Research Center

Summary

This study investigated the cultivar differences in new shoot growth, hardening of leaves and component of first crop of five tea cultivars. 'Tsuyuhikari' had more opened leaves per day than the other four cultivars. The hardening of new leaves, the rate of increase in the yield per unit area and decrease in total nitrogen content in the new shoot differed with the cultivar. The hardening degree of the middle or lower leaf at the 4-5th leaf stage of 'Tsuyuhikari' and 'Kousyun' was lower and that of 'Yamanoibuki' and 'Okuhikari' was higher than that of 'Yabukita'. The total nitrogen content in the new shoot of 'Tsuyuhikari' was higher at the optimum plucking time and decreased at a lower rate than that of 'Yabukita'.

Key words : component, cultivar, growth, hardening, new shoot

キーワード：成分，品種，生育，硬化，新芽

1 緒 言

チャの育種過程では，早晚性や樹姿等の一般的特性，収量性，荒茶の品質・成分等が評価され，品種登録に伴い具体的な特性や特徴が示される。生産者はこの情報に基づき，導入の可否，導入場所や生産計画を検討し，導入後に現地ほ場で品種の特性や特徴を確認しつつ，自己の経営方針に合わせて適切な栽培管理や加工方法を決定

している。

品種が持つ固有の特性のうち，生育に伴う新芽の硬化特性や化学成分の変動特性は，摘採適期の判定や製茶品質に大きな影響を及ぼす要素である。しかしながら，これらの特性については，評価基準や簡易な評価手法が確立していないため，育種段階で詳細なデータを集積するのが困難であり，生産現場への導入後も特性を確認するための客観的な評価データを得にくいのが実情である。これまでにチャの葉の硬化度を測定するための幾つかの

* 〒439-0002 静岡県菊川市倉沢1706-11

[†] Corresponding author : toshikazu1_suzuki@pref.shizuoka.lg.jp

手法が考案され^{1~4)}、打ち抜き抵抗測定器⁵⁾を用いて主に国（茶業試験場または野菜茶業試験場）育成品種について生育に伴う新芽の硬化度や化学成分の変動特性が調査された^{6~8)}ものの、府県で近年育成された品種についての報告例は極めて少ない。

本研究では、品種普及と経営向上に資することを目的として、静岡県奨励品種のうち比較的近年に育成され、新芽の特性が十分に解明されていない‘つゆひかり、香駿、山の息吹、おくひかり’を対象として、新芽の生育速度、生育に伴う新芽葉の硬化度および全窒素含有率の変動を解析し、‘やぶきた’との比較から、新芽の生育、硬化および成分特性を明らかにした。

2 材料および方法

2.1 供試茶園および品種

静岡県農林技術研究所茶業研究センター（静岡県菊川市倉沢）内の品種見本園（B6ほ場）を供試茶園とした。供試品種は、静岡県奨励品種のうち、比較的近年育成された4品種と対照品種の‘やぶきた’とした（表1）。1品種当たり18㎡の区画を試験に用いた。

2.2 新芽の開葉数

2011年および2012年の3月下旬に、各品種の株面から平均的な大きさの側芽20芽を選定しラベルを付けた。4月15日（‘おくひかり’のみ4月20日）から5日おきに各新芽の開葉数を計測し、20芽の平均値を算出した。調査期間は、各品種とも開葉数が概ね1～5枚となるように設定した。調査回数は5回（2012年の‘つゆひかり’のみ4回）とした。前年の秋整枝は、2010年10月9日および2011年10月8日に行った。

2.3 新芽葉の硬化度

(1) 積算日射量と硬化度の関係

2011年3月下旬に、各品種の株面から平均的な大きさの側芽40芽を選定しラベルを付けた。一番茶生育期に各

新芽の全ての新葉について開葉日を調査した後、対象新芽の概ね70%程度が出開いた生育後期に新芽を基部から採取し、打ち抜き抵抗測定器（サン科学社製、レオメーターCR-200D）を用いて各葉の打ち抜き抵抗値（硬化度）を測定した。アダプターは直径2mmの先の尖っていない円柱形のものを使用した。測定位置は葉脈を避けた葉中央付近の葉身部分として各葉1ヶ所を測定した。また、ほ場内に日射計（ウイジン社製、UIZ-PCM01）を設置し、5分おきの日射量データ（瞬間値）から1日あたりの積算日射量を算出した。調査区の秋整枝は2010年10月9日または10月24日に行った。

渡辺⁸⁾は、新葉の硬化度の推移はロジスティック曲線で近似でき、積算日射量との相関が高いことを報告している。そこで渡辺の手法を参考に、各葉の開葉日から採取日までの積算日射量を時間軸としたロジスティック曲線に当てはめることにより硬化度との関係を解析した。解析ソフトはSTATISTICA（stattsoftジャパン社製）を使用した。

(2) 生育ステージおよび葉位と硬化度との関係

2012年の一番茶生育期において、各品種の概ね3葉期から6葉期の間に新芽を採取した。この期間中に、1心3葉、1心4葉、1心5葉、1心6葉芽（いずれも出開いていない新芽を供試）を5本ずつ基部から採取し、各新芽葉の硬化度を葉位別に測定した。硬化度の測定は、2011年の試験と同様の機器および方法で行った。

2.4 生育に伴う新芽の全窒素含有率の変動

(1) 摘芽重と全窒素含有率との関係

2011年に一番茶新芽の開葉数が概ね3枚となった時期から2～3日おきに採摘（20×20cm、各品種4株／回）を行った。採摘の摘芽位置は前年秋整枝位置から1.5cm上とした。‘山の息吹’は4月28日～5月10日、‘つゆひかり、やぶきた’は4月30日～5月12日、‘香駿’は5月4日～5月15日、‘おくひかり’は5月5日～5月16日の期間に、計5回の採摘を行なった。採摘後、摘芽を電子レンジで殺青し、70℃で24時間通風乾

表1 供試品種の概要

品種名	早晩性	樹勢	樹姿	収量性	供試茶園への定植年
山の息吹	早生	強	やや直立型	やや多	2001
つゆひかり	やや早生	極強	中間型	多	2001
やぶきた	中生	やや強	やや直立型	やや多	1985
香駿	中生	中	開張型	多	2000
おくひかり	晩生	強	直立型	やや多	1985

燥(SANYO社製, MOV-212P)した後, 摘芽重(乾燥重)を測定した。試料を粉碎し, 元素分析計(住化分析センター社製, SUMIGRAPH NC-22)を用いて全窒素含有率を測定した。

(2) 生育ステージと全窒素含有率の関係

2012年の一番茶生育期において, 各品種の概ね3葉期から6葉期の間に新芽を採取した。この期間中に, 1心3葉, 1心4葉, 1心5葉, 1心6葉芽(いずれも出開いていない新芽を供試)を10本ずつ基部から採取し(3反復), 電子レンジで殺青した後, 2011年の試験と同様の方法で, 乾燥, 粉碎して全窒素含有率を測定した。

3 結 果

3.1 新芽の開葉速度

2011年の各品種の開葉数の推移を図1に示した。独立変数を4月15日からの経過日数, 従属変数を開葉数として回帰直線を作成した結果, 1日当たりの開葉数は, ‘つゆひかり’が0.25枚, ‘山の息吹, やぶきた, おくひかり’が0.21~0.22枚, ‘香駿’が0.20枚となった。回帰直線の平行性検定を行なった結果, ‘やぶきた’と比較して‘つゆひかり’は傾きが有意に大きく開葉速度が最も速かった。また, ‘香駿’は傾きが有意に小さかった。

2012年の各品種の開葉数の推移を図2に示した。‘山

の息吹’は, 3月下旬から4月上旬の低温の影響を受けて萌芽期前後の生育が抑制され1葉期が遅れたため, その後の開葉数の推移は, ‘やぶきた, 香駿’と類似した傾向を示した。2011年と同様に回帰直線を作成した結果, 1日当たりの開葉数は, ‘つゆひかり’が0.26枚, ‘おくひかり’が0.25枚, ‘山の息吹, やぶきた, 香駿’が0.23枚であった。回帰直線の平行性検定を行なった結果, 品種間差異は認められなかった。一番茶新芽の1~5葉期における開葉速度は, 2011年では‘やぶきた’と比較して‘つゆひかり’が有意に速く, ‘香駿’が有意に遅かった。2012年は有意な品種間差異が認められなかったが, 開葉速度が速い順に, ‘つゆひかり>おくひかり>やぶきた≒山の息吹>香駿’となる点は2011年と一致した。

3.2 新芽葉の硬化度

各品種の積算日射量と硬化度との関係を図3に示した。独立変数を積算日射量, 従属変数を硬化度(打ち抜き抵抗値)としたロジスティック曲線に当てはめるところ, 各品種とも開葉日からの積算日射量が400MJ/m²以上になると, 新葉の硬化度が概ね一定になると推定されたが, 一定値に達するまでの硬化度の推移には明らかな品種間差異がみられた。

表2に示したロジスティック曲線のパラメータを用いて品種ごとの硬化特性の特徴を述べると, パラメータA

図1 各品種の開葉数の推移 (2011年)

回帰式の独立変数 x は起算日4/15からの経過日数, 従属変数は開葉数の20芽平均値とした。

山の息吹	$y = 0.209x + 1.11$ ($n=5$, $r^2 = 0.998$) bc
つゆひかり	$y = 0.249x - 0.18$ ($n=5$, $r^2 = 0.999$) a
やぶきた	$y = 0.212x - 0.39$ ($n=5$, $r^2 = 0.999$) b
香駿	$y = 0.196x - 0.14$ ($n=5$, $r^2 = 0.999$) c
おくひかり	$y = 0.219x - 1.57$ ($n=5$, $r^2 = 0.998$) b

注) 異なる英文字を付記した回帰式間には平行性検定による有意差がある (holm法, 5%)。

図2 各品種の開葉数の推移 (2012年)

回帰式の独立変数 x は起算日4/15からの経過日数, 従属変数は開葉数の20芽平均値とした。

山の息吹	$y = 0.233x + 0.52$ ($n=5$, $r^2 = 0.996$)
つゆひかり	$y = 0.259x + 0.61$ ($n=4$, $r^2 = 0.997$)
やぶきた	$y = 0.231x + 0.32$ ($n=5$, $r^2 = 0.995$)
香駿	$y = 0.227x + 0.61$ ($n=5$, $r^2 = 0.993$)
おくひかり	$y = 0.245x - 1.11$ ($n=5$, $r^2 = 0.994$)

図3 積算日射量と硬化度との関係 (2011年)

表2 ロジスティック曲線のパラメータの品種間差異

パラメータ	山の息吹	つゆひかり	やぶきた	香駿	おくひかり
A	211.6	121.3	175.4	181.2	205.1
B	-2.8	-6.7	-3.7	-2.6	-5.0
C	0.013	0.025	0.015	0.012	0.022
D	51.5	109.0	104.6	72.8	107.4
A+D	263.1	230.3	280.0	254.1	312.6

ロジスティック曲線: $Y = A / (1 + \exp(-(B + C \times X))) + D$

Y: 従属変数 (新葉打ち抜き抵抗値 = 新葉硬化度)

X: 独立変数 (開葉後測定までの積算日射量 = 時間軸)

A: 硬化期間中の全硬化量

B: 硬化開始時期を規定する常数

C: 相対効果率 (硬化速度を規定)

D: 開葉直後の新葉硬化度

A+D: 最終硬化度

は、開葉から硬化までの期間の全硬化量すなわち開葉直後の上位葉と硬化の進んだ下位葉との硬化度の差を示しており、‘つゆひかり’が最も小さく、‘山の息吹、おくひかり’が大きかった。パラメータDは、開葉直後の硬化度すなわち最上位葉の硬化度を示しており、‘山の息吹、香駿’が小さく、‘やぶきた、つゆひかり、おくひかり’が大きかった。A+Dは、最終硬化度すなわち成

熟の進んだ最下葉の硬化度を示しており、‘つゆひかり’が小さく、‘やぶきた、おくひかり’が大きかった。DとA+Dの関係からみた各品種の硬化特性を図4に示したところ、‘やぶきた’と比較して最終硬化度が大きい‘おくひかり’と小さい‘つゆひかり’、最終硬化度が‘やぶきた’と同等だが開葉直後の硬化度が小さい‘山の息吹、香駿’という3タイプに分類された。また、硬化開

図4 開業直後の硬化度と最終硬化度からみた各品種の硬化特性 (2011年)

図5 硬化速度と硬化開始時期からみた各品種の硬化特性 (2011年)

始時期Bと硬化速度Cからみた硬化特性により, ‘やぶきた’と比較して, 硬化開始時期が遅く硬化速度が速い‘つゆひかり, おくひかり’と硬化開始時期が早く硬化速度が遅い‘山の息吹, 香駿’という2タイプに分類された(図5)。なお, 本研究では品種ごとの硬化パターンをロジスティック曲線で表すため, 下位の新葉が成熟する(すなわちA+D値がほぼ一定になる)まで生育させて硬化度を測定した。このため, 図3における実際の摘採適期は, 1心4~5葉期の下位葉の打ち抜き抵抗値(図6参照)を目安とすると, ‘つゆひかり, 香駿’では打ち抜き抵抗値(Y軸)100~150gf, ‘山の息吹, やぶきた, おくひかり’では130~180gfの付近にある点には留意を要する。

新芽の各生育ステージにおける葉位別の硬化度を図6に示した。‘やぶきた’と比較すると, 上位葉(1~2

葉位)の硬化度は, 総じて‘香駿’が小さく, ‘山の息吹, つゆひかり’が同等, ‘おくひかり’が大きく, 中位葉(3~4葉位)の硬化度は, ‘香駿, つゆひかり’が小さく, ‘山の息吹, おくひかり’が同等で, 下位葉(5~6葉位)の硬化度は, ‘香駿, つゆひかり’が小さく, ‘山の息吹, おくひかり’が大きかった。ただし, ‘おくひかり’の6葉位の硬化度が大きかった点には採取日が遅かったことも影響したと考えられた。また, ‘つゆひかり’では, 上位葉と下位葉の硬化度の差が小さい点に特徴があり, この特徴は上述した2011年の試験結果(図3, 表2のA値)と一致した。

3.3 生育に伴う新芽の全窒素含有率の変動

収量の指標である摘芽重および品質の指標である摘芽の全窒素含有率はともに, 生育時期によって大きく変化

図6 生育ステージ別, 葉位別の硬化度にみられる品種間差異 (2012年)

注1) 5芽の平均値。

注2) 日付は採取日、日付の下は採取葉位、例:「3」は1心3葉芽。

する特性があることから、早晚性の異なる品種間で品質特性を正確に比較するためには、品種ごとの適期に摘採するか収量レベルを揃えて比較するといった工夫が必要である。そこで本研究では、過去の知見^{9~11)}を参考として、摘採適期前後の摘芽重と全窒素含有率を経時的に調査し、両者の関係を表す1次回帰式から、収量が同一となる時点の推定全窒素含有率を求めて比較した。まず各品種の摘芽重の推移を図7に示した。11~12日間の調査期間中に各品種の摘芽重(乾燥重)は概ね2.5gから10gまで増加し、独立変数を4月28日からの経過日数、従属変数を摘芽重として、品種ごとに回帰直線を作成した結果、摘芽重の増加速度は、速い順に‘おくひかり’>香駿>やぶきた>山の息吹>つゆひかり’となり、回帰直線の平行性検定を行なった結果、‘つゆひかり’と‘おくひかり’との間に有意差が認められた。次に、各品種の摘芽重と全窒素含有率の関係を図8に示した。各品種とも摘芽重と全窒素含有率との間に強い負の相関関係がみられ、摘芽重の増加に伴い全窒素含有率が低下した。独立変数を摘芽重、従属変数を全窒素含有率として品種ごとに回帰直線を作成し、平行性検定を行った結果、回帰直線の傾きが小さい順に‘つゆひかり’<香駿<やぶきた<おくひかり<山の息吹’となり、‘つゆひかり’の傾きは、‘山の息吹、やぶきた、おくひかり’よりも有意に小さかった。10a当たりの生

葉収量を600kgと仮定した場合、摘芽重(乾燥重)は約5gと算出され、この値を回帰直線に当てはめると、各品種の推定全窒素含有率は高い順に‘つゆひかり’(6.35%)>やぶきた(6.25%)>おくひかり(6.16%)>香駿(6.13%)>山の息吹(6.12%)となった。

各品種の生育ステージと全窒素含有率の関係を図9に示した。各品種とも生育ステージの進展に伴い全窒素含有率は概ね低下した。‘つゆひかり’は1心4葉から1心6葉にかけての全窒素含有率の低下程度が小さかったが、他の4品種は低下程度が大きかった。同一生育ステージの‘やぶきた’と比較すると、‘つゆひかり、香駿’は1心4葉から1心6葉にかけて全窒素含有率が有意に高く、‘おくひかり’は、1心5葉から1心6葉にかけて有意に低かった。ただし、‘おくひかり’の1心6葉芽の全窒素含有率が低かったのは、採取日が遅かったことも影響したと考えられた。

4 考 察

開葉直後から成熟期までの経時的な新芽葉の硬化パターンには明らかな品種間差異がみられ、開葉直後の硬化度、最終硬化度、硬化開始時期、硬化速度の各要素を用いて品種ごとの硬化特性を分類できた。渡辺⁸⁾が9品種を供試した試験では硬化開始時期が遅い品種は硬化速

図7 一番茶の摘芽重の推移(2011年)

回帰式の独立変数 x は起算日4/28からの経過日数、従属変数は摘芽重の4株平均値とした。

山の息吹	$y = 0.661x + 0.85$ ($n=5$, $r = 0.96$) ab
つゆひかり	$y = 0.551x + 0.90$ ($n=5$, $r = 0.98$) a
やぶきた	$y = 0.702x - 0.07$ ($n=5$, $r = 0.99$) ab
香駿	$y = 0.729x - 2.24$ ($n=5$, $r = 0.96$) ab
おくひかり	$y = 0.774x - 4.58$ ($n=5$, $r = 0.98$) b

注1) 異なる英文字を付記した回帰式間には平行性検定による有意差がある(holm法, 5%)。

注2) 摘芽重は、20×20cm枠内摘芽の乾燥重。

図8 一番茶の摘芽重と全窒素含有率の関係(2011年)

回帰式の独立変数 x は摘芽重、従属変数は全窒素含有率とした。

山の息吹	$y = 0.197x + 7.1$ ($n=20$, $r = 0.96$) b
つゆひかり	$y = 0.103x + 6.9$ ($n=20$, $r = 0.80$) a
やぶきた	$y = 0.159x + 7.0$ ($n=20$, $r = 0.95$) b
香駿	$y = 0.148x + 6.7$ ($n=19$, $r = 0.88$) ab
おくひかり	$y = 0.186x + 7.1$ ($n=20$, $r = 0.95$) b

注1) 異なる英文字を付記した回帰式間には平行性検定による有意差がある(holm法, 5%)。

注2) 摘芽重は、20×20cm枠内摘芽の乾燥重。

図9 新芽の生育ステージと全室素含有率との関係 (2012年)

注1) エラーバーは標準偏差 (n=3)。棒グラフ上の数値は同葉位の‘やぶきた’を100とした場合の各品種の相対値、アスタリスクは同葉位の‘やぶきた’との有意差 (t検定;*5%, **1%), 英文字は同一品種内での有意差 (tukey 5%) を示す。

注2) 10芽採取し乾燥粉碎後、全室素の分析に供した。

注3) 日付は採取日。日付の下は採取葉位を表す。例:「3」は1心3葉芽。

度が速いとの関係が示されており (例: さやまかおり), 本研究でも‘つゆひかり’や‘おくひかり’で同様の傾向がみられた。一般的な摘採適期と考えられる4~5葉期における中・下位葉の硬化度を品種間で比較すると, ‘つゆひかり, 香駿’は‘やぶきた’よりも硬化度が小さく, ‘山の息吹, おくひかり’は‘やぶきた’と同等か大きかった。さらに‘つゆひかり’は上位葉と下位葉の硬化度の差が小さかった。以上のような葉位別の硬化度の品種間差異は, 新葉の硬化パターンの違いに基づいて生じると推察された。

経時的な摘採調査結果から, 芽摘み摘芽重の増加速度は, ‘おくひかり’が速く, ‘つゆひかり’が遅く, 開葉速度とは一致しなかった。各品種とも生育ステージの進展や摘芽重の増加に伴い全室素含有率は低下したが, ‘つゆひかり’は他の品種よりも全室素含有率の低下が緩慢であり, 摘採適期における全室素含有率が高かった。‘つゆひかり’の一番茶の荒茶中の室素成分含量が‘やぶきた, さやまかおり’等の品種よりも高いことは複数報告^{12, 13)}されており, 本結果と一致した。

以上のことから, ‘つゆひかり’は他の4品種とは明瞭に異なる硬化特性および成分変動特性を有していることが示された。そこで, その特徴を以下に整理してみる。‘つゆひかり’は開葉速度が速いが, 摘芽重の増加速度が遅いため, 同一収量時の新芽葉数が多い。また, 摘芽重の増加に伴う全室素含有率の低下が遅く, 摘採適期における全室素含有率が高い。‘やぶきた’と同程度の収量を得られる時期の新芽葉数は‘やぶきた’より多く,

全室素含有率は‘やぶきた’より高い。‘やぶきた’と同程度の全室素含有率となる時期の収量は‘やぶきた’より多い。どちらの時期も硬化度は‘やぶきた’より小さく, 上位葉と下位葉の硬化度の差も小さい。したがって, 収穫期の幅が広く収穫時期が遅れた場合の品質低下が小さいといえる。

なお, 本研究では, 年次が異なる単年度の試験結果を基に品種間差異を考察したため, 同じ特性でも傾向が一致しない部分があった。また, ‘つゆひかり’以外の品種については‘やぶきた’との差異が判然としない部分があった。新芽の化学成分含量の品種間差異を明確にするためには年次変動の解析も必要であることが指摘されている¹⁴⁾。生育・硬化特性, 成分特性およびそれらの相互関係について, より普遍的な傾向を得るためには, 供試品種数を増加し, 年次試験を重ねた上で改めて論じる必要があると考える。

5 摘 要

静岡県奨励4品種について, 一番茶新芽の生育, 硬化, 成分に関する特性を‘やぶきた’と比較した。開葉速度は, 速い順に‘つゆひかり>おくひかり>やぶきた≒山の息吹>香駿’となる傾向が示された。硬化パターンおよび葉位別硬化度には明瞭な品種間差異がみられ, 同一葉期で比較すると, 摘採適期前後 (4~5葉期) の硬化度は低い順に, ‘つゆひかり<香駿<やぶきた<山の息吹<おくひかり’となった。生育ステージの進展や摘芽

重の増加に伴う新芽の全窒素含有率の低下程度および同一摘芽重または生育ステージでの全窒素含有率には品種間差異がみられた。‘やぶきた’と比較すると‘つゆひかり’は摘採期の全窒素含有率が高く低下速度が緩慢であった。

6 引用文献

- 1) 此本晴男 (1980) : チャの新芽の熟度判定法. 茶研報, No.52, 11-18.
- 2) 田中静夫・佐波哲次・渡辺利通 (1990) : チャ新芽の木化の進行と茶品質との関係. 茶研報, No.72 (別), 26-27.
- 3) 松尾喜義・池田奈実子・岡野邦夫・吉田魏・渡辺利通 (1993) : チャ葉の“かたさ”測定について. 茶研報, No.78 (別), 38-39.
- 4) 佐波哲次・渡辺利通 (1993) : チャ新芽茎の針貫入抵抗力と挫折力および木化程度との関係. 茶研報, No.78 (別), 40-41.
- 5) 渡辺利通・吉田魏 (1996) : 打ち抜き抵抗測定器の開発と硬化度の葉内変異. 茶研報, No.84 (別), 10-11.
- 6) 根角厚司・四方秀幹・池田奈実子 (1999) : 一番茶期における新葉の硬化度と化学成分含有量の品種特性. 茶研報, No.88 (別), 22-23.
- 7) 武弓利雄・佐波哲次 (1999) : 一番茶新芽硬化度の部位および品種による違い. 茶研報, No.88 (別), 20-21.
- 8) 渡辺利通 (2000) : チャ新芽硬化パターンの品種間差異. 茶研報, No.90 (別), 88-89.
- 9) 中村充・小川茂 (1987) : 茶園土壌の物理性改善が茶樹の生育及び新芽の窒素含量におよぼす影響. 静岡茶試研報, 13, 61-70.
- 10) 成島光昭・青山正巳 (2006) : 環境に配慮した茶園施肥が茶の生育・収量に及ぼす影響. 茶研報, No.102 (別), 36-37.
- 11) 大石哲也 (2011) : 凍霜害被害茶園における被害程度と摘芽重, 摘採期との関係. 茶研報, No.112 (別), 22-23.
- 12) 小柳津勤・倉貫幸一・中村順行・日高保・青島洋一 (2003) : 新しい煎茶用品種 ‘つゆひかり’. 茶研報, No.95, 1-15.
- 13) 片井秀幸・鈴木利和・佐藤光・小柳津勤 (2014) : 強遮光下における静岡県奨励品種の特性. 茶研報, No.118 (別), 20-21.
- 14) 池田奈実子・堀江秀樹・向井俊博・後藤哲久 (2006) : チャ品種の一番茶新芽の化学成分含有量の年次変動. 日作紀, 75, 511-517.