

簡易冷房施設による省エネルギー，低コスト 花き生産技術の開発

第1報 湧水利用による簡易冷房施設の開発

入口 義春・宮崎 朋浩・北村 信弘・馬場 重博・
永田 浩久・西野 敏勝¹⁾・原 英雄²⁾・松本 幸治³⁾

キーワード：中山間地，湧水，冷熱交換槽，遮光ハウス，夏期冷房育苗，低コスト

Development of an Energy Saving and Low Cost Production
Technique of Flowers and Ornamental
Plants by the Use of Simple Cooling Facilities
1. Development of Simple Cooling Facilities by
the Use of Springwater

Yoshiharu IRIGUCHI, Tomohiro MIYAZAKI, Nobuhiro KITAMURA, Shigehiro BABA,
Hirohisa NAGATA, Toshikatsu NISHINO, Hideo HARA, Yukiharu MATSUMOTO

目 次

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. 緒 言 | 14 |
| 2. 試験方法 | 15 |
| 1) 試験研究の経過及び試験方法 | 15 |
| 2) 年次別試験研究施設・機械装置及び調査方法 | 15 |
| 3. 結果及び考察 | 15 |
| 1) 湧水利用簡易冷房施設の設置方法と冷房能力 | 15 |
| 2) 育苗期間の環境条件 | 22 |
| 3) 湧水利用簡易冷房施設によるトルコギキョウ等の夏期冷房育苗効果 | 24 |
| 4) 電気配線工事・電力料金の取り扱い及び電力使用量(料) | 25 |
| 5) 湧水利用簡易冷房施設の資材・費用及び育苗コスト | 26 |
| 4. 摘 要 | 28 |
| 5. 引用文献 | 28 |
| Summary | 30 |

1. 緒 言

中山間地農業の活性化を図るためには、消費者ニーズを的確に把握しながら、地域の特性を活用した収益性の高い作物の導入や施設園芸の振興を含めた野菜・花き産地の形成等、複合経営による多様な農業の展開が重要であり、それに必要な技術開発が求められている。

これまで、中山間地農業に係る試験としては、中山間傾斜地の南向き石垣段畑を活用して、スリークォーター型ハウスを設置し、北側石垣面には反射板を設けて冬場に多日射を得られやすく、耐風性のある簡易ハウスを開発した。本施設では多日射を必要とするガーベラを栽培し、冬場の生産量増加や品質向上が得られた（1991～1993年）。

また、東彼杵郡波佐見町に存在する、金山坑道跡の有効利用試験（1988～1993年）では、坑内を農産物の貯蔵やイチゴ等の夏期時の低温処理に利用することのほか、坑内の冷氣（約13℃）を坑道外に設置した簡易ハウスに引き込んで冷房する方式の施設を開発し、トルコギキョウ等の夏期冷房育苗や、イチゴの低温処理技術を確立し、事業等の導入による施設化により現在も活用されている。

このような経過をふまえ、本試験では中山間地にみられる豊富な湧水（15℃前後）を地域資源としてとらえ、なんらかの方法により冷氣として熱交換させることができれば、金山坑道跡有効利用試験の成果を応用できるものと考えた。また、中山間地は平坦地に比べ、夏期に比較的冷涼な環境となっている。このことは、本県で作成した長崎県農林業地域メッシュ情報システムから推計しても明らかであり（表1）、冷房施設設置や栽培面においてプラス要因と考えられた。

簡易冷房施設は夏期に利用することが効果的であり、中でも一定面積からより多くの効果を引き出せるものとして、花き等の育苗に利用することがメリットが大きいと考えられ、作目選択を行った。

近年、トルコギキョウの需要は全国的に伸びているが、図1に示すように、秋冬期の入荷量が少なく高値となっている。ところが、この秋冬期に開花させるためには、夏場に育苗する必要があるが、西南暖地における高温下での育苗では、トルコギキョウの場合ロゼット化して抽台しない。このため本県の場合、年内どり栽培型の大部分は高冷地産の購入苗を用いて栽培しており、冷房機を備えた施設での育苗は一部で行われているにすぎない。したがって多くの種苗費を必要とし、経営のリスクが大きくなっている。本試験では、トルコギキョウの場合、6～8月の高温時の冷房育苗を湧水利用簡易冷房施設によって行い、10～12月出荷をねらいとした。

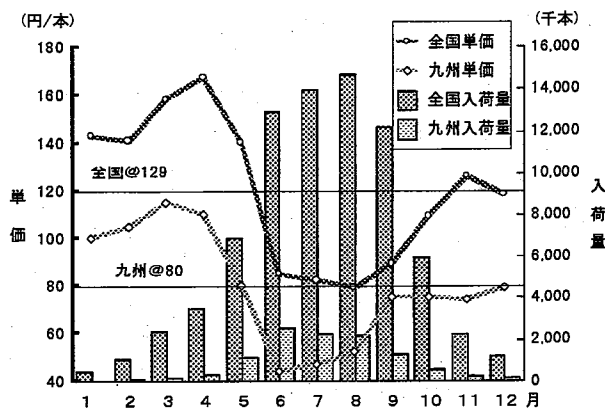


図1 トルコギキョウの単価及び入荷量の動向
(1993～1995年平均)

表1 千々石町の気候

| 場 所 | 項 目 | 1月 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|------------------------|-----------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------|
| 試験地(岳)付近 (標高 381 m) | 平均気温(℃) | 3.7 | 4.8 | 8.3 | 13.5 | 17.4 | 20.5 | 24.9 | 25.5 | 22.1 | 16.9 | 11.7 | 6.3 | 14.7 |
| | 降水量(mm/月) | 96 | 127 | 150 | 273 | 272 | 439 | 389 | 274 | 250 | 106 | 99 | 94 | 2,589 |
| 千々石町役場付近 (標高 48 m) | 平均気温(℃) | 5.6 | 6.4 | 10.0 | 14.8 | 19.0 | 22.3 | 26.6 | 27.6 | 23.9 | 18.6 | 13.4 | 8.1 | 16.3 |
| | 降水量(mm/月) | 83 | 99 | 115 | 234 | 217 | 364 | 320 | 205 | 182 | 100 | 87 | 81 | 2,088 |

注) 長崎県農林業地域メッシュ情報システムより (推計値)

なお本研究は、当初降灰対策試験（国補）で取り組みを始めた。つまり、雲仙普賢岳周辺にはあちこちに湧水がみられることから、この水を使うことによって施設内への灰の侵入を防止できる施設を開発することとして課題化した。さらには、その施設がトルコギキョウのロゼット化を防止できる程度の冷房能力が得られるかどうか、その可能性の検討を行った。2年程経過し、実用化の可能性がみられたことから、地域基幹農業技術体系化促進研究（中山間農業試験・国補・1994～1998年）に組み替えて試験を実施した。

施設の改良と育苗・栽培技術の改善により、安定した冷房能力と、トルコギキョウ等の低コスト育苗が可能となった。また、現地農家でも実証栽培を行い、市場での好評も得られており、実用化技術として普及できる段階まで到達したと思われるので、その概要を紹介する。

本研究を推進するにあたり、山本哲郎氏（千々石町）には試験施設の設置、育苗管理、栽培実証試験を、また、寺尾祐輔氏（愛野町）には栽培実証試験をお願いし、多大の協力を頂いた。ここに厚くお礼を申し上げる。

2. 試験方法

1) 試験研究の経過及び試験方法

湧水利用による簡易冷房施設の開発にあたっては、南高来郡千々石町木場名岳地区の、山本哲郎氏圃場（標高約350m）に、当初50m²の試験施設を設置して試験を行った。

また、同施設によるトルコギキョウ等の育苗を行い、栽培試験は総合農試（第2報）と現地実証試験を千々石町及び愛野町で行った。したがって、その結果をもとに毎年改良を加えた。結果及び考察と重複する点もあるが、年度毎の試験研究の経過や次年度の課題等を要約して表2に記す。なお、具体的な試験方法については、結果及び考察の中でも、それぞれ関連させて述べることにする。

2) 年次別試験研究施設・装置及び調査方法

試験施設及び装置については表3にしめすとおり、毎年前述の経過をふまえ、次年度に改良を加えて試験した。

また調査にあたっては、以下に述べる計測機器を用いて行った。

温度・湿度・日射量は育苗期間のほぼ全期間に

わたり測定すると共に、必要に応じ短期間の比較試験を行った。

温度計は2種類を用いたが、長期間1点のみ測定する時は全天候型測定データ記録装置（KADEC-U II；コーナーシステムKK）を用いた。多点の場合は熱伝対センサーを、遮光した塩ビ製の筒中に固定し、苗の位置より10cm程度高めに設置し、外気温は百葉箱を設置して測定した。日射量はソーラーエース（MS-62；英弘精機KK）を用い、両機種ともデータ集録はSOLAC III（英弘精機KK）で行った。温度、日射量は長期間測定を行う場合は10秒間隔に測定し、1時間の平均値で求めた。したがって最高・最低のデータは、瞬時値よりわずかではあるが低い値となっている場合がある。風量は熱線風速計（クリモマスター；KANOMAX）を用い、JIS規格による測定法により、ファン出口で縦方向10カ所、横方向10カ所の風速を測定し、その平均値にファン出口の断面積を乗じて算出した。水量は本管に50mmパイプを用いたので、50mm水道用メーターを設置して計測した。

3. 結果及び考察

1) 湧水利用簡易冷房施設の設置方法と冷房能力

湧水を利用した簡易冷房施設の考え方は、図2の模式図に示すように、冷たい湧水をパイプで冷

熱交換槽に導いて散水し、濡れた熱交換資材の中を外気を通過させることによって生じる冷気を、ファンで遮光ハウス内に送り込んで冷房する方式

表2 年次別試験研究内容と結果の要約・問題点

| 年度 | 主な試験研究内容・方法 | 結果の要約・問題点（次年度の課題） |
|-------|---|---|
| 1992年 | <p>冷熱交換槽はブロック積みで、熱交換資材には杉の葉を用い上部から散水する方法を検討した。</p> <p>ハウスはビニルの上を遮光寒冷紗で覆い、送風機は穀物乾燥機用ファンを用いた。</p> <p>トルコギキョウのロゼット化防止の可能性を検討した。</p> | <p>杉の葉を充填する方法では散水によって下部が密になり、上部に隙間を生じるため通気が不均一となり、代替え資材の検討が必要。</p> <p>トルコギキョウを試作し、一部にロゼット株が見られた。</p> |
| 1993年 | <p>前年の横型ブロック製に加え、立型鋼板製の冷熱交換槽を設け、各50㎡のハウスを設置して比較検討した。</p> <p>熱交換資材は杉の葉にかえて、池等のろ過用として市販されている化繊ろ材の使用を試みた。</p> | <p>冷熱交換槽は両方式とも冷房効果が得られた。化繊ろ材は通気の均一性、耐久性等から判断し、熱交換資材として適することが判った。</p> <p>ロゼット株は立型鋼板製の施設で育苗した区が15%程度発生した。ファンは单相を使用しており、風量の少ないのが主な原因と思われた。</p> |
| 1994年 | <p>ハウス、冷熱交換槽は前年の50㎡ハウス2棟を用い、ハウスは外張りにビニル、内張りに遮光資材を展張する2層構造に変更して検討した。ファンを3相200V、羽根径50cmに取り替え、1.5～2倍の風量とした。</p> <p>現地実証試験（栽培委託；1戸7a）を開始した。</p> | <p>2方式のハウスともロゼット株は見られず、ほぼ実用性のある冷房能力が得られた。</p> <p>普及性を考慮し、大型施設の検討が必要と思われた。</p> |
| 1995年 | <p>普及（実用）型としての施設を検討するため、100㎡ハウス1棟を設置して、施設の設置法、その冷房能力等について検討した。</p> <p>現地実証試験（栽培委託；2戸14a）を実施した。</p> | <p>ロゼット化を防止でき普及型として本施設程度の規模が適当と判断した。</p> <p>大型施設の冷房能力を高めるため、遮光率88%で行ったが、苗（特にスターチス・シヌアータ）の生育状態から判断し、やや強すぎると思われた。</p> |
| 1996年 | <p>前年施設100㎡を使用。遮光を内張り1枚に減じた時の日射、温度と苗の生育状況等について検討した。</p> <p>冷熱交換槽の長さ4mと5.2m（ろ材の枚数）の冷房能力について検討した。</p> <p>現地実証試験（栽培委託；2戸14a）を実施した。</p> | <p>施設及び育苗の両面から判断し、遮光率70%程度が適当と考えられた。</p> <p>簡易施設では台風対策が必要である。</p> <p>育苗コスト低減のため、面積当り育苗箱数の増加方法の検討が必要。</p> |
| 1997年 | <p>前年施設100㎡を使用してトルコギキョウを育苗。50㎡ハウスではスターチス・シヌアータを育苗。散水ノズルの目詰まり防止のためろ過槽を設置。406穴セルトレイによる育苗の検討。</p> <p>現地実証試験（栽培委託；2戸16a）を実施した。</p> | <p>強日射時の簡易遮光法の検討。</p> <p>現状の冷熱交換槽やファンの規模・能力規模で、ハウスだけを拡張した時の温度環境と実用性の検討。</p> |
| 1998年 | <p>前年施設100㎡を使用してトルコギキョウを育苗。ハウスを150㎡に増設した場合の冷房能力調査。</p> <p>防風ネットの設置（柱は間伐材を石垣に固定）クーラー設置型育苗ハウスの環境調査実施。</p> <p>現地実証試験（栽培委託；2戸17a）を実施した。</p> | <p>150㎡増設ハウスの育苗全期間を通しての冷房能力調査。</p> <p>湧水利用冷房施設の栽培面での利活用の検討と効果。</p> |

表3 年次別試験施設・装置の概要

| 項 目 | 1992年 | 1993年(国・降灰対策試験) | | 1994年(国・中山間試験) | |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | (降灰対策予備試験) | 1号冷房施設 | 2号冷房施設 | 1号改良施設 | 2号冷房施設 |
| ①冷熱交換槽 | 横型ブロック | 横型ブロック | 立型鋼板ユニット | 横型ブロック | 立型鋼板ユニット |
| ②槽の大きさ ¹⁾ | 320×120×100 | 320×120×100 | 90×90×180 | 320×120×100 | 90×90×180 |
| ③充填材 | 杉葉 | 化繊濾材 | 化繊濾材+杉葉 | 化繊濾材8層 | 化繊濾材4層 |
| ④送風機 | 乾燥機用ファン | 乾燥機用ファン | 斜流ダクトファン | ダクトファン | ダクトファン |
| ⑤ // (電源・周波数) | 100V・60Hz | 100V・60Hz | 100V・60Hz | 200V・60,40Hz | 200V・60,40Hz |
| ⑥ // (羽根径) | 48cm | 48cm | 30cm | 50cm | 50cm |
| ⑦ // (風量) | 61.8m ³ /min | 61.8m ³ /min | 35m ³ /min | 88m ³ /min | 80m ³ /min |
| ⑧ // (送風法) | ダクト無し | ダクトで分送風 | ダクトで分送風 | ダクト無し | ダクト無し |
| ⑨散水ノズル数 | 樹脂製40個 | 真鍮製35個 | 20個 | 35個 | 20個 |
| ⑩散水量 | 未測定 | 105~ℓ/min | 70~ℓ/min | 105~ℓ/min | 70~ℓ/min |
| ⑪ハウス面積 | 50m ² | 50m ² | 50m ² | 50m ² | 50m ² |
| ⑫冷気導入ハウス構造 | APハウス1層式 | APハウス1層式 | APハウス1層式 | APハウス2層式 | APハウス2層式 |
| ⑬被覆資材の種類 | ビニル, クラクール109 | ビニル, クラクール109 | ビニル, クラクール109 | ビニル, LS-15 | ビニル, ピアレスフィルム |
| ⑭遮光率 | 55% | 56% | 59% | 70% | 78% |

| 項 目 | 1995年(中山間試験) | 1996(中山間試験) | | 1997年(中山間試験) | |
|----------------------|--|--|-------------|-----------------------|--|
| | 普及型施設 | 普及型施設 | (槽のみ拡張) | 1号改良施設 | 普及改良型施設 |
| ①冷熱交換槽 | 横型ブロック | 横型ブロック | 同 左 | 横型ブロック | 横型ブロック |
| ②槽の大きさ ¹⁾ | 400×100×140 | 400×100×140 | 520×100×140 | 320×120×100 | 520×100×140 |
| ③充填材 | 化繊濾材9層 | 化繊濾材9層 | 化繊濾材12層 | 化繊濾材8層 | 化繊濾材12層 |
| ④送風機 | 斜流ダクトファン+ダクトファン | 同 左 | 同 左 | ダクトファン | 斜流+ダクトファン |
| ⑤ // (電源・周波数) | 200V・60Hz | 200V・60Hz | | 200V・60Hz | 200V・60Hz |
| ⑥ // (羽根径) | 50cm 2基 | 50cm 2基 | | 50cm | 50cm 2基 |
| ⑦ // (風量) | 104m ³ +83m ³ /min | 104m ³ +83m ³ /min | | 88m ³ /min | 104m ³ +83m ³ /min |
| ⑧ // (送風法) | ダクト有1, ダクト無1 | ダクト有1, ダクト無1 | | ダクト無し | ダクト有1, ダクト無1 |
| ⑨散水ノズル | 35個 | 35個 | | 35個 | 50個 |
| ⑩散水量 | 137~90ℓ/min | 140~90ℓ/min | | 105~ℓ/min | 140~90ℓ/min |
| ⑪ハウス面積 | 100m ² | 100m ² | | 50m ² | 100m ² |
| ⑫冷気導入ハウス構造 | APハウス2層式 | APハウス2層式 | | APハウス2層式 | APハウス2層式 |
| ⑬被覆資材の種類 | ビニル, LS-15, クラクール109 | ビニル, LS-15 | | ビニル, LS-15 | ビニル, LS-15 |
| ⑭遮光率 | 88% | 70% | 70% | 70% | |

| 項 目 | 1998年(中山間試験) | |
|----------------------|--|-------------------------|
| | 普及改良型施設 | 150m ² 増設ハウス |
| ①冷熱交換槽 | 横型ブロック | 同左 |
| ②槽の大きさ ¹⁾ | 520×100×140 | |
| ③充填材 | 化繊濾材12層 | |
| ④送風機 | 斜流ダクトファン+ダクトファン | |
| ⑤ // (電源・周波数) | 200V・60Hz | |
| ⑥ // (羽根径) | 50cm 2基 | |
| ⑦ // (風量) | 104m ³ +83m ³ /min | |
| ⑧ // (送風法) | ダクト有1, ダクト無1 | |
| ⑨散水ノズル | 50個 | |
| ⑩散水量 | 140~90ℓ/min | |
| ⑪ハウス面積 | 100m ² | 150m ² |
| ⑫冷気導入ハウス構造 | APハウス2層式 | 同左 |
| ⑬被覆資材の種類 | ビニル, LS-15 | |
| ⑭遮光率 | 70% | |

注) ¹⁾長さ×幅×高さ, 単位: cm

とした。

(1) 冷熱交換槽の型式・構造・規模と冷房能力

冷気を作り出す冷熱交換槽は、移動可能な立型鋼板製と固定式の横型ブロック製とを製作して検討した。

立型鋼板製は鉄板で高さ1.8m、縦横各0.9mの方形の槽を作り、天井を張る。中間に化繊ろ材を棚式に4～5枚設置し、上部から散水ノズルで散水する。ファンは槽の側面上部でハウス妻面に取り付け、ファンを稼働させることによって、下部吸気口より外気を取り入れて、ハウス上部から冷気を送り込む方式とした。

冷房能力はハウスの高さとの関係で余り高くすることができないこともあり、後述する横型ブロック製に比べて若干劣るが、水量が少ない場合には適すると思われた。また、鋼板製としたので腐食しやすく、毎年錆落としや塗装等の保守管理を必要とした。その点、以下に述べる横型ブロック製の方が耐久性、管理面等で優れ、普及型として推奨できる。

横型ブロック製は写真1にも見られるように、両側をブロック積み(鉄筋入り)、下部はコンクリート床、上部はコンパネを並べ、上からビニルで覆い気密性を高めた。槽は表3に示すとおり、年次別に大きさを変えて試験した。

当初の50㎡ハウスの場合、長さ3.2m、幅1.2m、高さ1mのブロック槽とした。1995年からは普及型としての施設規模を考慮して、ハウスをそれまでの2倍の100㎡としており、市販のろ材の幅(1m)、ハウス内張りの高さ(1.8m)、上下ファンの取り付け等を考慮し、槽の内幅1m、高さ1.4m、長さを4mと5.2mの場合を比較検討した。

冷熱交換槽の内部に用いる熱交換資材は、当初中山間地資源の活用という面から、杉の葉を充填

して上から散水する方法を試みた。しかし、散水により下部が密になり、逆に上部には隙間ができるため、通気にむらを生じることから不相当と判断した。そこで、写真2に見られるように、池等のろ過用として市販されている化繊ろ材を設置して検討した。荒い化繊毛であるため耐久性があり、通気も均一であることから実用的であると思われた。市販の化繊ろ材は1m×2m、厚さ3～4cmでやや薄いため、あらかじめ径10mm程度の鉄筋で目形の枠を作って被覆針金で固定し、これを45cm間隔に9層または12層立てて設置した。なお、ファンの前1～2層(ろ材)には散水せず、水切り用として設置した。

湧水は落差を利用して50mm塩ビパイプで導き、写真3に見られるように、各ろ材とろ材の中間上部には30mm塩ビパイプをエンドレスに配管し、それに各層間に5個ずつのノズルを上向きに取り付けて散水するようにした。

湧水には小砂や浮遊物が混じっており、ノズルの詰まりを生じたので、時々除去する必要があった。そこで図3のような過槽を取水場所近くに設置したところ、ノズルの詰まりが少なくなり効果的であった。

槽の長さで冷気温度(ファン出口)の関係を図4に示す。槽の長さ4m(化繊ろ材9層、散水ノズル35個)の時と5.2m(化繊ろ材12層、散水ノズル50個)の時の比較では槽の長い方が約1.5℃冷気の温度が低かった。

また、槽の長さ4mと5.2mの時の各層間(ろ材とろ材の中間に水に濡れないようにカバーした熱伝対センサーを取り付けて計測)の温度変化を図5に示す。外気を取り入れてから層間の温度は急速に下がるが、ファン手前では槽の長い方が約1℃低い冷気が得られた。

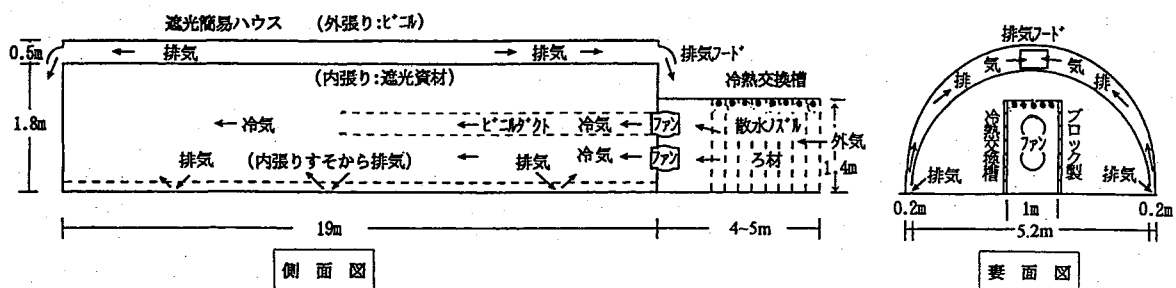


図2 湧水利用簡易冷房施設の模式図(100㎡規模ハウス)

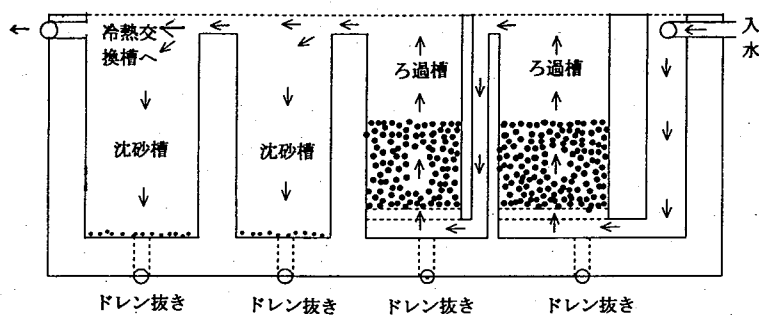


図3 ろ過・沈殿槽

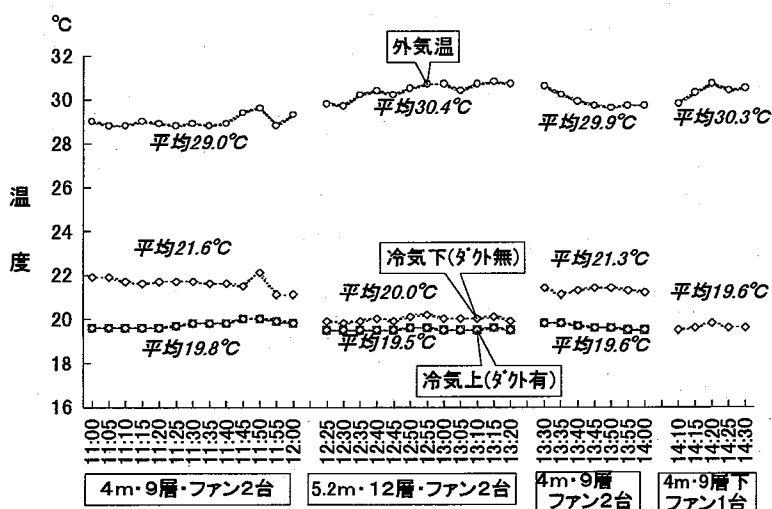


図4 槽の長さ(層数)と冷氣温度の関係(1996.7.17)

さらに、各層間の温度を育苗期間全期にわたり調査し、天候・気温との関係を解析してみた(図6)。期間平均約24°Cの外気を取り入れて⑨層位まで急速に低下し、7層目位から横這い状態となり、ファン手前の層①では17~18°Cの冷氣となっていた。外気温が30°Cをこえる高温時には冷氣の平均温度より約1°C高くなっていた。なお、図5・図6の層①、層②は水切りが必要のため散水はしていない。

以上のことから判断すれば、100m²規模のハウス

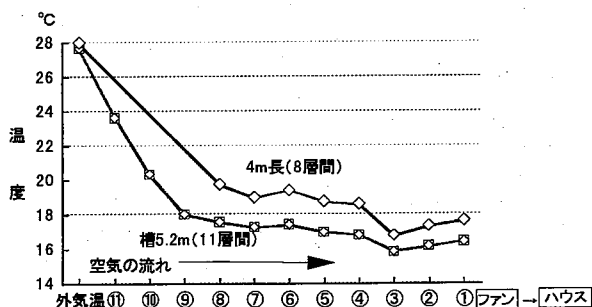


図5 冷熱交換槽の長さ(層数)と層別温度変化(1996.9.5)

では化繊ろ材の枚数は、水切り用を含めて10枚程度、槽の長さは4~5m程度で良いと考えられる。ブロック槽の上部は当初、コンパネでふたをしてビニルで覆う程度で行ったが、ハウスに近い層間には散水していないこともあり、温度が上昇する傾向が見られた。そこで、ブロック槽とファン取り付け板等の隙間はコーキングを行い、ブロッ

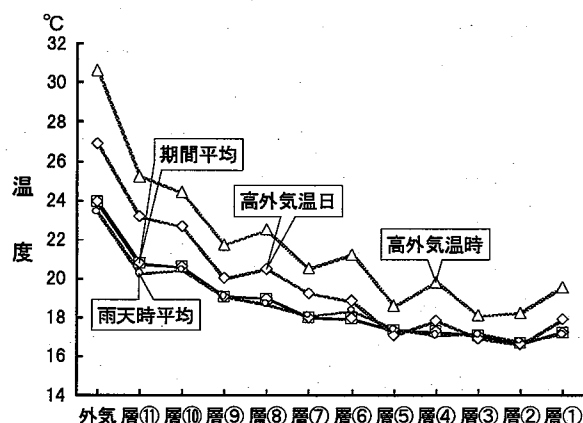


図6 天候(外気)条件と層別温度変化(1998)

表4 簡易冷房施設の水量と冷気温度

| 区 別 | 外気温度① | 冷気温度② | ①-② |
|------------|-----------|-----------|-----|
| 水量127ℓ/min | 30.9±0.36 | 22.2±0.34 | 8.7 |
| 〃 93ℓ/min | 31.9±0.29 | 23.0±0.37 | 8.9 |
| 〃 77ℓ/min | 31.0±0.18 | 23.3±0.36 | 7.7 |

注) 1995年8月3日(晴), 平均値±標準偏差(°C)
ハウス50m², 風量:113m³/min(60Hz), 水温:16.5°C

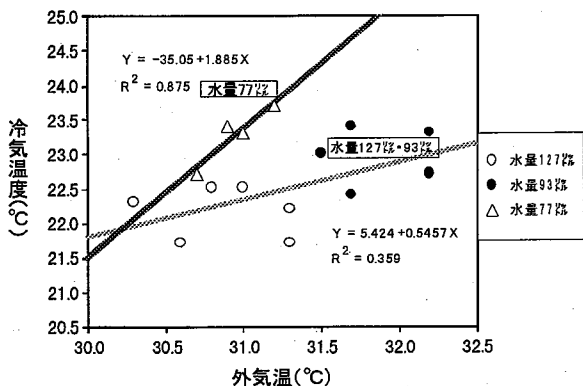


図7 水量と外気・冷気温度との関係

ク槽上部にビニベットの固定してビニルとの気密を保った結果、温度上昇が少なくなった。

簡易冷房施設に必要な水量は、散水ノズルの規定水量を満たし、45cm間隔に立てて設置した化繊ろ材を、十分濡らすだけの水量があればよいと考えられたが、実際に水量と冷気温度を測定してみた。

水量を3段階に変えながら、その時の冷気の温度を測定し、外気温度から差し引いて求めると表4のとおりである。水量77ℓ/minの時より93ℓ/minと127ℓ/minの時が、約1°C冷却能力が高くなっており、水量は出来るだけ多い方がよいといえるが、50~100m²程度の施設では、90ℓ/min余りの水量があれば良いと思われた。また図7からも水量が少ない77ℓ/minの方が、冷却能力が低いと判断された。

水量の目安としては、直径50mmパイプを満たして流れる程度の水量と言うことができ、この時の散水状態も良好であった。

(2) 送風機の種類・能力及び設置方法

ファンは試験開始時の50m²ハウスの場合には、100V・単相、羽根径48cmの穀物乾燥用や100V・単相、羽根径30cmの斜流ダクトファンを用いて検討したが、風量はそれぞれ61.8m³/minと35m³/minであった。この時トルコギキョウを育苗し、ロゼツ

ト株が一部に見られたことから、風量が不足していることが冷房能力不足の一番の原因と判断した。

1994年からは風圧型(三相・斜流(軸流型)ダクトファン、羽根径50cm, モーター内蔵)を用い、ハウス面積が50m²の場合は1基, 100m²の場合は2基を設置することで十分であると思われた。50m²ハウスで、羽根径50cmのファンを用いる場合には1基を設置すれば十分と思われたが、日射の無い夜間や雨天時には、風量をさらに少なくしてもよいのではないかと考え、通常は60Hzで送風しているものを、インバータを用いて、40Hz程度にまで周波数(風量)を落とす方法について検討した。その結果、日射の少ない時間帯では風量を落としても冷房能力は十分得られ、省エネルギー的であると考えられる。ところが、インバータによるAMラジオノイズが発生した。このためラジオノイズフィルターを取り付ける等の対策を講じたが効果が少なく、近くに民家がある場合には注意が必要である。

インバータを用いて30Hzから70Hzまで周波数を変えながら、その時のファンの風量と冷気及びハウス内温度を調査した結果を図8に示す。風量を多くすると冷気温度は上昇し、30Hzの時より70Hzの時は2.4°C高かった。一方、ハウス内温度は逆に3.3°C低下した。このことは、風量を増やすと槽の中で熱交換する時間が短くなり、得られる冷気の温度は上昇する。一方、ハウス内には光のかたちで入り込んで、ハウス内温度が上昇するが、冷気温度は若干高くても、風量を多くした方がハウス内温度を低くできることが明らかになった。

ハウス面積が100m²の場合は、ファン2基を上下に設置し、下部ファン1基はダクトなしで常時運

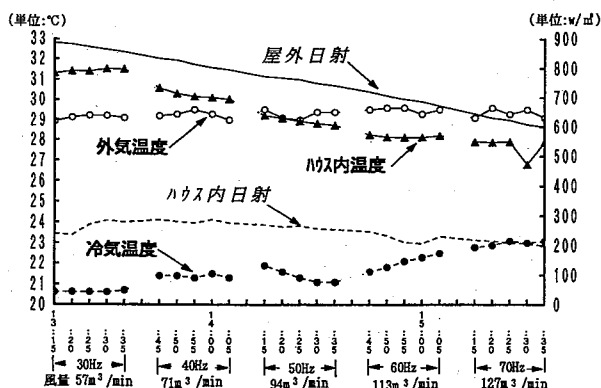


図8 風量と冷気およびハウス内温度

転とし、上部ファンにだけ中央付近までビニルダクトを取り付けるとともにサーモスタットを取り付けた。この方法により、インバーターの設置も必要とせず、25℃程度に設定しておけば、強日射・高温時には稼動し、夜間・雨天時等には停止するので電力の節減が得られることになる。

また、上部ファンにダクトを取り付けることにより、サーモが働いて上部ファンが停止し、下部ファンだけ稼動している時、ダクトがしぼむので槽への逆流を防ぐ効果も得られた。

なお、冷房機設置型施設にも言えることであるが、ハウスは締め切った状態で冷房しているので、停電等によるトラブルにも注意を要する。本試験では住居の近くであり使用しなかったが、離れた場所においても、温度等の異常発生、停電の発生等を電話回線を通じて通報する装置等も市販されているので、遠隔の場合は導入を考える必要がある。

(3) 遮光簡易ハウスの構造と冷房能力

冷気を取り入れるハウスは、間口5.6mのアーチパイプ式とし、当初はビニルの上から遮光寒冷紗(クラクール109)で覆う方法で行い、遮光率は60%弱であった。

排気はハウス裾部から直接外へ排出する方式とした。しかし、トルコギキョウに一部ロゼット化株がみられ、冷房能力が不足していると思われた。そこで、図3の模式図に示すように、外張りにビニルを、内張りに通気性の少ない遮光資材を展張する2層構造とし、内張りの両裾は10~15cm程度隙間を明け、両妻上部には排気フードを設ける構造のハウスを製作して検討した。

この構造の場合、ハウス内に取り込んだ冷気は

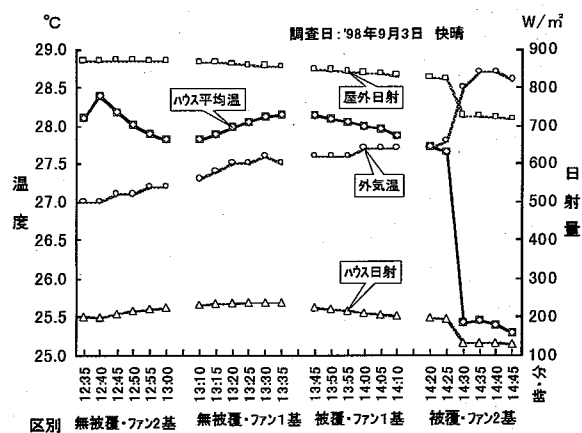


図9 遮光・風量の違いとハウス内温度

内張り内部を冷却した後、内張りの裾部を通り、2層間の温まった空気を追い出したかたちで、両妻上部の排気フードから排出することになり、実用性が高いと考えられる。

ハウス内の遮光率は、1995年は88%、1996年は70%で、いずれもロゼット化を回避できたが、苗の生育状態から判断して70%程度が適当と思われた。特にスターチス・シヌアータの苗質は、1995年の88%遮光の時は若干徒長・軟弱ぎみであり、70%遮光でハウス内日射量が多かった1996年の方が良好と見受けられた。

これまでの70%遮光に加えて、高温・強日射の時間帯にのみ、遮光資材(クラクール109)をもう1枚加えることで省エネにつなげるのではないかと考え、被覆の効果と実用性について検討した(図9)。遮光を強くすることでハウス内温度は若干下がった。しかしファン2基を稼動させて、風量を増加させた方が降温効果が高い結果が得られた。したがって、遮光のための資材・装置や費用、あるいは閉閉のための手間等を考慮すれば、設定温度を下げてファンの稼動時間を長くした方が得策と考えられた。

遮光資材は、試験期間の大部分をLSスクリーンを用いたが、比較のためピアレスフィルムに張り替えてハウス内の温度等を測定比較した(図10)。ピアレスフィルムはLSスクリーン(LS-15)に比べて通気性が無く、遮光度がわずかに強く、光の反射も強いが、ハウス内温度には差が見られなかった。したがって、いずれも遮光資材として使用できると思われた。

本試験では、低コストを追求することからAP

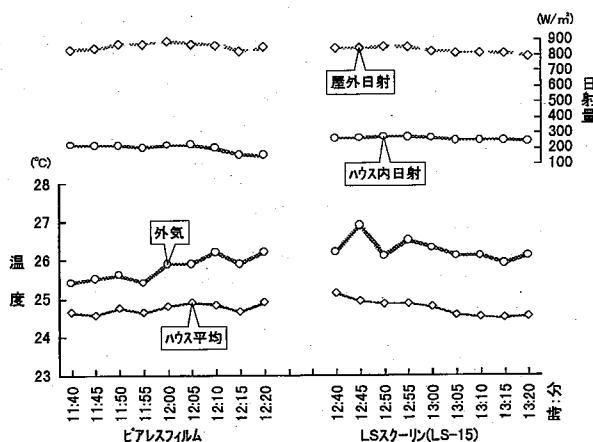


図10 遮光資材別ハウス内温度比較(1997.9.10)

ハウスとしたが、台風・強風の被害を考慮しなければならない。特に、本方式を補助事業等を活用して設置する場合、硬質板フィルムを展張した補強型施設や防風対策を考慮する必要がある。また、1棟の面積はある程度広い方が効率的で、200～300㎡程度ある方が望ましいと思われる。この場合、硬質板フィルムを展張した切妻屋根で、ハウス幅も8m前後とし、冷熱交換槽と出入口は2カ所、両妻部にクロスさせて設置すれば、ハウス内温度の均一性、施設の強度、コスト、管理面等から得策と考えられる。

2) 育苗期間の環境条件

冷房施設としての能力を判断するため、毎年の育苗期間の温度・日射量等環境の調査を行い、また本施設で夏期時にトルコギキョウ等の育苗を行い、ロゼット化の割合等（第2報）を参考にしながら、施設の能力を判断した。さらには、クーラー設置型育苗施設の環境調査や育苗調査も行い、湧水利用試験施設と比較検討したが、その結果を以下に述べる。なお、水温は取水場所や時期で若干異なったが、平均して約15℃であった（表5・注）。

(1) 育苗期間の温度・日射量

育苗期間の年次別温度環境を表5に示す。外気温が平均24～25℃程度の時、ハウス内は平均21℃前後であり、外気に比べてハウス内温度は平均し

て3～4℃低めであった。昼夜別では、昼間は最高で外気温を越えることもあったが、ほとんどが外気温以下であった。夜間はほとんどが下部ファンのみの稼働であったが、外気温より平均して約4℃低めであった。

年次別育苗期間の時間帯別ハウス内平均温度を図11に、時間帯別日射量を図12に示す。日射量は13時頃がピークとなっており、平均では500～600W/m²（時平均）で、最高は1000W/m²を越える時間帯があった。ハウス内温度は日射量との関係が大きく、いずれも12～15時が高くなっている。日没からは20℃を下まわり、深夜には冷気温度に近づき18℃近くまで下降する。ハウス規模を100㎡とした1995年と1998年はハウス内平均温度が同じ21℃であるが、日中は1995年が2～3℃低い。このことは、1995年が遮光率88%と強いこと、1998年がサーモ設備不良のため、一時期上部ファンを手動で行ったため、稼働不足によるものと思われる。逆に夜は1998年が約1℃低い。このことは冷熱交換槽の長さを4mから5.2mに長くしたこと、槽の気密を高めたことによるものと考えられる。

ハウス内の温度分布を図13に示す。ファンの前から風道にあたる中央部分の温度が低く、ハウス手前左右が約1℃高い。なお、内張り内の高低別温度の調査では、上下間にほとんど差がみられなかった。

農試に設置した夜冷育苗施設と、湧水利用簡易

表5 育苗期間の温度環境（℃）

| 年度 | 測定場所 | 全 期 間 | | | 昼 間 | | | 夜 間 | | | 備 考 (調査期間等) |
|-------|--------|-------|--------------------|------|------|--------------------|------|------|--------------------|------|----------------|
| | | 平均 | 最高 | 最低 | 平均 | 最高 | 最低 | 平均 | 最高 | 最低 | |
| 1994年 | 屋 外 | 24.6 | 34.9 | 11.8 | 26.5 | 34.9 | 13.3 | 22.7 | 28.8 | 11.8 | 6/13～8/8 |
| | 1号改良施設 | 20.4 | ¹⁾ 27.7 | 14.4 | 22.1 | ¹⁾ 27.7 | 15.2 | 18.5 | 21.0 | 14.4 | |
| | 2号冷房施設 | 21.4 | ¹⁾ 30.6 | 14.4 | 23.8 | ¹⁾ 30.6 | 15.4 | 18.5 | 20.9 | 14.4 | |
| 1995年 | 屋 外 | 24.8 | 33.6 | 15.9 | 26.1 | 30.6 | 19.0 | 23.3 | 26.8 | 16.6 | 6/21～8/30 |
| | 普及型施設 | 21.0 | 30.4 | 15.3 | 22.5 | 25.8 | 18.6 | 19.2 | 22.0 | 16.1 | |
| 1996年 | 屋 外 | 23.8 | 34.7 | 15.5 | 25.1 | 34.7 | 16.3 | 22.4 | 28.1 | 15.5 | 6/1～8/31 |
| | 普及型施設 | 20.6 | ²⁾ 36.0 | 15.4 | 22.5 | ²⁾ 36.0 | 15.9 | 18.5 | ²⁾ 27.3 | 15.4 | |
| 1997年 | 屋 外 | 23.6 | 32.7 | 14.1 | 25.0 | 32.2 | 15.9 | 22.1 | 27.1 | 14.3 | 6/11～8/26 |
| | 普及改良型 | 20.7 | 31.9 | 15.1 | 22.7 | 30.6 | 15.9 | 18.4 | 21.7 | 15.1 | |
| 1998年 | 屋 外 | 24.5 | 31.4 | 15.5 | 25.4 | 31.4 | 16.1 | 22.9 | 26.6 | 15.5 | 6/11～9/14 |
| | 普及改良型 | 21.0 | 33.2 | 15.4 | 23.3 | 33.2 | 16.1 | 18.3 | 20.8 | 15.4 | |

注) ① ¹⁾はインバータを使用して、終日40Hzで送風した時のデータ（通常は60Hzで送風） ② ²⁾は8月13日台風12号襲来時（無被覆、無送風） ③平均水温は1994年度は1号改良施設15.7℃、2号冷房施設15.0℃、1995年は15.1℃、1996年は14.9℃、1997年15.0℃、1998年15.0℃ ④昼間は7～19時、夜間は20～6時のデータを集計。

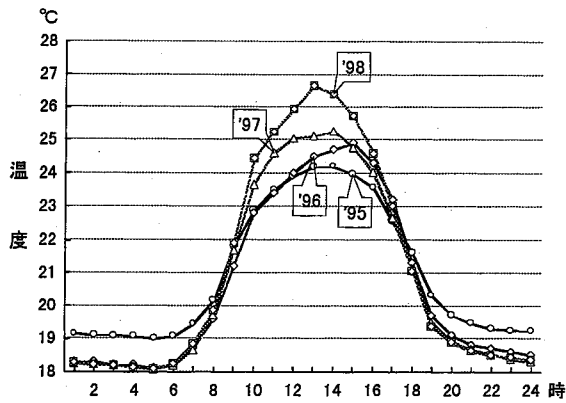


図11 育苗期間の時間帯別平均温度

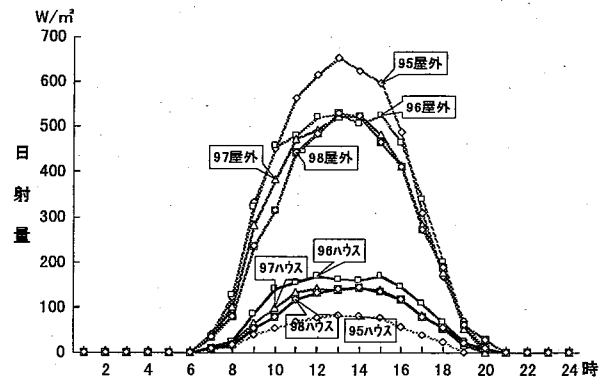


図12 育苗期間の時間帯別日射量の推移

冷房施設の温度条件について比較した(図14)。調査期間の平均温度は21.5°Cで全く同じであったが、夜冷育苗施設は夜間のみの冷房としており、夜間平均では14.2°C、最低8°C位まで低下したが、逆に昼は平均28°C、最高43°C位まで上昇した。トルコギキョウでは35°Cを越えると、ロゼット化しやすいと言われており、この点では夜冷施設の欠点と言える。実際、スターチス・シヌアータの育苗・栽培栽培試験(1995年)でも、夜冷施設よりも最高温度が30°C余と低くなっている湧水利用簡易冷房施設の方が、春化処理効果が高かった。

実証農家が別に所有するクーラー設置型育苗ハウス2カ年の温度環境を表6に示す。1997年の平均温度は19.4°Cで、湧水利用施設より1.3°C低かったが、1998年はほぼ同じであった。

また、クーラー設置型施設と湧水利用施設の、育苗期間における時間帯別温度・日射量について図15に示す。クーラー設置型施設は、遮光率約76

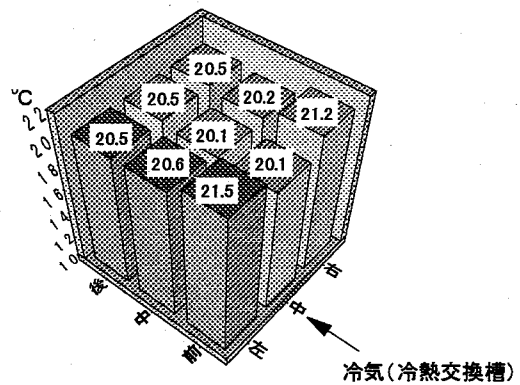


図13 育苗ハウス内の温度分布(1998)

%で湧水利用施設の70%よりわずかに強く、風量はクーラー2基で380m³/min(180m²)、湧水利用施設は187m³/min(100m²)であり、同面積換算ではクーラー設置型施設の方が若干多かった。昼夜別のハウス内温度比較では、クーラー設置型施設の方が昼間は約2°C高く、夜間は約2°C低かった。

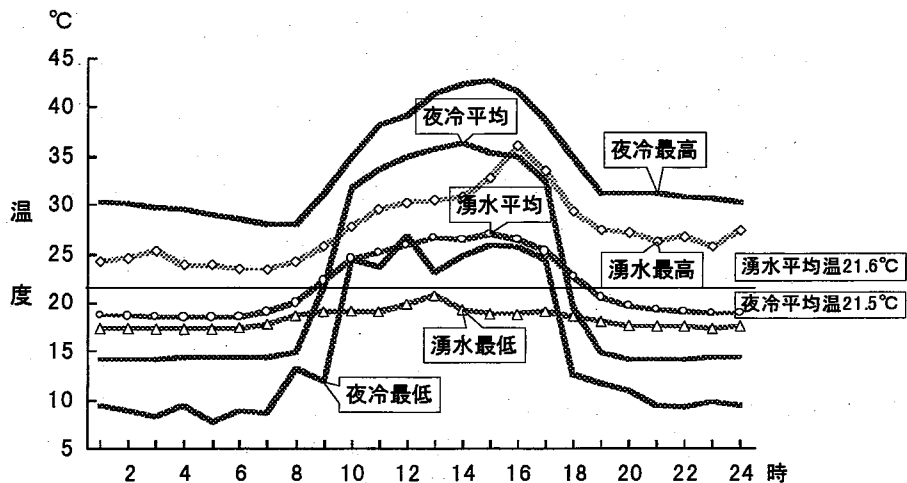


図14 湧水簡易冷房施設と夜冷育苗施設の時間帯別温度(1996)

表6 クーラー設置型ハウスの温度環境

| 年度 | 測定場所 | 全 期 間 | | | 昼 間 | | | 夜 間 | | | 備 考 (調査期間等) |
|-------|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| | | 平均 | 最高 | 最低 | 平均 | 最高 | 最低 | 平均 | 最高 | 最低 | |
| 1997年 | 屋 外 | 25.2 | 33.7 | 16.8 | 26.9 | 33.3 | 19.0 | 23.3 | 27.0 | 17.1 | 6/11~8/20 |
| | クーラー設置ハウス | 19.4 | 26.7 | 14.9 | 22.8 | 26.7 | 15.8 | 15.9 | 19.7 | 14.9 | |
| 1998年 | 屋 外 | 25.8 | 35.0 | 18.2 | 27.3 | 35.0 | 19.5 | 24.2 | 28.4 | 18.2 | 6/13~8/31 |
| | クーラー設置ハウス | 21.3 | 35.7 | 14.8 | 25.2 | 35.7 | 15.9 | 16.8 | 23.6 | 14.8 | |

注) 施設, 場所; 島原市, シクスライトハウス約180m², 内張りは2重で, 内側にサニーコート, 外側に黒寒冷紗を展張。遮光率: 約76%, 風量: クーラー2基で約380m³/min, 設定温度: 昼間23~24°C, 夜間15°C。

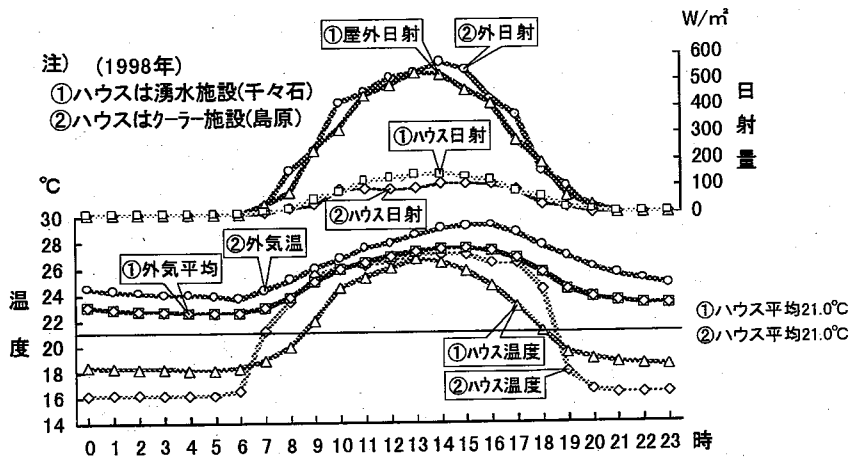


図15 湧水施設とクーラー設置型施設の環境条件

(2) 増設ハウスの冷房能力と実用性

1998年育苗試験終了後の9月, さらにコスト低下を考えて, 冷熱交換槽やファンの規模は変えないで, 遮光ハウスのみを1.5倍に増設した場合, つまり, 長さ9mを増設して150m²とした場合の冷房能力について検討した。表7には調査データの中から, 日射量が似かよった日を2日ずつ選んで比較し, 図16にはその2日間の平均値をグラフに示した。上部ファンの設定温度を従来同様25°C位にした場合は, これまでよりハウス温度は上昇傾向を示した。しかし, 設定温度を20°C位まで下げ, ファンの稼動する時間を長くすることにより, ハウス内温度は低下傾向を示した。したがって, これまでのハウス内平均温度であった約21°C程度の冷房能力は得られるものと思われる。今後, 育苗全期間の調査が必要である。

3) 湧水利用簡易冷房施設によるトルコギキョウ等の夏期冷房育苗効果

簡易冷房施設では環境調査を行うと共に, トルコギキョウとスターチス・シヌアータを育苗・栽培

して施設の冷房能力を判断した。施設の開発当初は, 冷熱交換槽のろ材やファンの能力が不十分なこともあって, トルコギキョウの場合冷気が直接当たるところは良いが, 育苗場所によってロゼット株が見受けられるところがあり, 冷房能力が不足していると思われる。

1994年頃からは, 主として冷熱交換槽の改善, 風量の増加, 遮光率を高めたこと等によりロゼット株がほとんど見られなくなり, 改良の効果が表れた。また, スターチス・シヌアータでもディバーナリーゼーション回避の効果が確認された。

トルコギキョウの場合, 写真3のような方法で, 早生・中生品種を用いて6月上旬~下旬を目安に播種し, 育苗期前半は底面給水方式, 後半は上部灌水で行い, 約6~8週間, 本葉2対半迄育苗することによって, ロゼット化を回避できるまでになったことから, 夏期冷房育苗施設として十分な能力が認められた。

本試験では, 栽培面での利用については検討しなかったが, ファレノプシスやシクラメン等の鉢物栽培の利用が考えられる。特にファレノプシス

表7 ハウス面積を100㎡から150㎡に増設した場合の冷房能力比較

| 区 別 | ハ ウ ス 内 温 度 (°C) | | | | | | | | | 屋外日射* (W/㎡) |
|-------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| | 昼MAX | 昼MIN | 昼AVG | 夜MAX | 夜MIN | 夜AVG | MAX | MIN | AVG | |
| 100㎡; 25°C① | 31.8 | 19.4 | 25.7 | 20.2 | 18.8 | 19.6 | 32.0 | 18.7 | 22.9 | 874 |
| 〃 ; 〃 ② | 30.8 | 18.2 | 25.8 | 19.1 | 17.8 | 18.4 | 30.8 | 17.7 | 23.0 | 846 |
| 150㎡; 25°C① | 32.4 | 17.9 | 26.5 | 19.5 | 17.6 | 18.2 | 32.5 | 17.5 | 22.7 | 736 |
| 〃 ; 〃 ② | 30.8 | 16.9 | 24.4 | 17.6 | 15.8 | 16.7 | 30.6 | 15.8 | 20.9 | 800 |
| 150㎡; 20°C① | 31.4 | 18.0 | 25.4 | 19.6 | 17.0 | 17.9 | 33.1 | 17.0 | 22.0 | 685 |
| 〃 ; 〃 ② | 32.9 | 18.4 | 26.2 | 19.5 | 17.9 | 18.4 | 33.2 | 17.9 | 22.6 | 796 |

| 区 別 | 外 気 と ハ ウ ス 内 温 度 差** (°C) | | | | | | | | |
|-------------|----------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | 昼MAX | 昼MIN | 昼AVG | 夜MAX | 夜MIN | 夜AVG | MAX | MIN | AVG |
| 100㎡; 25°C① | 2.0 | -4.0 | -1.2 | -4.7 | -4.7 | -4.7 | 2.2 | -4.6 | -2.8 |
| 〃 ; 〃 ② | 1.3 | -3.5 | -1.1 | -5.6 | -4.4 | -4.7 | 5.6 | -4.0 | -2.2 |
| 150㎡; 25°C① | 1.3 | -4.5 | -1.7 | -6.1 | -4.4 | -5.1 | 1.1 | -4.3 | -3.3 |
| 〃 ; 〃 ② | 4.4 | -2.8 | 1.1 | -4.7 | -2.8 | -3.4 | 4.4 | -2.3 | -1.0 |
| 150㎡; 20°C① | 0.0 | -4.8 | -3.3 | -5.8 | -4.9 | -5.8 | 0.7 | -4.4 | -4.4 |
| 〃 ; 〃 ② | 0.8 | -4.2 | -2.7 | -5.3 | -4.3 | -4.7 | 1.1 | -4.3 | -3.7 |

注) (1)㎡; °Cはハウス面積: 上ファンのサーモ設定温度 (2)100㎡; 25°C①は8月19日, 同②は8月22日, 150㎡; 25°C①は9月15日, 同②は9月16日, 150㎡; 20°C①は9月19日, 同②は9月20日に測定 (3)昼は7~19時, 夜は20~6時のデータを集計(4) *は最高時の平均 (5)**はハウス内温度-外気温

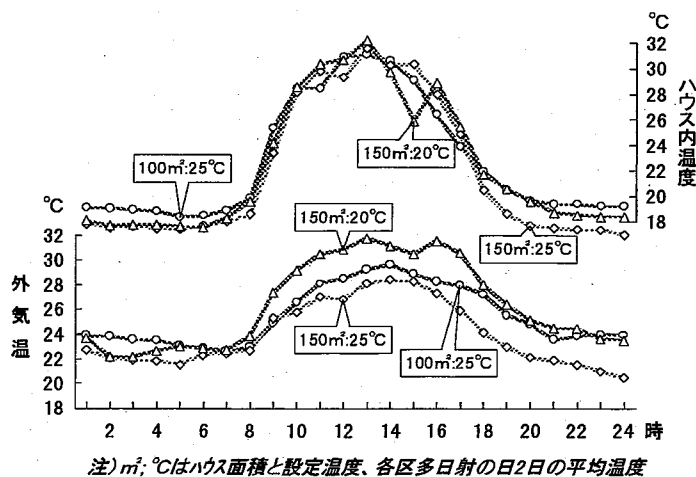


図16 ハウス増設時の外気温とハウス内温度

は遮光を強めてよいので，現方式のハウス内に簡易ベンチを設置する方法で栽培可能と思われ，可成りの低コスト化が期待される。

4) 電気配線工事及び電力料金の取扱いと電力使用量 (料)

電気配線工事については，電源を必要とする施設設置場所までの配電線や，引き込み線及びメーター計は九州電力(株)負担で設置できる。利用者は施設内への配線，小柱等の設置に要する費用を負

担すれば良いことになる。

電力料金の取扱いについては，本試験のように1kW位の送風機を設置する場合，低圧電力適用(50kWまで)となるので，1kWの固定契約を締結する。

電力料金は表8のとおり基本料金と電力量料金を支払うことになる。但し，電力使用量がゼロの月は基本料金は1/2となる。(以上は九州電力株式会社からの印刷物及び聞き取りによる)

今，仮に，100㎡程度の育苗ハウスに，500W位のファン2基(計1kW)を設置し，6~8月の3

表8 低圧電力料金表（九州電力株式会社）

| 区 分 | 季 別 | 単 位 | 料 金 |
|-------|------|-------|----------|
| 基本料金 | — | 1 kW | 920円.00銭 |
| 電力量料金 | 夏 季 | 1 kWh | 14.00 |
| | その他季 | 〃 | 12.70 |

注) 平成10年2月改訂, 夏期は7, 8, 9月

カ月間稼動した場合の電力料金を試算してみると次のとおりである。

○基本料金（年間）

$$920(\text{円}) \times 3(\text{月}) = 2,760(\text{円}) \dots\dots\dots \text{使用した月分}$$

$$920(\text{円}) \times 9(\text{月}) \div 2 = 4,140(\text{円}) \dots \text{使用しない月分}$$

○電力量料金

$$6 \text{月分 } 1 \text{ kWh} \times 24(\text{時}) \times 30(\text{日}) \times 12.7(\text{円}) =$$

$$720(\text{kWh}) \times 12.7(\text{円}) = \underline{9,144(\text{円})}$$

7月, 8月分

$$1 \text{ kWh} \times 24(\text{時}) \times 31(\text{日}) \times 2(\text{月}) \times 14.0(\text{円})$$

$$= 1,488(\text{kWh}) \times 14.0(\text{円}) = \underline{20,832(\text{円})}$$

$$\text{消費税}(9,144 + 20,832) \times 0.05 = 1,843(\text{円})$$

◎電力料金合計 38,719(円)

◎電力使用量合計 2,208(kWh)

本試験施設の場合, 日射量の無い夜間や少日射

時はサーモスタットが働いて1基だけの稼動となっているので, 実際は上記計算額より少なくて良いことになる。

ちなみに, 1996年の試験施設で, 550Wと400Wのファン2基を94日間(5月28日~8月30日)稼動させた時の電力使用量は, 1,729kWhであった。

また表6で温度環境を示したクーラー設置型ハウス(180㎡)の1998年の6~9月の電気代は約215千円で, 湧水利用施設(100㎡)の電力使用量は約1800kW/hで, 電力料金は約29千円であった。

5) 湧水利用簡易冷房施設の資材・費用及び育苗コスト

本施設は冷熱交換槽をブロック積みとし, ハウスは市販のアーチパイプを切って, 管理に差し支えない程度に低くした, 比較的簡単な構造であるため, 生産者による製作が可能である。

試験施設の建設に要した資材の種類や費用は表9のとおりで, 100㎡の遮光ハウスと冷熱交換槽を含めて約628千円であった。内訳は, 冷熱交換槽が187千円で全体の約30%, 遮光ハウスが141千円で約22%, 電気機材類が271千円で約43%であった。

表9 湧水利用簡易冷房試験施設の主な設置資材と所要経費（試験ハウス面積：100㎡）

| 資 材 名 | | 金 額 | 割 合 | 備 考 |
|-------|---|----------|------|---|
| 冷熱交換槽 | ブロック, 砂, 採石, セメント, 排水パイプ | 29,500円 | 4.7% | 長さ4m, 幅1m, 高さ1.4m 市販品を1m×1.4mに切って鉄筋枠に取付 取水塩ビパイプ50mm, 散水パイプ30mm・ノズル35個 左官, 給水・散水管工事見積 5日×10,000円 |
| | 化繊ろ材, 取付枠, Lアングル | 55,100 | 8.8 | |
| | パイプ, バルブ, ソケット, 散水ノズル等 | 51,900 | 8.3 | |
| | 工事費 | 50,000 | 8.0 | |
| | 小 計 | 186,500 | 29.7 | |
| ハウス | 外張り用アーチ・直管パイプ, 金具類 | 81,000 | 12.9 | 間口5.6m, 長さ19m, 高さ2.3m 高さ1.8m, パイプ間隔1m ハウス組立工事見積 1日×10,000円 |
| | 内張り用アーチ・直管パイプ, 金具類 | 26,100 | 4.2 | |
| | ドアセット | 23,400 | 3.7 | |
| | 工事費 | 10,000 | 1.6 | |
| | 小 計 | 140,500 | 22.4 | |
| 電気機材類 | 斜流ダクトファン ¹⁾ , ダクトファン ²⁾ | 176,000 | 28.0 | 3相200V, 550W ¹⁾ と400W ²⁾ , 羽根径50cm 3芯(5.5sq)線 120m ブレーカー, マグネットスイッチ, サーマルリレー, サーモ, プラボックス 電気・機械工事見積 1日×10,000円 |
| | 送電ケーブル | 46,000 | 7.3 | |
| | スイッチ, 安全器, 温度センサー, 収納箱等 | 38,700 | 6.2 | |
| | 工事費 | 10,000 | 1.6 | |
| | 小 計 | 270,700 | 43.1 | |
| 消 費 税 | | 29,900 | 4.8 | |
| 合 計 | | 627,600円 | 100% | |

表10 湧水利用簡易冷房施設によるトルコギキョウの育苗経費（試験施設：100㎡）

| 費 目 | 288穴トレイ使用の場合 | | | 406穴トレイ使用の場合 | | |
|-----------|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| | 金 額 | 1 本 当 | 割 合 | 金 額 | 1 本 当 | 割 合 |
| 資 材 費 | 368,800円 | 4.34円 | 57.4% | 426,100円 | 3.77円 | 60.7% |
| 水 道 光 熱 費 | 28,000 | 0.33 | 4.4 | 28,000 | 0.25 | 4.0 |
| 労 務 費 | 115,000 | 1.35 | 17.9 | 115,000 | 1.02 | 16.4 |
| 諸 雑 費 | 10,000 | 0.12 | 1.6 | 10,000 | 0.09 | 1.4 |
| 減 価 償 却 費 | 89,800 | 1.06 | 14.0 | 89,800 | 0.79 | 12.8 |
| 消 費 税 | 30,600 | 0.36 | 4.8 | 33,400 | 0.30 | 4.7 |
| 合 計 | 642,200 | 7.55 | 100 | 702,300 | 6.22 | 100 |

注) ①育苗可能トレイ数は348枚 ②育苗前半は底面給水方式 ③288穴使用の場合は成苗率85%で85,000本育成，406穴使用の場合は成苗率80%で113,000本育成として算出 ④資材費：遮光資材3年，水稻育苗箱5年，角材・板2年使用，種子，用土，肥料，トレイ，ビニル(被覆用と給水槽用)は単年使用として算出。⑤水道光熱費：低圧電力適用，使用量1,440kWh ⑥労務費：播種・管理・給水槽作り・ビニル張替等，1,250円/時で見積 ⑦減価償却費：耐用年数は冷熱交換槽・ハウス8年，電気器具・機材5年で算出

湧水利用簡易冷房施設によるトルコギキョウの育苗経費を表10に示す。遮光ハウス100㎡規模の場合，288穴プラグトレイを用いて播種し，給水槽を設けて育苗期前半を底面給水する方式で，約350枚が育苗可能である。育成率を85%とした場合約85千本の苗が育成でき，本圃面積の20 a 余分に相当する。

育苗経費の内訳は，資材費が約369千円で全体の約57%を占めるが，中でも種子代が約30%と多くを要する。水道光熱費は電気料が28千円で全体の4.4%と少なかった。労務費は11.5日分を見積もり115千円で約18%，減価償却費は約90千円で14%，費用合計は約642千円であった。1本当たりでは約7.6円の生産原価となり，栽培者が育苗から行うとすると，市販苗を購入する場合に比べて約1/4となる。

1997年より施設の有効利用面を考慮し，406穴ト

レイ（深さ35mm）について検討した（第2報）。その結果，苗の生育を良くし，老化苗にならないように適期定植すれば，利用可能であるという試験結果が得られた。この場合，本圃約28 a 分の育苗が可能となり，その分種子代は増加するが，約6.2円/本にまで低減できることになる。

トルコギキョウの経営調査事例では，購入苗に依存する場合，種苗費が40%を超えていた。今仮に植え付け本数を40,000本/10 a とし，購入苗を30円/本，湧水利用施設育成苗を7.5円/本とした場合では，種苗費だけで約90万円の差となり，経営的に大きなプラスとなる。

他に考えられるコスト低減方策としては，夏場での施設の利用は2回転が可能である。また，表7，図15に示したように，ファン等はそのままの能力規模で，ハウスだけを150㎡にできる可能性があることから，さらに育苗コストの低下が期待で

表11 冷房機設置型施設によるトルコギキョウの育苗経費

| 費 目 | 金 額(円) | 1 本 当 | 割 合 | 備 考 |
|-----------|-----------|-------|-------|----------------|
| 資 材 費 | 680,100円 | 4.25円 | 31.8% | 種子・用土・肥料・トレイ等 |
| 水 道 光 熱 費 | 460,000 | 2.88 | 21.5 | 電気・水道料 |
| 労 務 費 | 274,400 | 1.71 | 12.8 | 播種・管理雇用，700円/時 |
| 通 信 費 | 3,000 | 0.02 | 0.1 | |
| 雑 費 | 1,000 | 0.01 | 0.0 | |
| 減 価 償 却 費 | 620,000 | 3.87 | 29.0 | 圧縮後の償却(38%補助) |
| 消 費 税 | 101,900 | 0.64 | 4.8 | |
| 合 計 | 2,140,400 | 13.38 | 100 | |

注) ①調査：1996年 ②S育苗センタービニルハウス；面積210㎡(6m×35m)，二重カーテン(LSスクリーンとサニーコート) ③冷房機(中温用エアコン：ダイキンLSDH10J;25260Kcal/h×2台；シロッコファン使用7.5kW/台) ④灌水(デフレクションノズル140コ) ⑤設定温度；6～18時は25°C，18～6時は15°C ⑥育苗本数；160,000本

きる。

比較のため、冷房機を設置したS育苗センターにおけるトルコギキョウの育苗コストについて調査した(表11)。本施設(210m²)は補助事業で建設されており、減価償却費は圧縮後のもので全体

の29%、水道光熱費は約22%と多くを要していた。トルコギキョウを本施設で育苗(1回利用)した場合、合計2,038千円、苗1本当たり生産原価は約13.4円であった。

4. 摘要

1) 中山間地域農業の活性化につなげるため、中山間地の豊富な湧水と、夏期に比較的冷涼な環境を地域資源としてとらえ、湧水利用簡易冷房施設を開発した。また、本施設を利用して、トルコギキョウ等の低コスト夏期冷房育苗技術を確立した。

2) 湧水利用簡易冷房施設は、冷熱交換槽と遮光ビニルハウスで構成する。冷熱交換槽は、横型ブロック製とし、槽の内部には化繊ろ材を10層程度フィルター方式に取り付け、上部は蓋をして気密を保つようにした。

湧水は落差を利用してパイプで導き、各ろ材間上部に設置したノズルでろ材に散水する。遮光ビニルハウスは、外張りにビニルを内張りに遮光資材を展張する2層構造とした。

冷熱交換槽とハウスの間に設けたファンで、外気を槽内に取り込み、ろ材の水と作用させて冷気を作り出し、ハウス内部を冷却する。排気は内張りの裾部から中間層を通り、両妻面上部の排気フードから排出する構造とした。

3) ハウス面積は100m²、遮光率は約70%、約15°C

の湧水を約130 l/min散水し、羽根径50cmのファン2基で風量約180m³/minを送風した場合、外気温が平均約25°Cの時、ハウス内平均温度を約21°Cまで冷房することが可能で、真夏の強日射・高温時でも外気温以下に保つことができた。

4) トルコギキョウでは、早生・中生品種を、6月上旬～下旬を目安に播種し、6～8週間(本葉2対半)まで育苗することによって、ロゼット化を回避してほとんど抽だいし、10月からの年内出荷が可能となったことから、冷房施設としての実用性が確認された。

5) 湧水利用簡易冷房施設は生産者による製作が可能であり、建設費は100m²のハウスと、冷熱交換槽を含めて約63万円を要した。この施設では、トルコギキョウの場合、本圃20a余分の苗を育成でき、1本当たり8円以下の原価で生産できた。

6) 西南暖地でも湧水が産する所であれば、本施設が設置できるので、中山間地に育苗基地を設置して冷房苗を生産し、同一地域内でのリレー栽培、出荷期間の拡大が可能となるので、団地化につなげることが期待される。

5. 引用文献

- 1) 長崎県農林部：長崎県メッシュ気候図(地図編)，(1989)
- 2) 大川清編著：トルコギキョウ(ユーストマ)，誠文堂新光社(1995)
- 3) 埼玉県花植研究会編：都市近郊の鉢物・花だん苗，法規文化出版社(1984)
- 4) 山口雅生他：花き栽培マニュアル書(トルコギキョウ)，長崎県(1995)
- 5) 鹿児島県花き振興協議会編：花き栽培技術指針，同協議会(1986)
- 6) 入口義春，小島勝次郎，原英雄：金山坑道跡の有効利用，第1報 坑道跡の環境と農作物の貯蔵，九農研，54，180，(1992)
- 7) 入口義春，小島勝次郎，原英雄，岡野剛健，北村信弘：金山坑道跡の有効利用，第2報 野菜花き苗の低温処理効果，九農研，54，181，(1992)
- 8) 北村信弘，入口義春：坑道内の冷気を利用し

- たトルコギキョウの促成栽培，園学雑63別，701(1994)
- 9) 八代嘉昭：トルコギキョウをつくりこなす，農山漁村文化協会，(1994)
 - 10) 村井千里：ファレノプシス「切り花栽培技術マニュアル」(切り花栽培マニュアル編集委員会編) 誠文堂新光社，P7～11(1992)
 - 11) 入口義春，北村信弘，西野敏勝，原英雄：中山間地の湧水利用による簡易冷房施設の開発と花き育苗への適用 (第1報)，九農研，58，185，(1996)
 - 12) 入口義春，北村信弘，永田浩久，松本幸治：中山間地の湧水利用による簡易冷房施設の開発と花き育苗への適用，第2報 普及型施設の能力，九農研，59，149，(1997)
 - 13) 園芸用育苗資材・装置利用の手引き，日本施設園芸協会，(1991)
 - 14) 北村信弘，入口義春，永田浩久：湧水利用冷房育苗によるトルコギキョウの促成栽培(1) 播種時期が開花に及ぼす影響，九農研，60，184(1998)
 - 15) 小原淳平：100万人の空気調和，オーム社，(1998)
 - 16) 入口義春：湧水を利用した簡易冷房施設の開発，農耕と園芸，53-(8)，P116～120，(1998)
 - 17) 園芸情報センター：施設園芸ハンドブック，(1998)
 - 18) 日本工業標準調査会：送風機の試験及び検査方法，p10～11，日本規格協会，(1976)

Development of an Energy Saving and Low Cost Production
Technique of Flowers and Ornamental
Plants by the Use of Simple Cooling Facilities
1. Development of Simple Cooling Facilities by
the Use of Springwater

Yoshiharu IRIGUCHI, Tomohiro MIYAZAKI, Nobuhiro KITAMURA, Shigehiro BABA,
Hirohisa NAGATA, Toshikatsu NISHINO, Hideo HARA, Yukiharu MATSUMOTO

Summary

For the purpose of realizing activated agriculture in a semimountain region, where its ample springwater and relatively cool summer climate would be able to understand as regional resources, springwater-using simple cooling facilities were developed: In addition, a low cost raising seedling technique by use of cooling in summer was established for prairie gentian, etc.

1. The springwater-using simple cooling facilities consisted of cold water-air heat exchanging tanks and a shading vinyl house.

The cold water-air heat exchanging tanks were placed in a horizontal block pattern.

They were installed filter media of chemical fiber in the form of filters inside of them and were kept airtight by covering the upsides with lide. Springwater was led to the tanks through pipes by use of head and sprinkled on the filter media with nozzles set at the tops of intermediate parts of filter layers.

The shading vinyl house was a double layer construction; i. e. the outside and inside layer consisted of stretched vinyl and shading material screens, respectively.

Inside of the house was cooled by the cool air produced by letting the open air, which was brought in the tanks by the fan installed between the cold water-air heat exchanging tanks and house, interact with the water in the filter media. The discharging structure of exhaust was made so as to be discharged from an exhaust hood after it had come into the intermediate layer from the foot of inside cover and passed through the layer.

2. When ventilation was conducted at the rate of about $180\text{m}^3/\text{min}$ by using two fans which have a blade diameter of 50 cm under the following conditions. i. e. the area of house was 100m^2 , the rate of shading was about 70% and springwater of about 15°C was watered at the rate of about $130\text{ l}/\text{min}$, it was possible to cool the average temperature of the inside of the house to about 21°C in the average open air temperature was about 25°C . It was thus possible to keep the temperature inside of the house below open air temperatures even when the house was under the strong solar radiation and high temperatures in midsummer.
3. The practical usefulness of the cooling facilities was ascertained by the result obtained in the culture of prairie gentian; namely, when its early and medium varieties were seeded in the period from early to late in June and the seedlings were raised for about 6 to 8 weeks in the facilities, almost all of the plants were able to avoid becoming rosette ones, and bolt, thus the shipment before the New Year, having started from October, became possible.
4. The springwater-using simple cooling facilities could be built by the producer of flowers and

ornamental plants, and about 630,000 yen was needed for building the facilities including the vinyl house of 100 m² and cold water-air heat exchanging tanks.

For prairie gentian, enough seedlings to grow in the field of 20 are odd were able to be raised in the facilities, and thus it was found to be possible to raise seedlings at the cost of less than 8 yen per seedling.

5. The facilities can be also set up in the south-western warm region when people can find springwater there. Therefore, if people set up the bases of raising seedlings in semimountain regions and produce cooling seedlings in the bases, relay culture within the same regions, and thus the extension of shipping period become possible; consequently, it is expected that it leads to forming flowers and ornamental plants estates.

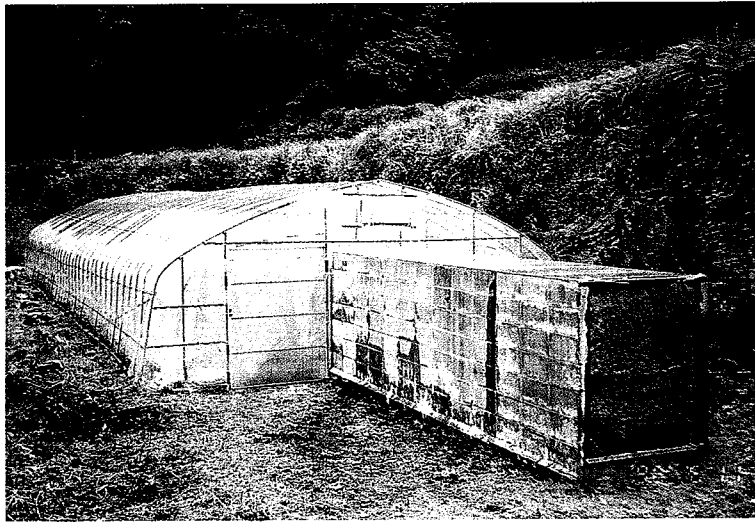


写真1 湧水利用簡易冷房施設の外観

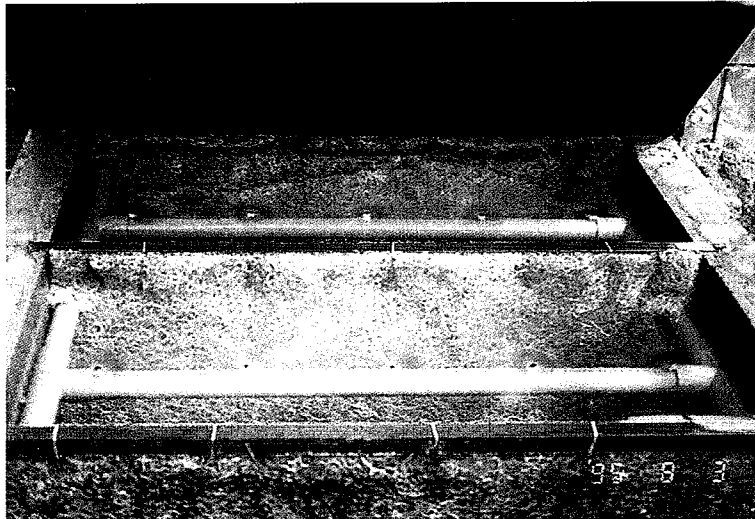


写真2 冷熱交換槽の内部構造

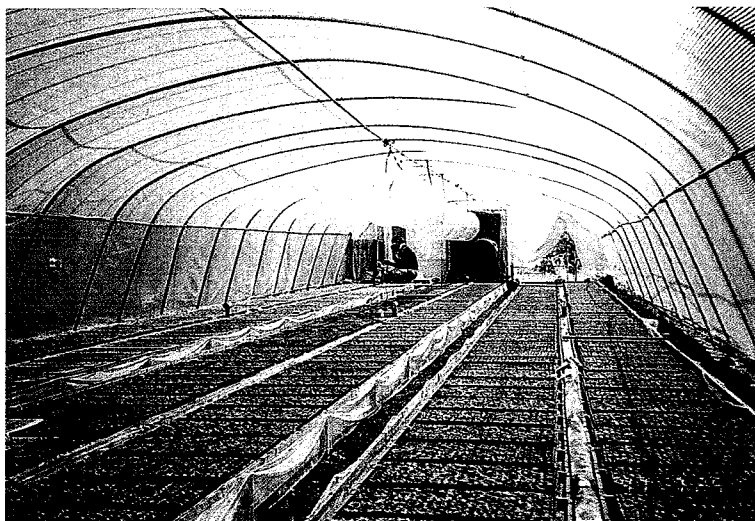


写真3 湧水利用簡易冷房施設の内部（トルコギキョウの育苗）