

チャ「さえみどり」に対する霜害後のせん枝処理と赤枯れ軽減のための冬期被覆の効果

中園健太郎*・福山昭吾¹⁾・吉岡哲也・堺田輝貴・久保田 朗

福岡県の茶産地で近年発生した冬春期の気象災害に有効な対策技術について、「さえみどり」を用いて検討した。新芽生育初期に当たる2010年3月27日に樹冠面すべての新芽で褐変がみられるような霜害を受けた場合、枝条1節程度の浅いせん枝によって被害の多い葉層表面を除去することで、枝条2節程度の深いせん枝や放任をした場合に比べて被害の軽微な新芽の生育を早め、生葉収量を早期に増加させたと推察された。また、一番茶の全窒素や遊離アミノ酸の含有率は、せん枝の有無や深さにかかわらず大きな違いがなく、品質は同程度であった。これらのことから、新芽生育初期に強い霜害を受けた場合、浅いせん枝によって早期に収量が増加するため、収益減少を軽減できることが示唆された。

2011年1月の凍害により発生した赤枯れに対して、前年の11月から遮光率60%資材の直接あるいは間接被覆を行った場合、露地に比べて、被害の大きい成葉を減少させ、その後一番茶の生葉収量を20%以上増加させた。一方、遮光率90%資材の間接被覆を行った場合は、他の処理に比べて赤枯れ被害を著しく軽減させたものの、生葉収量の増加をもたらさなかった。一番茶の品質は各処理とも同程度であったことから、冬期における遮光率60%資材の直接あるいは間接被覆は、赤枯れ発生時の被害を軽減し、収益性を高めることが推察された。

[キーワード: チャ, 「さえみどり」, 霜害, 赤枯れ, 対策技術]

Effects of pruning after frost damage and covering during the winter to mitigate freezing damage on yield and quality in tea cultivar 'Saemidori'. NAKAZONO Kentaro, Shogo FUKUYAMA, Tetsuya YOSHIOKA, Teruki SAKAIDA and Akira KUBOTA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 32: 70-75 (2013)

We studied effective countermeasure techniques against agrometeorological disasters during recent winter and spring in Fukuoka Prefecture, using a tea *Camellia sinensis* cultivar 'Saemidori'.

For bushes suffering heavy frost damage to new shoots on the canopy in the early growing period on March 27th, 2010, we predicted that shallow pruning of one node of mother stem would bring about vigorous growth of remaining shoots and increase the yield earlier than deep pruning or no pruning. There was no significant difference in the first flush quality among all treatments. These results indicate that shallow pruning was effective to ensure the yield early and compensate for the revenue decline due to frost damage.

For bushes covered directly or indirectly with 60% shading from November 2010, three months before freezing damage, there was a decrease in severely damaged mature leaves and over 20% increase in yields of first flush compared with no covering. Indirect covering with 90% shading did not increase yield, although damaged leaves were significantly decreased. First flush quality was not significantly different among all treatments. We conclude that covering directly or indirectly with 60% shading during winter could mitigate freezing damage and reduce the associated costs of this damage.

[Key words : Tea, cultivar 'Saemidori', frost damage, freezing damage, countermeasure techniques]

緒言

チャにおける冬春期の気象災害には霜害や赤枯れ(凍害)、雪害等があるが、これらのうち霜害は、一番茶の生葉収量減少や新芽の不揃い、被害芽の混入による品質の低下を引き起こすため、農家の経営に最も深刻な影響を与える。2010年3月は全国で霜害が発生し、福岡県では3月27日に早生品種を中心に被害を受けた。被害時の茶園では萌芽期から2葉開葉期末満の新芽が多く、この新芽生育初期における整せん枝対策としては、被害の程度にかかわらずそのまま放任することが、福岡県を含む多くの産地でこれまで指導されてきた(福岡県八女茶協議会1994, 三重県農業技術情報システム2004, 佐賀県2008, 静岡県産業部2008)。一方で、「さえみどり」を含む早生品種の多くは被害後の生育が劣る(静岡県茶

業会議所2003)ことから、放任では生育が十分に回復しないおそれがある。しかし、これらの品種の新芽生育初期にける整せん枝の影響については、これまでに報告がなく、検討がなされていない。特に「さえみどり」は品質面で評価が高く、県内の導入面積が急速に拡大しており、早急な対策技術の確立が求められている。そこで、霜害の発生した「さえみどり」にせん枝を行い、その後の一番茶芽の生育について調査したところ、良好な結果を得たので報告する。

2011年2月には本県の中山間地域で強い赤枯れが発生した。赤枯れとは極度の低温に遭遇した成葉が凍害により赤く褐変するもので、被害が大きい場合は落葉や、一番茶となる越冬芽の枯死を引き起こす。赤枯れの発生しやすい寒冷な産地では、厳寒期の終わる2月下旬以降に枝葉を刈り落とす春整枝が実施されている。しかし本

*連絡責任者(八女分場:nakazono@farc.pref.fukuoka.jp)

受付2012年8月1日;受理2012年11月16日

1)現 福岡県農林水産部食の安全・地産地消課

県を含む多くの産地で10月頃に実施されている秋整枝に比べて、春整枝は、一番茶の生育を遅くすることや、一番茶芽を不揃いにして製茶品質を下げるのが報告されている(田中 2008)。加えて、本県での赤枯れの顕著な発生は1977年(福岡県 1988)以来であったことから、赤枯れの発生に備えて毎年春整枝を行うことは、対策として現実的ではない。従って、春整枝とは異なる対策を確立する必要がある。赤枯れ対策に関しては、冬期において遮光資材を樹冠上に直接被覆することで、成葉の褐変が少なくなり、被害軽減に有効であったことが報告されている(中村ら 1984)。しかし、この報告では試験実施年の赤枯れは軽微であったため、強い赤枯れが発生した場合の冬期被覆の被害軽減効果や、その後の一番茶の生葉収量や品質に及ぼす影響は十分には明らかにされていない。加えて、玉露棚や寒冷紗施設の利用が想定できる間接被覆については、研究事例の報告がほとんどない。そこで、冬期の間接被覆がチャの生育環境や一番茶に及ぼす影響を調査するために設けた「さえみどり」の試験ほ場において、赤枯れの発生が確認されたため、被覆による被害の軽減効果やその後の一番茶芽への影響を調査したので報告する。

材料および方法

1 霜害発生後のせん枝の影響

八女分場内の18年生「さえみどり」成園を供試した。せん枝は霜害を確認した2010年3月29日に実施した。母枝葉を1節程度(2.0cm)刈り落とす「浅せん枝区」と2節程度(4.0cm)刈り落とす「深せん枝区」、および従来の指導のとおり被害後そのままとする「放任区」の3区を設けた。試験規模は各区25.2 m² (1.8m×14.0m)の3反復とした。なお、せん枝直前の葉層の厚さは10.9cmであった。また霜害発生前の3月27日から、直径8cmのアルミ製の傘をつけた温度センサー(T&D社製TR-52)をうね中央の樹冠面に設置し、10分間隔で記録した。

4月27日、5月3日、6日、9日に、一辺30cmの枠を樹冠面に置き、新芽を基部より摘み取り、新芽数、百芽重、被害芽混入率を調査した。被害芽は、葉の先端や一部に欠損がみられるものとした。また5月2日、6日、9日、12日に前回整せん枝面から0.5cm高い位置で摘採し、10a当たりの生葉収量を算出した。生葉は60秒間蒸熱処理した後、乾燥、粉碎し、全窒素含有率をセミマイクロケルダール法(池ヶ谷ら 1990)によって分析した。遊離アミノ酸およびタンニン、中性デタージェント繊維の含有率は近赤外分析計(静岡製機株式会社GT-8S)で測定した。5月6日、9日、12日に一番茶を摘採した区から、47日後の6月22日、25日、28日に、一番茶摘採面から2.0cm高い位置で二番茶を摘採し、生葉収量および化学成分含有率を一番茶と同様の方法で調査した。

2 被覆による赤枯れ被害軽減効果

八女分場内の19年生「さえみどり」成園を供試した。2010年10月8日に秋整枝を行い、2010年11月12日にダイオネット®#810(ダイオ化成株式会社、遮光率60%

程度)を樹冠面上に直接被覆する「60%直接被覆区」、同資材を樹冠面から約1.0m高い、高さ1.8mの位置で被覆する「60%間接被覆区」、ダイオネット®#1020(ダイオ化成株式会社、遮光率90%程度)を高さ1.8mで被覆する「90%間接被覆区」、および被覆をしない対照の「露地区」を設けた。間接被覆区では天井部のみを覆った。また被覆は2011年3月1日に除去した。試験規模は各区9.0 m² (1.8m×5.0m)の3反復とした。

各区のうね中央の樹冠面に前述の温度センサーを設置し、5分間隔で記録した。また3月11日に、樹冠面の成葉約150枚を第1表に従い計数し、赤枯れの発生状況を調査した。一番茶芽の性状については、4月30日に一辺20cmの枠摘みを2か所行い、新芽数、開葉数、新芽長、百芽重を調査し、平均した。4月30日から全区をダイオネット®#810で直接被覆し、5月8日に摘採して生葉収量を算出した。また摘採した生葉は前述の方法で分析に供し、化学成分含有率を測定した。

なお、試験1、試験2の各区とも、試験処理以外の肥培管理は福岡県の慣行法に従ってすべて同一とした。

第1表 赤枯れ被害指数

被害指数 ¹⁾	成葉の被害状況
0	・表面に赤褐変がみられない
1	・表面の50%未満が赤褐変
2	・表面の50%以上が赤褐変 ・裏面の50%未満が赤褐変
3	・裏面の50%以上が赤褐変
4	・葉全体が変形、枯死

1) 瀧之上(1987)の評価法を参考にした。

結果

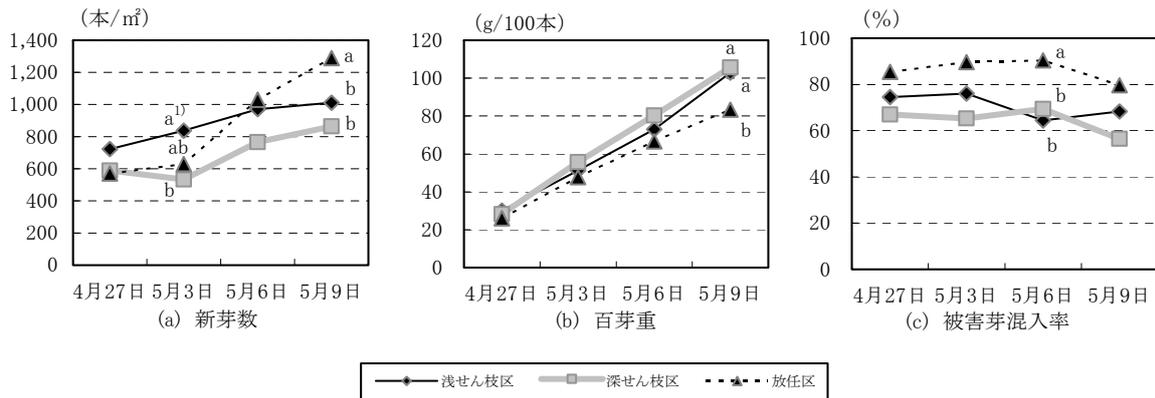
1 霜害発生後のせん枝の影響

2010年3月27日における樹冠面の最低温度は、防霜ファン稼働条件下で-3.4℃であった(データ略)。新芽の多くは一葉開葉期直前で、被害2日後には樹冠面すべての新芽で一部の褐変または基部を含む全体の褐変がみられた。霜害の発生から1ヵ月後の新芽は、各区とも2.5葉期程度になっていた。2つのせん枝区では新葉がほぼ正常に展開したのに対し、放任区では葉の変形や先端部の枯死がみられ、芽の生育にばらつきがみられた(第1図)。

一番茶芽の性状を第2図に示した。各区の新芽数は日数の経過とともに増加した。特に放任区の新芽数は5月3日以降急激に増加し、5月9日には4月27日の2倍以上の1,289本/m²となり、2つのせん枝区より多くなった。浅せん枝区の新芽数は増加が早く、5月3日においては深せん枝区より多かった。百芽重については、各区とも日数の経過とともに増加したが、5月9日において、放任区が2つのせん枝区より小さかった。被害芽混入率については、5月6日において、放任区が2つのせん枝区より高かった。

第1図 霜害1ヵ月後の新芽生育状況¹⁾

1) 2010年4月27日撮影。



第2図 霜害後のせん枝処理と一番茶芽の性状

- 1) マーカーに付された異なる英文字間には同一日においてFisherのLSD法により5%水準で有意差あり。英文字のない日は分散分析により5%水準で区間に有意差なし。なお、被害芽混入率の検定は百分率を角変換して実施した。

一番茶の生葉収量を 10a 当たり換算し第3図に示した。浅せん枝区の生葉収量は 5月2日から9日にかけて、他の区より有意に多く、特に放任区と比べて 100kg/10a 以上多かった。深せん枝区の生葉収量は 5月2日を除き放任区と差がなかった。

一番茶の化学成分含有率を第2表に示した。全窒素含有率では、5月2日に2つのせん枝区が放任区より低かったが、他の調査日には区間に明確な差はなかった。遊離アミノ酸含有率は、5月12日に2つのせん枝区が放任区より高かったほかは、明確な差がなかった。タンニン含有率は5月12日に浅せん枝区が他の2区より低かったほかは、明確な差がなかった。全窒素、遊離アミノ酸、タンニンの含有率は各区とも日数の経過とともに低下する傾向がみられた。中性デタージェント繊維含有率は各区とも経日的に上昇した。そのうち5月2日では2つのせん枝区が、また5月6日では浅せん枝区が放任区より高かった。二番茶の生葉収量や化学成分含有率については、6月25日において、深せん枝区の遊離アミノ酸含有率が放任区より高かったほかは、区間に有意差はなかった(データ略)。

2 被覆による赤枯れ被害軽減効果

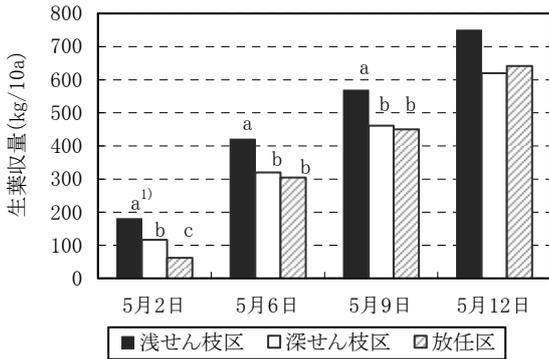
分場内に設置されたアメダス黒木観測所(標高 144m)

のデータによると、2010年から2011年の冬期にかけて、月別の平均気温や最低気温は平年より低い傾向で推移し、特に1月は平年に比べて平均気温で3.4℃、最低気温で2.6℃低く、近年にない寒冷な気象条件であった(データ略)。2月中旬以降、分場内および中山間地域の多くのほ場で赤枯れが発生した。

2011年1月26日正午から翌27日正午までの樹冠面温度の推移を第4図に示した。26日18時から27日7時までの露地区の平均温度は-11.0℃であったが、60%直接被覆区、60%間接被覆区、90%間接被覆区では露地区より0.7℃、3.4℃、4.7℃高かった。各区とも27日5時から7時頃にかけて最も低温となり、最低温度は60%直接被覆区-13.8℃、60%間接被覆区-9.9℃、90%間接被覆区-8.4℃、露地区-14.2℃を記録した。

赤枯れ被害葉の指数別割合を第5図に示した。露地区では被害指数3から4の成葉が37.7%を占めたが、60%直接被覆区で10.4%、60%間接被覆区で3.5%、90%間接被覆区で1.6%と露地区より被害が小さかった。特に、90%間接被覆区では被害指数0の成葉が約85%を占め、被害がほとんどみられなかった。

一番茶芽の性状を第3表に示した。これらのうち、開葉数については2つの間接被覆区が他の区より有意に少なく、また百芽重については60%直接被覆区が90%



第3図 霜害後のせん枝処理と一番茶生葉収量の推移

1) 異なる英文字間には同一日においてFisherのLSD法により5%水準で有意差あり。5月12日は分散分析により5%水準で区間に有意差なし。

第2表 霜害後のせん枝処理と一番茶の化学成分含有率¹⁾

調査項目	区名	5月2日	5月6日	5月9日	5月12日
全窒素	浅せん枝区	6.3 b ²⁾	6.0	5.5	5.1
	深せん枝区	6.3 b	6.0	5.6	5.3
	放任区	6.8 a	6.1	5.8	5.2
遊離アミノ酸	浅せん枝区	5.5	4.6	4.5	3.9 a
	深せん枝区	5.7	5.0	4.6	4.2 a
	放任区	5.6	4.7	4.3	3.5 b
タンニン	浅せん枝区	10.8	10.7	9.3	9.2 b
	深せん枝区	11.6	10.8	10.1	9.5 a
	放任区	11.5	10.9	9.6	9.6 a
中性デタージェント	浅せん枝区	14.7 a	16.9 a	19.5	20.7
繊維	深せん枝区	14.6 a	16.6 ab	18.8	19.5
	放任区	13.8 b	16.4 b	18.8	20.3

1) 数値は乾物あたりの含有率(%)。

2) 同一日の異なる英文字間にはFisherのLSD法により5%水準で有意差あり。英文字のない日は分散分析により5%水準で区間に有意差なし。なお、検定には百分率を角変換した値を用いた。

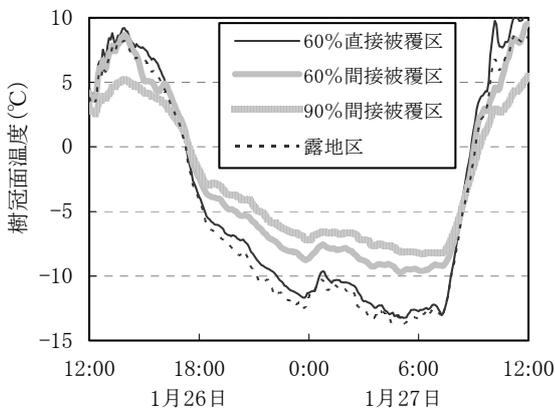
間接被覆区より有意に大きかった。一番茶の生葉収量を第6図に示した。60%直接被覆区では 447kg/10a, 60%間接被覆区では 432kg/10a で、露地区の 359kg/10a より有意に多かった。一番茶の化学成分含有率については、全窒素、遊離アミノ酸、タンニン、中性デタージェント繊維のいずれも、区間に有意差はなかった(データ略)。

考察

2010年3月27日の低温により新芽生育初期の「さえみどり」で霜害が発生した。この事後対策としてせん枝の有効性について検討した。放任した場合は摘採期後半の新芽数が増加したものの、被害芽混入率が高めで、5月9日の百芽重が顕著に小さくなった。このことから、霜害の被害は葉層表面で多く、被害後に放任すると、せん枝した場合に比べて摘採期後半に小形の新芽が急増すると考えられた。これに対して浅いせん枝は、深いせん枝や放任の場合に比べて、新芽の増加が早く、生葉収量も5月2日から9日まで有意に多くなった。田中ら(1986)は、新芽の全てが基部まで褐変する強度の霜害を除けば、被害芽の中にはその後回復して生育を続けるものが多く含まれることを指摘している。しかし、今回

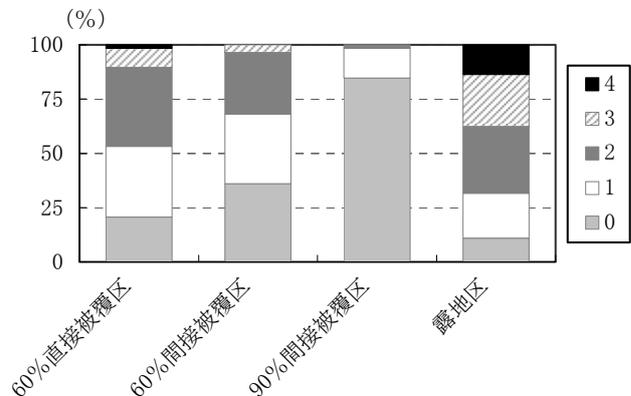
のように樹冠面のすべての新芽が褐変する被害の場合は、浅いせん枝によって被害の多い葉層表面を除去することで、被害の軽微な下位の新芽の生育を早め、生葉収量を早期に増加させたと推察された。一方、深いせん枝は、被害後も生育が見込まれる新芽を多く除去し、生葉収量を増加させなかったと考えられた。

煎茶の価格と全窒素および遊離アミノ酸の含有率には正の相関がある(向井ら 1992)ため、これらの成分は原料である生葉の品質指標に用いられている。現実的な生葉収量に近い5月6日および5月9日では、すべての区間で全窒素および遊離アミノ酸の含有率に有意差がなかったことから、この時期に摘採することを前提とした場合、せん枝の有無や深さに関わらず、同一摘採日において生葉の品質に大きな違いはないと考えられた。しかし、5月2日から9日にかけて、浅せん枝区の生葉収量が放任区より有意に多かったことは、浅いせん枝によって一番茶の摘採を早期化できることを示唆している。中性デタージェント繊維は新芽の熟度の指標として用いられている(後藤ら 1990)が、摘採を早めるほど熟度の若い生葉を得ることができ、またこのとき全窒素や遊離アミノ酸含有率も高くなる。このことから、



第4図 厳寒期の樹冠面温度の推移¹⁾

1) 5分間隔で記録した温度の5点移動平均値。



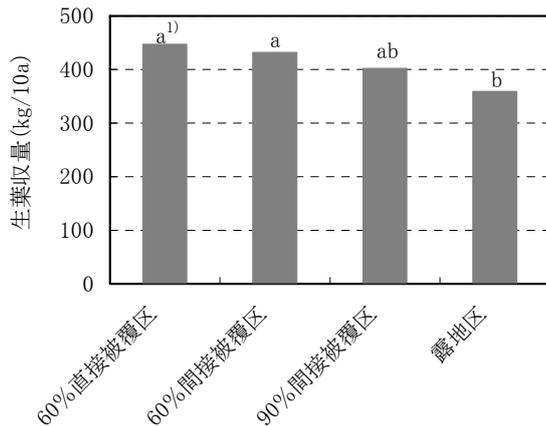
第5図 赤枯れ被害葉の指数別割合¹⁾

1) 2011年3月11日に第1表の基準に従い樹冠面の成葉の被害程度を調査した。

第3表 被覆処理と一番茶芽の性状

試験区	新芽数 (本/m ²)	開葉数 (枚)	新芽長 (cm)	百芽重 (g/100本)
60%直接被覆区	1,483	3.0 a ¹⁾	4.4	30.9 a
60%間接被覆区	1,467	2.6 b	4.1	26.1 ab
90%間接被覆区	1,338	2.5 b	3.7	24.1 b
露地区	1,308	2.9 a	3.8	28.5 ab

1) 同一調査項目において異なる英文字の付された区間にはTukey法により5%水で有意差あり。英文字のない調査項目には分散分析により5%水準で有意差なし。



第6図 被覆処理と一番茶の生葉収量

1) 異なる英文字間にはTukey法により5%水準で有意差あり。

霜害後の浅いせん枝によって品質の高い生葉を早期に確保でき、放任した場合に比べて一番茶の収益性を高めることが期待できる。また、せん枝による二番茶への悪影響は確認できなかった。これらの結果から、新芽生育初期に強い霜害を受けた「さえみどり」に対し、枝条1節程度を浅くせん枝することで、被害に伴う収益低下を軽減できることが示唆された。

2010年11月から被覆した「さえみどり」について、2011年1月の低温による赤枯れ被害の軽減効果および一番茶への影響について検討した。チャの赤枯れは、組織凍結により引き起こされる凍害の一つで、 $-10\sim-13^{\circ}\text{C}$ で赤褐変を始め、 -15°C 以下になると葉全体や枝先も枯れるようになる(大石1980)。中村ら(1984)が実施した冬期の直接被覆試験時は、露地の樹冠面温度の最低値が -9.6°C で、強い赤枯れが発生しなかった。しかし、今回の試験では露地の樹冠面温度の最低値が -14°C を下回り、耐寒性が強いとされる「さえみどり」においても、赤枯れの発生する十分な条件(静岡県茶業会議所2003)であったと考えられた。間接被覆では、植物体や地面からの長波放射がある程度遮られるため(鈴木1991)、遮光率60~90%資材の被覆によって樹冠面温度が露地より3~5℃ほど高くなり、 -10°C 以下の低温にならず、被害が軽減したものと考えられた。一方、遮光率60%資材の直接被覆では1月27日の樹冠面温度が -13°C を下回り、また同程度に冷え込んだ日が複数あった(データ略)ため、赤枯れの被害は露地に比べて軽減されたも

の、遮光率60%資材の間接被覆に比べて大きかったものと判断される。

赤枯れの被害程度と一番茶の収量性に関して、大石(1980)は、葉枯れや落葉が生じるような場合は、被害に遭わない場合に比べて一番茶が5~30%減収すると推定している。今回の試験では、葉枯れに相当する被害指数3や4の成葉の割合が、遮光率60%資材の間接被覆および直接被覆において露地より小さくなっており、一番茶の生葉収量の増加をもたらしたものと考えられる。また一番茶の化学成分含有率から、品質については各処理ともに同程度であったと判断されるため、露地に比べて一番茶の生葉収量が多いこれらの2つの処理では収益性も高いと推察される。一方で遮光率90%資材の間接被覆では、赤枯れの被害が顕著に小さいにもかかわらず、生葉収量は露地に比べて有意に増加しなかった。Aoki(1986)は、冬期の長期被覆がチャの光合成に及ぼす影響に関して、厳寒期のような低温条件下では光合成能力は高く保たれることを明らかにしている。このことを考慮すると、冬期における遮光率90%資材の被覆は、チャの光合成に必要な光量を不足させ、遮光率60%資材の被覆でみられる生葉収量の増加をもたらさなかった可能性が高い。

以上のことから、「さえみどり」に対して、霜害対策として被害発生直後の浅いせん枝が有効であること、また赤枯れ対策として遮光率60%資材の直接あるいは被覆間接が有効であることを明らかにした。今後、霜害対策については、他の品種に対する効果を明らかにしていく必要がある。また、赤枯れ対策については、多くの品種に対して有効であると考えられるが、さらに遮光率や被覆期間について検討し、被害軽減や収益性向上の効果を高める必要がある。なお、これら冬春期の農業気象災害に関しては、作物が受けた低温履歴や生育時期に関係するため、予防策や事後対策の研究が進みにくい(鈴木1991)。より具体的な対策技術を確立するためには、被害発生時に速やかに試験を行い、データの蓄積と共有化を行うことが重要である。

引用文献

- Aoki S (1986) Interaction of Light and Low Temperature in Depression of Photosynthesis in Tea Leaves. Japan. Jour. Crop. Sci. 55:496-503.
- 福岡県 (1988) 福岡県の茶業. p. 22-25.
- 福岡県八女茶協議会 (1994) 平成5年度八女茶業年報. p. 54.
- 淵之上康元 (1987) 関東茶産地における茶樹の主要品種の圃場耐寒性について. 茶業研究報告 66:15-37.
- 後藤 正・柴田隆夫・山田吉克 (1990) 茶芽の全窒素及び総繊維含有率の経時変化. 静岡茶試研報 15:43-47.
- 池ヶ谷賢次郎・高柳博次・阿南豊正 (1990) 茶の分析法. 茶業研究報告 71:43-74.
- 三重県農業技術情報システム (2004) 農作物の凍霜害技術対策(事前・事後)について. 三重県中央農業改良普及センター, 三重, <http://www.mate.pref.mie.lg>.

- jp/saigai/shimo/shimotya.html (2012年7月27日閲覧) .
- 向井俊博・堀江秀樹・後藤哲久 (1992) 煎茶の遊離アミノ酸と全窒素の含量と価格との関係について. 茶業研究報告 76:45-50.
- 中村晋一郎・坂田寿生・大森 薫・渡邊敏朗 (1984) 化学繊維の直接被覆による茶樹の寒害防止法. 福岡農総試研報 A-3:49-56.
- 大石貞夫 (1980) 第1章 気象. 新茶業全書 (静岡県茶業会議所 (編)). 静岡県茶業会議所, 静岡, p23-31.
- 佐賀県 (2008) 凍霜害対策茶. 佐賀県農林水産商工本部農業技術防除センター, 佐賀, http://www.pref.saga.lg.jp/web/shigoto/_1075/_32933/ns-nousisetu/boujocenter/_10660/kisyougai/tousougai/tousoutya.html (2012年7月27日閲覧) .
- 静岡県茶業会議所 (2003) 茶の品種. 静岡県茶業会議所, 静岡, p. 1-127.
- 静岡県産業部 (2008) 茶生産指導指針. p. 74-79.
- 鈴木義則 (1991) 2. 霜害 (凍霜害). 農業気象災害と対策 (真木太一ら (編)). 養賢堂, 東京, p. 62-80.
- 田中敏弘 (2008) (2) 一番茶前に実施する整枝. 茶大百科茶大百科Ⅱ (農山漁村文化協会 (編)). 農山漁村文化協会, 東京, p. 237-240.
- 田中敏弘・松山康甫・神寄保成・嶽崎 亮 (1986) 凍霜害の程度とその後の整枝処理が茶芽の生育, 品質に及ぼす影響. 茶業研究報告 63:1-10.