風の強弱が高所と地面付近との気温差および 防霜ファンの効果に及ぼす影響

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所*

荒木 琢也・松尾 喜義・深山大介・角川 修

フルタ電機株式会社**

荒木 慎介

(平成20年7月8日受理)

Influence of Wind Velocity Fluctuation on Air Temperature Difference between the Fan and Ground Levels and the Effect of Frost Protective Fan Operation

Takuya Araki, Kiyoshi Matsuo, Daisuke Miyama, Osamu Sumikawa

NNational Institute of Vegetable and Tea Science

National Agriculture and Food Research Organization

Shinsuke Araki

Fulta Electric Machinery Co., Ltd.

Summary

We investigated the influence of wind velocity fluctuation on air temperature difference between the fan (4.8 m) and ground levels (0.5 m) and the effect of frost protective fan operation in order to develop a new method to reduce electricity consumption due to frost protective fan operation. The results of the investigations are summarized as follows:

(1) Air temperature difference between the fan (4.8 m) and ground levels (0.5 m) was decreased following an increase in wind velocity, and the difference was less than 1°C for a wind velocity more than 3.0 m/s at a height of 6.5 m.

(2) When the wind velocity was more than 2-3 m/s, there was hardly any increase in the temperature of the leaves. In contrast, when the wind velocity was less than 2-3 m/s, an increase in the temperature of the leaves was observed.

Based on these results, it is possible that when the wind velocity is greater than 2-3 m, it prevents thermal inversion. Therefore, there would be no warmer air for the frost protective fan to return to the tea plants and the air turbulence produced by the frost protective fan would not

* 〒428-8501 静岡県島田市金谷2769

** 〒439-0002 静岡県菊川市倉沢1680-3

reach the plants under the windy condition.

Key words:frost protection, frost protective fan, thermal inversion, wind velocity, tea plant

キーワード：防霜，防霜ファン，逆転層，風速，茶樹

1 目 的

茶栽培において，一番茶生育期に発生する晩霜による霜害は収穫期の遅れや減収を招き経営的に大きな打撃を与えるため，十分な対策が必要とされている。そのため茶園では防霜ファンやスプリンクラーによる霜害防止対策が施され，とりわけ防霜ファン（送風法）は全国で21,934haと広く利用されている¹⁾。

防霜法の一つである送風法は，防霜ファンを地上5～10mに設置して，高所の比較的暖かい空気と地面近くの冷たい空気を混合し，放射冷却で冷えた作物体温を直接暖める方法である¹⁾。これによれば，防霜ファンの効果が見込める条件は，防霜ファンが設置されている6～8mの高所と茶株面との気温差がある接地逆転が形成されている場合である。しかしながら実際の防霜ファンの制御は茶株面付近の気温のみにより行われ，防霜ファンが設置されている高所の気温が茶株面付近の気温よりどの程度高いかについては考慮されていない。また，茶園に吹く自然の風（以下、自然風）が防霜ファンにより発生する風よりも強い場合には，防霜ファンにより発生する風の効果が見込めないと考えられる。これまで防霜ファンの効果については，効果が見込める条件下での観測事例について報告されている^{2～5)}。しかし，上記のような自然風のある条件下での防霜ファンの効果については検討された例はない。仮に効果が認められなければ，無駄な利用であり，利用法を再検討する必要がある。

そこで本研究は，防霜ファンの無駄な稼働を排した節電型の制御法の開発を目標とし

て，風の強弱が高所と地面付近の気温差および防霜ファンの効果に及ぼす影響を明らかにする目的で実施した。

2 方 法

2. 1 周辺の自然風の強弱が高所と地面付近の気温の差に及ぼす影響

風向，風速，温度の計測には，野菜茶業研究所内（静岡県島田市）の気象観測露場に設置されている風向風速計と温度計（白金測温体）を用いた。風速計は地上6.5m，温度計は放射除けのない状態で地上0.5mおよび4.8mに設置した。風速は正時を含む前10分間の平均値，温度は正時の瞬時値とした。2006年2月8日19時から2月14日6時および同年3月2日19時から5日6時の夜間の観測データを利用した。この期間の昼間の天候は，おおむね晴れで，研究所の気象観測装置の記録では降水はなく，日照時間は2月8日～2月14日は8.4～10.3時間，3月2日～3月5日は7.7～10.9時間だった。両期間とも初日（2月8日，3月2日）が西高東低の冬型の気圧配置で，期間終盤に移動性高気圧に覆われていた。

2. 2 周辺の自然風の強弱が防霜ファンの効果に及ぼす影響

試験日時は2006年2月12日～13日および同年3月4日～5日の18時から翌朝6時にかけて，場所は野菜茶業研究所内の茶園で行った。うね配置は南北方向，樹高0.6m，うね幅1.8m，樹形R3000の茶園の北端に防霜ファンを高さ6.5m，俯角30°に設置し，南方向に防霜ファンを向けた。供試防霜ファンは2種類の防霜ファンAおよびBで，Aは一般に利

¹⁾ 社団法人日本茶業中央会：平成20年版茶関係資料，pp. 30（2008）。

用されている首振りタイプ (2.5kW), Bは整流格子を備えた風筒付きの首振り機構を持たない3機のファン (側方1.5kW×2+中央2kW) を1本の支柱に放射状に配置したタイプである (写真)。供試ファンの稼働条件は、60分間で1サイクルになるように、防霜ファンA稼働、停止、防霜ファンB稼働、停止を15分間ずつ繰り返し、夕方から朝にかけて連続稼働させた。2機以外の周辺の防霜ファンには電力が供給されていなかった。

樹冠面の葉温は熱電対 (T type) を葉裏にテープで貼り付けて計測した。計測対象葉はファン前方10mの茶うね中央の表面にあり、葉柄が北に葉先が南に向いた地面に平行な葉とした。ファンの設置高さの気温は、ファン後方2mに設置した熱電対 (T type) により計測した。周辺の風速は、防霜ファン設置場所より北へ約95m離れた研究所内の気象観測露場の風速データ (1分間隔) を利用した。計測した夜間とともに移動性高気圧に覆われていた⁶⁾ (図1)。

写真 供試防霜ファンと観測槽
左: 首振り 右: 多頭型

3 結果および考察

3. 1 周辺の自然風の強弱が高所と地面付近の気温の差に及ぼす影響

図2に風速と地上4.8mと0.5mとの気温差の関係を示した。気温差は最大4.1℃, 最小0.3℃だった。風速の増加に伴い高所低所の気温差は減少し、平均風速が3 m/sを超える状況では気温差が1℃以下だった。

このことから、平均風速がおよそ3 m/sを超えた場合には、茶園の空気はすでに攪拌され接地逆転の形成が弱い、あるいは形成されていないと考えられる。これは、一般に霜害が風のない夜に発生しやすいとされていることとも合致する。よってこのような条件下では、防霜ファンの空気を混合する効果が得られないと考えられる。

3. 2 周辺の自然風の強弱が防霜ファンの効果に及ぼす影響

2006年2月12日~13日および同年3月4日~5日にかけての樹冠面葉温、風速の変化を図3に示した。

2月12日~13日の夜間の風向風速は21時頃まで西南西の風、約5 m/s, 21時~0時頃まで南西の風、約3 m/s, 0時~4時頃まで南南西の風、約2 m/s以下だった。葉温の変化をみると13日1時から5時にかけての風が弱い時間帯は防霜ファンの稼働に対応した昇温効果が認められたが、それ以外の時間帯では防霜ファンが稼働しているにもかかわらず昇温効果が認められなかった。

3月4日~5日の夜間の風速は1時頃まで南西の風、約2 m/s以下, 1時~6時頃まで西南西の風、2~3 m/s程度だった。葉温の変化をみると5日1時までは防霜ファンの稼働に対応した昇温効果がはっきりと認められた。以後は5日3時台に風速が平均 (60分間平均) 2.4m/s (最小1.6~最大3.3m/s) と風がやや弱まった時に防霜ファンの稼働に対応した昇温効果が若干認められたが、それ以外

風の強弱が高所と地面付近との気温差および防霜ファンの効果に及ぼす影響

図1 観測夜前後の天気図⁶⁾

図2 風速が地上0.5mと4.8mとの気温差におよぼす影響

図3 防霜ファンの稼働による樹冠面葉温の変化と観測時の風速

の時間帯では、認められなかった。

2月13日の0時～4時頃と3月5日の1時～6時頃は、ともに南向きに設定された防霜ファンとはほぼ対向する南から西の風で、2月13日は風速約2 m/s以下、3月5日は2～3 m/s程度であった。風速の小さい2月13日は防霜ファンの稼働に対応した昇温効果が認められたが、風速が若干大きい3月5日は認められなかった。

観測回数が不十分であるが二晩の観測では、自然風が風速2～3 m/s程度以上あるような場合、防霜ファンの稼働に対応した昇温効果が認められなかった。このことは、防霜ファンにより発生した風が自然風により乱され茶株面まで到達していない可能性や、試験

3.1の結果にみられるように高所低所の気温差が小さいために葉温計測において防霜ファンの稼働に対応した昇温効果が得られなかったと考えられる。

3. 3節電型制御の可能性

以上の結果から、自然風が風速2～3 m/s程度以上あるような場合、高所低所の気温差が小さいために作物体温を直接暖める効果が小さい可能性や防霜ファンにより発生した風が自然風により乱され茶株面まで到達していない可能性が考えられる。

このような気温差や風速条件をセンサなどで検出し、防霜ファンの稼働制御に利用すれば、効果が期待できないような環境下での無駄な稼働をなくした節電型の制御が可能にな

ると考えられる。今回は防霜期間に調査していないことから、実際の霜害防止効果や節電効果については今後検討する必要がある。

4 摘 要

防霜ファンの無駄な稼働を排した節電型の制御法の開発を目的として、茶園の風の強弱が高所と地面付近との気温差および防霜ファンの効果に及ぼす影響について調査した結果以下の点が明らかになった。

- 1) 気象観測露場における観測から、地上6.5mの風速の増加に伴い、高所(4.8m)と低所(0.5m)の気温差は減少し、平均風速が3 m/sを超える状況下では気温差が1℃以下だった。
- 2) 風速2～3 m/s程度以上の状況下では、防霜ファンの稼働に対応した樹冠面葉温の昇温効果が認められなかったが、風速がそれ以下の場合にははっきりと認められた。

以上の結果より、気温差や風速条件を防霜ファンの稼働制御に利用すれば、効果が期待できないような環境下での無駄な稼働をなくした節電型の制御が可能になると考えられた。

謝 辞

本研究は野菜茶業研究所とフルタ電機株式会社との協定研究「多頭型防霜ファンが茶園環境に及ぼす影響の解析」および農林水産省

委託プロジェクト研究「地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響評価と緩和及び適応技術の開発」の一部として実施したものである。ここに記して、関係各位に謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) 日本農業気象学会(1997)：農業気象用語解説集．農業気象学会，東京，157.
- 2) 高橋恒二・青野英也・田中静夫・築瀬好充(1958)：茶樹の凍霜害防除に関する研究(第2報)．送風法による茶樹の凍霜害防除について．日本作物学会紀事，No27(1)，135-136.
- 3) 高橋恒二・青野英也・田中静夫・築瀬好充・吉川 茂(1961)：茶樹の凍霜害に関する研究．降霜時の微細気象と凍霜害の応急的ならびに栽培的防止法の研究．東海近畿農業試験場報告，茶業部，No8，30-162.
- 4) 此本晴夫・鈴木幸隆・木村政美・岩崎正男・木村 進・小野循男(1976)：茶園における小型送風機の防霜効果．静岡県茶業試験場研究報告，No7，43-57.
- 5) 常包一明・矢野 清・安部秀雄(1985)：仲南町中山地区傾斜地茶園における防霜ファンの効果．香川県農業試験場研究報告，No37，7-17.
- 6) 気象庁(2007)：2007年版気象年鑑．気象業務支援センター，東京，10-13.