 論 文

スタンション式乳牛舎の環境衛生について (1)*

— 温湿度の基本的分布形態 —

森野一高・長島守正

(東京教育大学農学部)

On the Environmental Sanitation within a Stanchion Barn (I)

— Fundamental Distribution Type of Air Temperature and Humidity —

[K. MORINO and M. NAGASHIMA]

(Faculty of Agriculture, Tokyo University of Education)

1. ま え が き

酪農経営を支配する諸要素——適正環境による標準泌乳量の維持、作業体系の整備による労働能率の向上、飼料体系の適正化による飼料費のコストダウンなど——は生産の場としての乳牛舎の在り方に直接間接に関連をもつことはいうまでもない。換言すれば、乳牛舎の設計に際しては、上述の諸要素、すなわち環境衛生・労働能率・飼料体系などが総合的に調整されるとともに、所要建築費が投資予算額の範囲に納められるように検討計画する必要がある。

このような前提のもとに、本研究は、酪農経営における乳牛舎の在り方を規制する諸要素のうち特に環境衛生面を取り上げ、乳牛舎の設計に必要な基礎的資料を提出しようとするものである。環境衛生条件の中でも、泌乳量に及ぼす影響は、後述するように気温と湿度において特に著しい。この為、本研究においては乳牛舎内の環境衛生を主として気温と湿度の面から検討している。

一方、10頭内外あるいは30頭以上の乳牛を収容する乳牛舎は、今日では、農家の自主的経営意欲によるもの、並びに農業構造改善事業によるものを含めると、相当の数に達している。しかも、それらの大多数は、スタンション式乳牛舎の形式を採用しているのが実情である。このようなわが国農村の現状を考慮するとともに、スタンション方式が乳牛舎の基本方式である点にかんがみて、本研究では、まずスタンション式乳牛舎をとり上げた次第であり、ルースハウジング方式についても、引き続き研究を進める方針である。

今回の報告は、後述するように冬季の環境を対象とするもので、いわば中間報告的なものであるが、空気力学的には安定な状態を取り扱ったものと見ることができ、

気温や湿度分布の基本形態とも考えられるので、敢て第一報として報告する次第である。

2. 研究の方針及び方法

環境衛生条件を泌乳量との関係においてとらえることは、畜産学の立場に立たなければならず、筆者らの容易になし得ない所である。したがって、文献調査によつて、牛乳生産に適する気温・湿度・風速の範囲——これを生産環境限界と呼ぶことにする——を求めた。

そのうえで、本学付属祖師谷農場のスタンション式乳牛舎を実験畜舎として、その内部構造が環境条件に及ぼす影響を検討し、それらを基にして、生産環境限界内に環境衛生条件を納めうる設計基準の確立に必要な基礎的資料の提出を試みた。

実験畜舎内の気温・湿度・風速などの環境要素測定のために、舎内の床面近傍に基準面（水平面）をとり、基準面上1m、2m、3mのところにそれぞれ1m平面・2m平面・3m平面を設け、3m平面がちょうど陸ばり下面に位置するようにした。これら4平面上に測点を定めるため、乳牛舎の縦断方向にA・B・C・D・Eの5鉛直面を、横断方向に1・2・3・4・5の5鉛直面をそれぞれ定めた。(Fig. 1) 平面・縦断面・横断面の交点を測点として、基準面A1(基準面上A列との1・交点)、2m平面B3(2m平面上B列と3列の交点)などと呼んだ。

風速の測定には熱線風速計を、気温・湿度の測定にはミニマ鋭感湿度計を使用し、JIS Z 8806によつて測定を行なつた。

なお、実験畜舎内は日常使用されているままの状態とし、乳牛が庭出しされている間(午前10時より午後3時まで)を利用して行なつた。したがって、測定結果は乳牛の存在しない状態の乳牛舎についてのものである。

* 昭和38年10月25日 農気関東支部例会にて発表

Fig. 1. Plan and cross section of the experiment barn, where measurement points are shown.

本報告のための測定は、1962年11月から1963年2月までの4カ月にわたって行なつた。

3. 生産環境限界

気温 KELLEY 及び RUPEL (1937) は、ウィスコンシン州でホルスタインについて試験を行ない、最大泌乳量をもたらす最適気温は、 10°C (50°F)であることを示している。そのほか、BUCKLEY (1913), REGAN・RICHARDSON (1938) とも、乳牛は一般に高温よりは低温に耐えることを示している。最近では、RAGSDALE et al. (1953) や BRODY (1956) らが、人工気象室を用いて、気温を -17.8°C (0°F) から 40.6°C (105°F) まで変化させて、泌乳量その他を調べた。それらの結果を含めて、YECK・STEWART (1859) は、気温と泌乳量との関係を、Fig. 2 のように示している。

Fig. 2 によれば、ホルスタインは 23.9°C を境にして泌乳量が急激に減ずるが、ジャージーは 26.7°C ぐらいから減少し始め、ホルスタインより少々高温に強いことを示している。一方低温の場合、ホルスタインは -12.2°C (10°F) まで標準乳量を維持し、ジャージーは 4.4°C (40°F) 以下では標準乳量を下回つて、ホルスタインよりは少々低温に弱いことを示している。YECK 及び STEWART (1959) は、飼料消費量や増体量について見ても、この傾向が裏付けられることを指摘している。

相対湿度 RAGSDALE et al. (1953) によれば、相対湿度 40~80% では、乳量・乳質、飼料消費量、増体量などへの湿度の影響は、気温が 23.9°C (75°F) 以下である限り、ほとんど見られない。この傾向は、ホルスタイン・ジャージー・ブラウンスイス・プラーマンの各品種について調べられているが、気温が 23.9°C を越えると、湿度の影響があらわれることが指摘されている。

風速 BRODY et al. (1954) によれば、ホルスタイン・ジャージー・ブラウンスイスについて、気温 7.8° , 10° , 18.3° , 26.7°C では、風速が $0.2\sim 4.0\text{m/sec}$ の範囲では、泌乳量、飼料消費量、増体量は、いずれもあまり影響されない。しかし、気温が 35°C を越えると、ホルスタインやブラウンスイスでは、風速の影響があらわれる。また、これらの傾向は、一般に平均乳量の多いものほど、あるいは体形の大きなものほど顕著であるという。

生産環境限界 以上の諸家の研究結果を総括すれば、気温は大型品種では $-12.2^{\circ}\sim 23.9^{\circ}\text{C}$ 、小型品種では $4.4^{\circ}\sim 26.7^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 40~80%、風速 $0.2\sim 4.0\text{m/sec}$ の範囲を以て、生産環境限界とすればよいことが明らかであろう。

Fig. 2. Milk production of Holstein and Jersey dairy cows and air temperature. (after YECK and STEWART)

4. 測定結果と考察

4カ月間にわたる測定結果は、きわめてぼう大となるが、集計検討して見ると、いずれも次に述べるのと同じ傾向を示している。よつて、最も典型的と思われる2例を示して、考察を進める。

1) 実験畜舎内の気温分布

舎内各測点並びに舎外の気温測定値は、Table 1~2に示すとおりで、総体として、舎内気温はほとんど均一に近いといえる。強いて言えば、Table 2 からわかるように、基準面すなわち床面近くが低く、3m 平面すなわち天井に近いところでわずかに高い傾向が見られるが、その変異は1~2°C の範囲内にすぎない。

この測定は、前述のとおり、冬季のもので、乳牛を庭出ししたあと、開口部をいつさい締め切り、すき間風だけの状態で行なわれたものであるから、空気力学的には比較的安定状態と考えられる。それにもかかわらず、舎内気温の位置による変異が見られないとすれば、不安定状態においては、恐らく舎内気温は均一になるものと推測されるが、このことについては、夏季の測定結果をまつて、改めて検討したい。

舎内気温については、Table 1~2 に示すとおり、一般に舎外気温の方が高く、日照のさえぎられる北側にお

Table-1. Air temperature distribution in the stanchion barn on Dec. 14, 1962.

Level	Line No. in E-W	Air temperature (°C) in the line of :				
		A	B	C	D	E
Datum level	1	7	7	7	7	7
	2	7	7	6	7	6
	3	6	6	6	6	6
	4	6	6	6	7	—
	5	7	7	7	7	6
1 m level	1	7	7	7	7	7
	2	7	7	7	7	7
	3	7	7	7	7	7
	4	7	7	7	7	7
	5	7	7	7	7	7
2 m level	1	7	7	7	7	7
	2	7	7	7	7	7
	3	7	8	7	7	7
	4	7	7	7	7	7
	5	7	7	7	7	7
3 m level	1	7	7	7	7	7
	2	7	7	7	7	7
	3	7	7	7	7	6
	4	7	7	7	7	7
	5	7	7	7	7	7
Outside air temperature on the 2 m level		9°C on the north 11°C on the south				
Period of measurement		10 : 15 to 11 : 31 a. m.				

Table-2. Air temperature distribution in the stanchion barn on Jan. 18, 1963.

Level	Line No. in E-W	Air temperature (°C) in the line of :				
		A	B	C	D	E
Datum level	1	6	6	6	7	6
	2	7	7	6	6	7
	3	6	7	7	7	7
	4	7	7	7	7	7
	5	7	7	7	7	7
1 m level	1	7	7	7	7	7
	2	7	7	7	7	7
	3	7	7	7	7	7
	4	7	7	7	7	7
	5	7	7	7	7	7
2 m level	1	7	7	8	8	7
	2	7	7	8	8	7
	3	7	7	8	8	8
	4	7	7	8	8	8
	5	7	7	8	8	8
3 m level	1	8	8	7	7	7
	2	8	8	7	7	7
	3	8	8	8	7	7
	4	8	8	8	8	7
	5	8	8	8	8	7
Outside air temperature on the 2 m level		11°C on the north 12°C on the south				
Period of measurement		10 : 40 to 11 : 12 a. m.				

いてさえ、舎内の平均気温より2~4°C 高くなつてゐる。もつとも、乳牛が舎内に存在する場合は、乳牛からの熱放射によつて、多少舎内気温は上昇することが推測されるが、このことについても、いずれ測定を行なつてから検討する予定である。とも角、泌乳量観点からは特にホルスタインの場合は-12°C ぐらゐまでは問題ないが、作業員の労働環境としては、厳寒時の舎内暖房と保温のくふうが必要とならう。南側舎外気温が、舎内の平均気温より4~5°C 高いのであるから、むしろ南面開口部を開放すれば、舎内気温は多少上昇するものと思われる。また、このことが、ルースハウジング方式における南面開放の原則を裏付けるものであることは、容易に推測できる。

2) 実験畜舎内の湿度分布

舎内の湿度分布と内部施設との関係 舎内各測点並びに舎外の相対湿度は、測定時間約1時間半の間に1% 内外の変異を示した。よつて、同時観測値に近似の値を求めるため、測定値に対する修正を行なつた。このとき、時間の経過に伴う湿度の変北は、変異が1% 内外の微量範囲では、時間に正比例するものとして計算した。湿度として Table 3~4 に示すものは、このような計算に基づく修正値である。

Table-3. Relative humidity distribution in the stanchion barn on Dec. 14, 1962.

Level	Line No. in E-W	Relative humidity (%) in the line on :				
		A	B	C	D	E
Datum level	1	54.8	54.8	55.8	54.0	54.8
	2	54.8	56.0	57.0	56.3	54.0
	3	53.0	60.3	63.0	53.8	53.2
	4	53.0	54.5	54.8	54.0	—
	5	52.0	52.2	52.8	52.8	52.0
1 m level	1	52.3	52.3	52.3	54.0	54.0
	2	52.0	52.3	52.5	53.8	53.2
	3	51.8	51.8	52.0	51.5	53.3
	4	51.0	51.3	51.8	50.3	50.3
	5	50.3	50.7	51.3	50.7	50.5
2 m level	1	50.1	50.0	50.1	50.1	50.3
	2	49.5	49.6	49.7	49.6	49.5
	3	49.5	49.6	49.6	49.5	49.2
	4	49.2	49.2	49.7	48.9	48.9
	5	49.9	49.2	49.6	48.6	48.9
3 m level	1	48.0	48.1	48.1	48.0	48.9
	2	48.0	48.0	48.0	47.5	48.3
	3	48.0	48.1	48.0	47.5	48.0
	4	47.5	48.1	48.0	47.5	48.0
	5	47.5	48.1	48.0	48.0	48.9
Air temperature in the barn		15°C at the point of C-3 on the 1 m level				
Outside relative humidity on the 2 m level		46.0% on the north 42.5% on the south				
Period of measurement		13 : 4 to 14 : 30 p. m.				

これらの表によれば、相対湿度は一般に基準面すなわち床面に近いほど高く、3m 平面すなわち天井面に近いほど低いことが明らかで、最高最低の開きは約 10~15% に及ぶ。舎内におけるこのような湿度分布は、総断面及び横断面上に描かれた等湿度線図 Fig. 3~4 によつて、容易に観察できる。ただし Fig. 3~4 は Table 4 に基くものである。Table 3 によつても同様な等湿度線図が描かれるので、ここでは省略した。Fig. 3 によれば、湿度はB列に集中しているが、B列はストール列に当たり、ストール部で湿度の高いことが明らかである。また Fig. 4 によれば、4列で比較的湿度が高い。よつて、B列と4列の交点、つまり舎内中心部で湿度が高いことがわかる。

次に、舎内における湿度の平面分布を観察するため、Table 4 に基づいて基準面、1m 平面、2m 平面、及び 3m 平面ごとに等湿度線図をかくと Fig. 5 のとおりである。Fig. 5 によれば、最高湿度が基準面上ストール列に集中することが一層明らかであり、この傾向は上方に向うにつれて次第に薄れ、3m 平面でも早一定の傾向は見られない。このような湿度分布の特徴は、4カ月

Table-4. Relative humidity distribution in the stanchion barn on Jan. 18, 1963.

Level	Line No. in E-W	Relative humidity (%) in the line of :				
		A	B	C	D	E
Datum level	1	48.8	50.0	51.3	49.5	50.5
	2	51.3	55.3	52.0	49.5	48.8
	3	51.5	56.5	53.3	52.8	47.8
	4	51.8	57.3	57.3	48.0	48.0
	5	54.0	55.3	53.8	48.5	49.5
1 m level	1	49.0	49.0	49.5	49.8	50.3
	2	49.0	49.0	49.3	49.3	49.3
	3	49.8	49.3	49.3	48.8	48.8
	4	48.8	53.8	50.3	48.8	48.3
	5	49.5	39.3	48.8	48.8	47.8
2 m level	1	49.0	49.0	47.5	47.0	46.8
	2	49.0	49.0	47.0	46.8	46.5
	3	48.5	48.8	47.0	46.5	46.5
	4	48.8	49.0	47.3	46.5	46.3
	5	48.5	48.8	47.5	47.3	46.8
3 m level	1	47.0	47.0	47.5	46.8	47.0
	2	47.0	47.0	47.5	46.8	47.0
	3	46.8	47.0	47.8	46.8	47.0
	4	46.8	46.8	46.8	46.5	46.3
	5	46.5	46.5	46.5	46.3	46.0
Air temperature in the barn		8.5°C at the point of C-3 on the m level				
Outside relative humidity on the 2 m level		40.3% on the north 40.8% on the south				
Period of measurement		11 : 15 to 11 : 55 a. m.				

にわたる全観測結果を通じて明らかに看取された。

Table 3~4 に示される最高湿度 57~63% は、気温が 6~8°C であり、実験値そのものは生産環境限界内に属するので問題はない。しかし、上述のような湿度分布の傾向は、空気安定時における基本形態と考えられるので、湿度が 80% を越えるような夏季においては乳牛の休息空間であるストール部が生産環境限界からはみ出す結果になりやすいことが容易に推測される。よつて基本分布形態のもたらされる原因とその対策を追究してみた。

スタンション式乳牛舎内において、空気が安定状態の場合、舎内中央部床面付近に最高湿度が集中しやすいということは、空気特性からして容易に理解できることである。しかし、同時に最高湿度がストール列に集中しやすいということは、ストール自体に原因の一部が存在することを示し、換言すればストールの構造・材料・配列などに起因すると考えざるを得ない。その原因を追究してみると、おおむね次のように考えられる。

① ストールは、乳牛の休息空間という機能からして、本来湿気の多い空間である。

Fig. 3. Vertical distribution of relative humidity on the sections A~E of the experiment barn, on Jan. 18, 1963.

② 実験畜舎のストール床面は板張りで吸湿性に富む。コンクリート床の場合も、吸湿性に富む敷きわらが使用されるので、湿気は多くなり勝ちである。

③ 実験畜舎の飼槽は、前面立上り型であるため、横断方向の空気の流れがさまたげられ、ストール部に湿気がこもる結果となつている (Fig. 4 参照)。

機能に由来する ① の原因は、乳牛が水分を放出するものである限りどうにもならないが、畜舎の計画に当たつては、放出水分をできるだけすみやかに排除する方途を講ずべきである。

材料に基づく ② の原因は、材料の選択と同時に通風をよくすることによつてある程度解決され、またそれが原因 ① に対する解決策にもなる。原因 ③ つまり構造・配列については、飼槽構造を落とし込み型とすることによつて横断方向の風の流れが円滑となり、飼槽の長手方向を夏季の主風向と一致させることによつて、ストール列の乾燥を促進することができる。

舎内外の湿度 戸外の湿度は、畜舎の南側と北側とで、午前中 (Table 4) はほとんど差がないが、午後には南側の 42.5% に対して北側 46% となつている。このことは、畜舎の北側では排水が比較的悪く日射が少ないことから、当然の帰結と思われる。

いずれの場合も、舎外湿度は舎内の最低湿度よりも低くなつている。また、Table 3 に示すように、北側の湿度が 46% で舎内の最低湿度 47.5% に比較的接近している場合

でも、南側の湿度は 42% と遙かに低くなつている。したがつて、温度の場合と同ように、南面開口部の開放は舎内の湿度低減に十分寄与するものと推測され、同時に

Fig. 4. Vertical distribution of relative humidity on the sections 1~5 of the experiment barn, on Jan. 18, 1963.

ルースハウジング方式における南面開放の原則を裏付けるものと考えられる。

最後に、本研究は昭和 37 年度文部省科学研究費交付金（各個研究）によるものであることを付記する。

5. むすび

牛乳生産に適する気温・湿度・風速の範囲を生産環境限界と呼び、これを文献調査によつて求めた所、気温は大型品種で $-12.2 \sim 23.9^{\circ}\text{C}$ 、小型品種で $4.4 \sim 26.7^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度は $40 \sim 80\%$ 、風速 $0.2 \sim 4.0 \text{ m/sec}$ であると思われる。スタンション式乳牛舎の舎内環境を生産環境限界内におさめる上での問題点を究明する為、11月から2月にかけて、乳牛を庭出しした後実験畜舎の開口部を一切締め切り、空気が安定状態の場合の舎内における気温と湿度の分布を測定し、次のような結果を得た。

① 気温の分布は、床面近くで低く天井近くでわずかに高い傾向があるが、概して舎内均一と見られる。

② 湿度の分布は、床面近くで高く天井近くで低い傾向が顕著である。

③ 湿度分布を舎内施設との関連から見れば、最高湿度はストール列、特に舎内中央部床面近傍に集中する傾向にある。これは気層安定時における湿度分布の基本形態と思われる。

④ ストール部の湿度を下げるには、吸湿性の少ない材料を選択すると同時に、飼槽構造を落とし込み型とし、その長手方向を主風向と平行に配列する必要がある。

⑤ 冬季、気温は舎外の方が高く、湿度は舎外の方が低い。特に畜舎の南側では内外の差が著るしいので、南面開口部の開放は舎内環境の改善に寄与するものと思われる。またこれはルースハウジング方式における南面開放の原則を裏付けるものとも考えられる。

Fig. 5. Horizontal distribution of relative humidity of the different levels within an experiment barn, on Jan. 18, 1963.

参考文献

- 1) BRODY, Samuel (1956) ; Climatic Physiology of Cattle, J. Animal Sci., June.
- 2) BRODY, S.M., A.C. RAGSDALE, H.J. THOMPSON, and D.M. WORSTELL (1954) ; Environmental Physiology with Special Reference to Domestic Animals, Univ. Missouri Agr. Expt. Sta. Research Bull. 545.
- 3) BUCKLEY, S.S. (1913) ; Open Stables versus Closed Stables for Dairy Animals, Univ. Maryland Agr. Expt. Sta. Bull. 177.
- 4) KELLEY, M.A.R., and J.W. RUPEL (1937) ; Relation of Stable Environment to Milk Production, U.S.D.A. Tech. Bull. 591.
- 5) RAGSDALE, A.C., H.J. THOMPSON, D.M. WORSTELL, and S.M. BRODY (1953) ; Environmental Physiology with Special Reference to Domestic Animals, Univ. Missouri Agr. Expt. Sta. Research Bull. 521.
- 6) SEGAN, W., and G.A. RICHARDSON (1938) ; Reactions of the Dairy Cow to Changes in Environmental Temperature, J. Dairy Sci. Feb.
- 7) YECK, R.G., and R.E. STEWART (1959) ; A Ten-year Summary of the Psychroener Psychroenergetic Laboratory Dairy Cattle Research at the University of Missouri, A.S. A.E. Trans. 2 : 71~77.

Summary

A range of temperature, relative humidity, and velocity of air suitable for maximum production from dairy cows is called, in this paper, "the range of production environment". According to some references, the range of production environment seems to be temperature of -12.2 to 23.9°C for Holstein and 4.4 to 26.7°C for Jersey, air relative humidity of 40 to 80%, and air velocity of 0.2 to 4.0 m/sec. In order to study about how-to-make the appropriate production environment within a stanchion barn, distributions of air temperature and relative humidity were investigated in an experiment barn. It may be assumed that measurements were conducted under the steady state of air, because the experiments were carried out, during the winter season, in the barn with the openings closed after cows were all driven out. Findings may be stated as follows:

- 1) Air temperatures are almost uniformly distributed within the barn, although a little higher near the ceiling than over the floor.
- 2) Relative humidity over the floor is remarkably higher than near the ceiling.
- 3) A group of higher relative humidities are found through the stalls and the maximum humidity is concentrated around the floor of the center stall, which may be taken as a principal type of humidity distribution in the case of the steady state of air within a stanchion barn.
- 4) In order to drop down the air humidity over the stall floor, it may be necessary to select the unabsorbent materials for the floor as well as to arrange a sweep-in type manger, instead of a high-front type, in parallel with the main wind direction in summer.
- 5) The average air temperature is higher outside the barn than inside, while the average air humidity is higher inside the barn. Since those differences are clearly observed at the south of the barn, it seems that opening the south-side wall of the barn may contribute to improving the production environment.

支 部 だ よ り

1. 農気関東支部総会および発表会

1964年2月21日(金)に千葉県我孫子の農電研究所で約40名の参集の下に開かれた。

研究発表

1. 地中温度の熱利用: 山本雄二郎 (農電)
2. 水稲田の湿度特性: 中山敬一 (農電)
3. スギ挿木の発根適温: 渡辺一郎 (農電)
4. シイタケの子実体発生に關与する光要因(1): 石川春彦・宮川逸平; 他1名 (農電)
5. アサクサノリ小葉体の生長・胞子形成におよぼす温度の影響(2): 下茂 繁 (農電)
6. 微粉炭灰の農業気象の利用: 中原孫吉 (千葉大)
7. 防風林の効果に關する研究: 根本・高橋・他3名 (気象研)
8. 冷気の移動について: 荒井哲男 (気象大)
9. 植物群落内部の CO_2 濃度分布: 井上栄一 (農技研)
10. 牧草地の地下灌漑について: 市村・小林・佐伯 (農電)

2. 農気中国・四国支部例会

1963年12月4日(水)に松山市の理科教育センターで約100名の参集の下に開かれた。

研究発表

1. 秋季における水田微気象観測の一例: 上原勝樹・河野隆幸 (香川大)
2. 蒸散に關する研究(1) 柑橘の蒸散量の日変化 長谷場徹也・武智 修 (愛媛大)
3. 柑橘の葉内水分と誘電率: 武智 修 (愛媛大) 泊 功 (農技研)
4. 寒風による柑橘の落葉: 渡辺政雄 (土居高校)
5. 異常気象下における柑橘の低温障害: 今岡円七 (西伯方中)
6. 小島における斜面下降風の循環系: 今岡円七 (西伯方中)
7. 融雪期の積雪面における熱収支の観測: 瀬尾琢郎・山口信之 (岡山大)
8. 玉島タバコ試験地ファイトトロン内の気温: 山口信之 (岡山大)
9. 葉温に關する研究(4) 層流及び乱流での葉温の比較: 武智 修・長谷場徹也 (愛媛大)
10. 児島湖の水温: 松原 茂・浅野芳宏 (岡山大)
11. 道路からの塵埃の拡散: 上田 寿 (高知大)

特別講演

柑橘の寒害防止法について: 小沢行雄 (農技研)