

## 神奈川県における温室バラの炭酸ガス施用に関する研究\*

田中千恵\*\*・林 勇・水野信義・山崎和雄\*\*\*・山田尚雄\*\*\*\*

Chie TANAKA・Isamu HAYASHI・Nobuyoshi MIZUNO  
Kazuo YAMAZAKI and Hisao YAMADA

Feasibility Studies on and the Practical Applications of  
Carbon Dioxide Enrichment to Greenhouse Rose Growing  
in Kanagawa Prefecture.

### I 緒 言

施設栽培作物における炭酸ガス施用の効果については古くから知られており、特に、冬季低温寡日照で換気の少ない北ヨーロッパや北アメリカ北部、カナダなどの野菜、花き栽培で実用技術になっている(1,7,8)。

わが国においてもこれまで野菜を中心に導入が検討され、実際場面にも先駆的に取り入れられた経過があるが、一部の野菜以外は大きな普及をみるにはいたらなかった。神奈川県の温室バラにおいても、昭和50年代にすでに2～3戸の農家が灯油あるいはプロパン燃焼方式の炭酸ガス施用機器を導入したが、明らかな効果が見られずに利用が打ち切られた。神奈川県の気候条件下では冬季にもかなりの日照量があり、また晴天日には冬でも朝の9時前に換気をする必要があるため、高濃度の炭酸ガス状態にしておく時間が短いことなどが、明確な効果がみられない理由と考えられてきた。

近年にいたり、赤外線ガス分析方式による炭酸ガスのモニター、コントローラーが実用装置として開発され、又、液化炭酸ガスの使用により、作物に安全で、かつ、

かなり精密な濃度コントロールが可能になってきた。このような中で、冬季の気候条件に恵まれたイスラエルやアメリカのカリフォルニア州でも、温室バラの炭酸ガス施用が見られるようになってきた。一方、本県においては昭和60年（1985）の初導入以来、バラのロックウール耕が増加しつつある(3)。ロックウール耕では土耕に較べて、温室床面からの炭酸ガスの天然供給量が少ないので炭酸ガス施用の効果は土耕よりも大きいと考えられた。

このような新しい制御装置の進歩並びに栽培方式の変化の中で、本県の気候条件、栽培品種、冬切りを中心とする作型に対応した適切な炭酸ガス施用技術の確立を図るために本試験を行った。

本試験は昭和62年に園芸試験場で着手し、その後、63年からは本県の部局間共同研究「施設園芸技術高度化共同研究」の一環として実施した。なお、花持ちに関する試験は、農水省助成地域重要新技術開発促進事業の「流通の国際化に対応する花きの生産・流通技術の開発（昭63-平2）」の一部である。

本報について校閲の労をとられた農水省東北農業試験場の岡田益己博士に深甚の謝意を表する。

### II 材料及び方法

#### 1 装置及び炭酸ガス施用方法

床面積75㎡のガラス温室2棟を供試した。2棟それぞれに同一品種で、同一栽植を行い、この内1棟について炭酸ガス（以下CO<sub>2</sub>と記す）を施用した。施用時期、

\* 本研究の一部は「施設園芸技術高度化に関する共同研究事業報告 第1号」(1990)に報告した

\*\* 前技術研究部花き科 現姓 川嶋千恵

\*\*\* 現農業技術課

\*\*\*\* 神奈川県工業試験所

施用時間など詳細は試験により異なるが、いずれも概ね11月から翌年4月までの間、日の出30分前から午前10時頃まで、CO<sub>2</sub>の施用処理をした。

CO<sub>2</sub>源は液化CO<sub>2</sub>とし、30kgボンベを並列に連結し、圧力調節器、電磁弁を経て、温室内に毎分30ℓの流量で供給されるようにした。電磁弁の作動には24時間タイマーを併用して、赤外線ガス分析方式のCO<sub>2</sub>モニター、コントローラー（コス社製）を用い、濃度目盛を約1,000ppmにセットして、施用時間中にモニターが吸入した室内空気のCO<sub>2</sub>濃度がこれより下がった場合にCO<sub>2</sub>が室内に放出されるようにした。

温室内には、約30cm間隔で径1mm程度の穴を開けてあるポリエチレン製の細いチューブ（直径1.5cm）を、各ベッド毎に、地上約1.8mに配置して、植物体の上方からCO<sub>2</sub>を供給した。

なお、CO<sub>2</sub>の施用時間中は試験4を除いて、通気式温度センサーの換気設定温度を高くして、天窓が開かないようにした。CO<sub>2</sub>を施用しない時間帯の換気設定温度は23℃とした。無施用温室については終日23℃設定とした。

## 2 試験方法

### 試験 1 炭酸ガス施用の有無と‘ソニア’の収量、品質

1987年6月8日に‘ソニア’をノイバラ台木に緑枝接ぎし、10cm角のロックウールキューブに植えて、ミスト条件下で活着させた苗を、7月8日にロックウールマットに定植した。マットは30×120×10cmの大きさで、1条植えとし、1マットに12株を植えた。

培養液管理はA、B2液混合方式で、基本的には園試処方2/3単位とした。季節、マット内の養液濃度などに基づいて1日の灌液回数を調節し、時には灌液濃度もいくぶん調節した。

1区12株、6反復（計72株）とした。CO<sub>2</sub>は11月1日より約1,000ppmの濃度で施用し、翌年4月30日に打ち切った。なお、4月の高温時期には施用は午前9時30分までとした。

収穫は’87年11月上旬から’88年6月中旬まで行い、すべての切花について切花茎長及び切花重を測定した。なお、慣行法に基づきCO<sub>2</sub>施用区、無施用区ともに同様の芽かき整理を行い、ごく太い採花母枝以外はすべて1枝1芽（頂芽のみを残す）とした。

### 試験 2 炭酸ガス施用の有無並びに芽かき（芽数の調整）の強弱と‘ソニア’の収量、品質

’88年4月下旬にノイバラ台木に緑枝接ぎした‘ソニ

ア’を、6月24日に定植した。ロックウールマットは20×90×10cmで、1マットに4株植えとし、2条に配置した。

’88年9月から収穫を開始し、10月末まではすべて同一の管理を行った。11月3日から1棟についてCO<sub>2</sub>施用を開始した。施用方法等は試験1に準ずる。

CO<sub>2</sub>施用開始と併せて芽かきによる芽数の調整を始めた。

強芽かき区—特に太い採花母枝以外は芽かきによって1枝1芽（頂芽）とする

弱芽かき区—なるべく1枝に2芽を残すようにする。

細い枝の場合は1芽とする。

本試験は1990年まで2年間にわたって行った。収穫期間は両年とも9月より翌年5月31日までとし、全切花について切花茎長及び切花重を測定した。1区8株、3反復（各24株）。

高濃度CO<sub>2</sub>施用中の葉の光合成速度について、携帯用光合成蒸散測定装置（小糸工業製KIP-8510型）を用いて測定した。

### 試験 3 炭酸ガス施用の有無、採花母枝の太さの違いと到花日数、切花品質

’88年6月下旬にノイバラ台木に緑枝接ぎした‘ソニア’を7月下旬に8号鉢に1株植えとして養成したものを供試した。各棟に15鉢ずつ搬入し、11月4日にピンチを行った。採花母枝の太さを大（茎平均直径0.72cm）、中（0.61cm）、小（0.50cm）の3段階に区分して1鉢当たり2—4母枝にラベルをつけた。同日CO<sub>2</sub>施用を開始した。施用方法は試験1に準ずるが、3月下旬から4月の高温時期には施用時間を午前9時30分までとし、4月21日に施用を打ち切った。

ラベルをつけた母枝の開花について’89年5月中旬まで各々3—4回の追跡調査をした。

### 試験 4 炭酸ガス施用と品種間差

’89年6月中旬にノイバラ台木に緑枝接ぎした‘カールレッド’と‘ブライダルピンク’の2品種を供試した。いずれも日本における代表的な品種である。

CO<sub>2</sub>施用濃度は約1,200ppmで、11月1日から翌年5月1日まで施用した。11月より2月までは午前6時から9時30分、3月—4月は5時30分から9時までを施用時間とした。CO<sub>2</sub>施用中は施用温室の天窓が開かないように設定したが、室温の過剰な上昇を防ぐために、ヒートポンプを用いて室温が最高でも27℃を超えないようにした。一方、無施用温室の換気温度は23℃に設定した。

温室2棟それぞれに、8号鉢植えのものを10鉢ずつ搬入して、各鉢毎に1-2本の母枝(茎径0.4-0.7cm)を選んでラベルをつけ、この枝について追跡調査をした。

**試験 5 品種並びに苗の素質と炭酸ガス施用の効果**  
 ‘ブライダルピンク’と‘パサディナ’を供試。いずれも日本における代表的な品種であるが、この内‘パサディナ’は冬季のブラインド発生が多い品種である。

’90年5月21日挿し木の苗、5月16日接ぎ木の苗を6月12日にロックウールマット(30×91×10cm)に1マット8株植え(1条)にした。2反復。

CO<sub>2</sub>施用濃度は約1,000ppmで、11月2日から翌年4月18日まで。11月-2月は午前6時30分-9時30分、2月-3月は6時-9時、4月は5時30分-8時30分施用とした。CO<sub>2</sub>施用中の温室の換気設定温度は33℃とし、天窓が開かないようにした。

収穫は10月1日から翌年5月末まで行い、全切花の切花茎長、切花重を計測した。

**試験 6 炭酸ガス施用の有無と切花の花持ち**

(1)高温下における炭酸ガス施用の有無と切花の花持ち  
 (1)-1 切り前(開花ステージ)の違いと‘ソニア’の花持ち

日の出前30分から午前10時まで約1,000ppm(970-1,300)でCO<sub>2</sub>施用をして栽培している切花と無施用栽培の切花を比較した。CO<sub>2</sub>施用温室の切花は午前9時ころから10時までは無施用よりも高い温度に遭遇している。

’88年12月16日に収穫した‘ソニア’についてやや開き過ぎた状態のもの(切り前5)と固切り(切り前3)のものを区別して試験した。(3)

水道水、アルミの花筒を用いた。切り前5のものは1区4本、5反復、切り前3のものは1区4本、3反復。いずれも、暖房器具のない実験室で花持ちを追跡調査した。花の寿命が尽きる前に水あげが不良になってしおれが発生した場合には、切花の底部を水中で2-3cm切戻して、引き続き花持ちを調査した。試験期間中数回水

第1表 炭酸ガス施用の有無と‘ソニア’の収量・品質  
 (ロックウール耕、1987. 11月~’88. 6月収穫。1区12株、6反復)

炭酸ガス 施用の有無	時 期 別 切 花 本 数 (本)				年間切花本数(本)		平 均		切花重(g)	
	11~12月	1~2月	3~4月	5~6月	合 計	株当り	切花茎長(cm)	合 計	平 均	
無	34	31	43	51	159	13.3	59	4,958	31.0	
有	34	35	44	52	165	13.8	61	5,292	32.1	
F検定 <sup>z</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

z NSは有意差なし

第2表 炭酸ガス施用の有無並びに芽かきの強弱と‘ソニア’の収量  
 (ロックウール耕、1988. 9月~’90. 5月収穫。1区8株、3反復)

年次	炭酸ガス 施用の有無	芽かきの 程 度 <sup>z</sup>	時 期 別 切 花 本 数 (本)								年間切花本数(本)	
			9~10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	合 計	株当り
一 年 目	無	強	44	12	24	17	13	20	19	28	178	22.2
		弱	46	7	31	13	20	19	18	30	184	23.0
	有	強	47	7	28	12	17	23	16	26	178	22.2
		弱	47	13	33	12	27	23	17	31	203	25.3
二 年 目	無	強	31	32	4	29	11	21	28	32	183	22.9
		弱	33	33	6	27	12	23	37	32	200	25.0
	有	強	34	36	5	28	11	21	27	30	193	24.1
		弱	32	37	6	30	15	30	31	30	209	26.2

z 芽かきの程度 強…基本的には1枝1芽に整理、弱…1枝2芽残しが基本

y 1年目 1988. 9月~’89. 5月 x 2年目 1989. 9月~’90. 5月

替えをした。水切りをしてもしおれが回復しない場合、花卉が散りはじめた時点及び満開を過ぎてしおれた場合を花持ちの最終日とした。

(1)-2 品種間差の検討

試験5と同一のCO<sub>2</sub>施用条件で栽培した‘ソニア’、‘ブライダルピンク’、‘パサディナ’の3品種について、無施用栽培のものと比較した。

‘ブライダルピンク’及び‘パサディナ’は’90年12月17日、‘ソニア’は’91年1月18日に採花したものをを用いた。1区5本、2反復。切花茎長はすべて55cmに統一した。

アルミの花筒を使用、水は1ℓで、週2回水替えをしそのたびに約2-3cm茎を水切り(水中で切る)した。

試験は温度20℃一定、湿度70-80%、約10,000 lx、12時間照明陽光補光恒温器内で行った。なお、‘ソニア’は室温で試験した。

調査は花の開花程度を10段階に分け、観察により記録した。程度1-つぼみ、3-出荷適期、6-満開(開き過ぎ)、8-芯の見え始め、10-落花を基準にし(11)、花持ち日数は10になるまでの日数、観賞日数は8までの日数とした。

(2)炭酸ガス施用時の高温回避と花持ち

ヒートポンプを用いてCO<sub>2</sub>施用中の室温を27℃を超えないように管理した‘ソニア’(ロックウール耕)について花持ちを無施用区と比較した。CO<sub>2</sub>施用条件は試験4と同一。

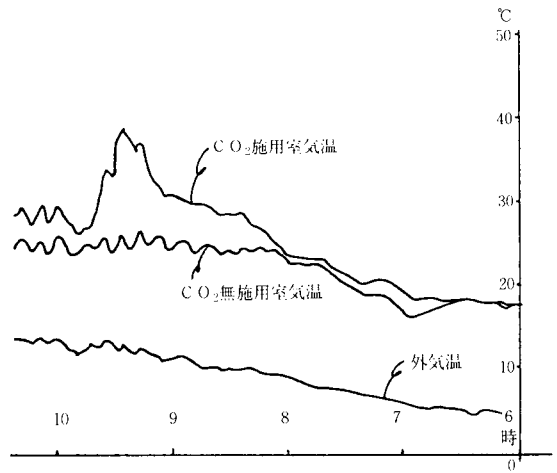
’90年1月と3月の2回調査した。1区につき4本、5反復とした。切花茎長はすべて55cmに統一した。

試験の条件、調査方法は(1)-2に準ずるが、陽光補光恒温器の温度は15℃とした。

Ⅲ 成 績

試験 1 炭酸ガス施用の有無と‘ソニア’の収量、品質

切花本数に有意な差は見られなかった。切花茎長、切



第1図 マイコンセンサー通気条件下における測温抵抗体センサー計測値(1989.3.6) CO<sub>2</sub>施用室温センサーの換気設定 33℃(5時~9時半) CO<sub>2</sub>無施用室温センサーの換気設定 23℃(全日)

花重はCO<sub>2</sub>施用区が勝る傾向にあったが、有意な差ではなかった(第1表)。CO<sub>2</sub>施用区は午前9時から10時にかけて、30℃前後の高温に遭遇しているが、茎の柔らかさ、曲りなどについて、特に問題はなかった。

試験 2 炭酸ガス施用の有無並びに芽かき(芽数の調整)の強弱と‘ソニア’の収量、品質

初年度、2年度ともにCO<sub>2</sub>施用、弱芽かき区で、有意な差ではないが収量の増加が見られた(第2表)。

3月になって日射量が増加し、外気温も冬季よりもかなり上昇してきた時点での室温測定結果を第1図に示した。CO<sub>2</sub>施用温室は午前5時から9時30分まで通気式センサーの換気設定温度を33℃として、CO<sub>2</sub>施用中に天窓が開かないようにしてある。この事例では、8時半過ぎから室温が上昇しはじめ、9時過ぎには30℃を超えている(第1図)。

葉の光合成速度は晴天、曇天時のいずれでも、施用区が大きな値を示していた(第3表)。

第3表 炭酸ガス施用の有無と光合成速度及び乾物率(品種‘ソニア’)

炭酸ガス 施用の有無	光 合 成 速 度 (mg/dm <sup>2</sup> ・hr) <sup>z</sup>		乾物率 (%)	全葉面積(cm <sup>2</sup> ) (1本当たり)
	晴天時('90.3.7)	曇天時('90.2.23)		
無	11.81±5.74(41) <sup>y</sup>	2.81±1.98(21) <sup>y</sup>	26.3	770.9 <sup>cm<sup>2</sup></sup>
有	18.06±6.89(29)	9.51±3.70(26)	24.1	913.4

<sup>z</sup> 携帯用光合成蒸散測定装置による測定(午前8時30分~9時) <sup>y</sup> ( )内は供試花枝数

第4表 炭酸ガス施用の有無並びに芽の位置と‘ソニア’の到花日数・切花品質  
(母枝の太さの平均0.72cm、1988. 11. 4ピンチ、第1回目の開花)<sup>z</sup>

芽の位置	炭酸ガス施用の有無	到花日数	切花茎長	切花茎径	切花重 <sup>y</sup>	葉数 <sup>x</sup>	花重 <sup>w</sup>
頂芽	有	45.1 <sup>日</sup>	71.1 <sup>cm</sup>	0.68 <sup>cm</sup>	42.9 <sup>g</sup>	11.8 <sup>枚</sup>	7.0 <sup>g</sup>
	無	47.4	68.2	0.60	35.9	10.9	6.7
	F検定 <sup>v</sup>	※	NS	NS	NS	NS	NS
2番芽	有	47.8	64.0	0.58	33.9	11.0	6.7
	無	49.8	61.9	0.53	30.4	10.5	6.8
	F検定	NS	NS	NS	NS	NS	NS

z 1採花母枝について、頂芽と2番芽のみに整理して生育させた  
 y 葉・茎・花を含む重量 x 切花されたものの葉数 w 切り前4で測定  
 v ※ 5%水準で有意差あり NS 有意差なし

第5表 炭酸ガス施用の有無と時期別到花日数  
(1989. 11月～'90. 5月 各16～18本の母枝を調査)

品 種	炭酸ガス施用の有無	11～12月	1～3月	3～5月
カールレッド	無	63.1± 5.7	63.8± 6.7	53.6± 6.9
	有	80.8± 5.3	55.6± 5.7	49.5± 4.5
	F検定 <sup>z</sup>	NS	※※	※
ブライダルピンク	無	61.9± 6.0	60.1± 5.9	49.5± 4.6
	有	59.3± 4.7	56.4± 3.7	49.1± 4.4
	F検定	NS	NS	NS

z ※※ 1%水準で有意、 ※ 5%水準で有意 NS 有意差なし

第6表 炭酸ガス施用が切花長(cm)に及ぼす影響  
(1989. 11月～'90. 6月 各16～18本を調査)<sup>z</sup>

品 種	炭酸ガス施用の有無	1回目 (11～12月)	2回目 (1～2月)	3回目 (3～4月)	4回目 (5～6月)
カールレッド	無	54.2(100) <sup>y</sup>	58.9(100)	56.6(100)	60.6(100)
	有	54.3(100)	57.4( 97)	58.9(104)	58.7( 97)
ブライダルピンク	無	42.9(100)	48.5(100)	51.6(100)	53.1(100)
	有	44.8(104)	53.5(110)	53.3(103)	56.5(106)

z 両品種ともにいずれの時期にも有意差なし y ( )内は無施用区を100としての百分比

試験 3 炭酸ガス施用の有無、採花母枝の太さの違いと到花日数、切花品質

採花母枝の太さ大(平均茎直径0.72cm)の区において初期(11-2月)に僅かな到花日数短縮が見られたのみで、その他は効果が見られなかった(第4表)。

試験の全期間に発生したブライント枝の率も施用区、

無施用区の差はなかった。

試験 4 炭酸ガス施用と品種間差

‘カールレッド’の到花日数は冬から春にかけての収穫期に4-8日短縮された。‘ブライダルピンク’でも到花日数はいくぶん短縮したが、有意な差ではなかった(第5表)。

第7表 炭酸ガス施用が切花重(g)に及ぼす影響  
(1989・11月～'90・6月、各16～18本を調査)

品 種	炭酸ガス 施用の有無	1回目	2回目	3回目	4回目
		(11～12月) <sup>z</sup>	(1～2月)	(3～4月)	(5～6月)
カールレッド	無	26.6(100)	30.8(100)	30.3(100)	29.9(100)
	有	29.0(109)	30.3(98)	32.1(106)	31.5(105)
	F検定 <sup>y</sup>	NS	NS	NS	NS
ブライダルピンク	無	24.3(100)	24.9(100)	27.8(100)	32.1(100)
	有	27.4(112)	30.6(123)	35.4(127)	34.7(108)
	F検定	NS	※	※※	NS

z ( )内は無施用区を100としての百分比

y ※ 5%水準で有意 ※※ 1%水準で有意 NS 有意差なし

第8表 炭酸ガス施用が切花本数に及ぼす影響  
(1990.11.1～'91.5.31、1区16株(8×2反復))

品 種	苗の 繁殖方法	炭酸ガス 施用の有無	時 期 別 切 花 本 数 (本)					合 計 (本)	1株当たり切花本数(本)	
			10月	11～12月	1～2月	3～4月	5月		4月まで	全期間
ブライダルピンク	挿し木	無	34	53	55	72	67	281	13.4	17.6
		有	46	61	51	60	56	274	13.6	17.1
	接ぎ木	無	53	66	56	65	56	296	15.0	18.5
		有	52	55	44	61	54	266	13.3	16.6
パサディナ	挿し木	無	45	46	42	62	52	247	12.2	15.4
		有	53	62	63	87	27	294	16.7	18.4
	接ぎ木	無	50	51	51	83	68	303	14.7	18.9
		有	68	77	54	79	68	347	17.4	21.7

切花茎長、切花重、切花茎径などの切花の品質を示す値については、特に「ブライダルピンク」で大きな効果が見られた。とりわけ冬季の切花重に対して顕著で、施用区は無施用区よりも23～27%も多かった。「カールレッド」では明瞭な差はみられなかった(第6、7表)。

試験 5 品種並びに苗の素質と炭酸ガス施用の効果  
「パサディナ」では挿し木苗、接ぎ木苗のいずれでもCO<sub>2</sub>施用による増収効果が見られた。挿し木苗では特に冬季の増収効果が顕著であった。一方、接ぎ木苗では収穫初期から1～2月にかけての時期に多収であった。1株当たりの年間切花本数は挿し木苗、接ぎ木苗のいずれも施用区は無施用区よりも約3本多かった。しかしながら、挿し木苗の場合には5月に無施用区の収量が施用区の約2倍であったために、年間で3本程度の差に納まった。これを4月までで比較すると、その差は4.5本であった(第8表)。

「ブライダルピンク」では増収効果は全く見られなかった。

切花茎長、切花重については、1～4月収穫のものでCO<sub>2</sub>施用区が優った。一方、5月になると施用区での品質低下がいくぶん見られた。「ブライダルピンク」の場合、この春先の品質低下は挿し木苗で特に目立った。

「パサディナ」では挿し木苗、接ぎ木苗の差は明瞭でなかった(第9、10表)。

花色についてJHSカラーチャート(日本園芸植物標準色票)で調査したが、個体差が大きく一定の傾向はなかった(データ省略)。

#### 試験 6 炭酸ガス施用の有無と切花の花持ち

(1)高温下における炭酸ガス施用と切花の花持ち

(1)ー1 やや固切りの切り前3のものはCO<sub>2</sub>施用区のほうがいくぶん花持ちが不良であった。有意な差ではなかったが、CO<sub>2</sub>施用区のほうが水切り回数が多い傾

第9表 炭酸ガス施用が切花長(cm)に及ぼす影響  
(1990.11.1 ~ '91.5.31)

品 種	苗の繁殖法	炭酸ガス施用の有無	収 穫 時 期					年 間 の平均切花長
			10月	11~12月	1~2月	3~4月	5月	
ブライダルピンク	挿し木	無	39.5(100) <sup>Z</sup>	48.8(100)	57.6(100)	58.9(100)	59.4(100)	54.5(100)
		有	41.5(105)	53.1(109)	61.9(107)	62.7(106)	52.6( 89)	54.8(101)
	接ぎ木	無	43.0(100)	55.2(100)	62.1(100)	62.6(100)	59.7(100)	56.8(100)
		有	40.1( 93)	52.2( 95)	64.2(103)	67.1(107)	63.7(107)	57.6(101)
パサディナ	挿し木	無	40.2(100)	50.2(100)	56.2(100)	58.8(100)	58.5(100)	53.3(100)
		有	41.8(104)	53.4(106)	64.8(115)	61.7(105)	54.4( 93)	55.9(105)
	接ぎ木	無	42.9(100)	52.3(100)	59.0(100)	57.5(100)	56.2(100)	54.2(100)
		有	41.6( 97)	56.1(107)	58.6( 99)	67.1(117)	53.2( 95)	55.6(103)

Z ( ) 内は無施用区を100としての百分比

第10表 炭酸ガス施用が切花重(g)に及ぼす影響  
(1990.11.1 ~ '91.5.31)

品 種	苗の繁殖法	炭酸ガス施用の有無	収 穫 時 期					年間平均切花重
			10月	11~12月	1~2月	3~4月	5月	
ブライダルピンク	挿し木	無	18.3(100) <sup>Z</sup>	24.1(100)	29.7(100)	30.7(100)	31.0(100)	27.9(100)
		有	16.9( 92)	26.6(110)	33.0(111)	32.3(105)	25.3( 82)	27.2( 97)
	接ぎ木	無	28.8(100)	27.1(100)	30.9(100)	32.0(100)	31.4(100)	28.2(100)
		有	17.6( 61)	25.4( 94)	33.7(109)	36.4(114)	31.8(101)	29.1(103)
パサディナ	挿し木	無	17.7(100)	26.3(100)	28.7(100)	32.8(100)	29.9(100)	27.6(100)
		有	17.5( 99)	27.5(105)	33.3(116)	31.6( 96)	26.8( 90)	27.9(101)
	接ぎ木	無	21.0(100)	27.7(100)	33.6(100)	32.5(100)	29.4(100)	29.3(100)
		有	17.8( 85)	27.6(100)	38.3(114)	33.2(102)	26.6( 90)	27.2( 93)

Z ( ) 内は無施用区を100としての百分比

向にあった。

(1)~(2) 第11表に各品種毎の平均花持ち日数を示したが、'ソニア'、'パサディナ'、'ブライダルピンク'の3品種ともに明らかな差はなかった。

(2)炭酸ガス施用時の高温回避と切花の花持ち

CO<sub>2</sub>施用時の高温を回避するため、ヒートポンプを用いて冷房管理を行ったが、施用区と無施用区とで花持ち、開花の進み方などに差はなかった(第12表)。開花の進みに伴う花色の推移についても明瞭な差は見られなかった。

IV 考 察

今回試験を行った神奈川県、秋冬期の気象条件の特長を明確にするため、すでに温室バラにおいてCO<sub>2</sub>施用が実用技術になっているオランダ、カナダの2都市及

び神奈川と同じ太平洋に面した静岡、日本海型気候条件の典型として新潟、そして、冬季は日本海型といわれる福岡の11月から3月の月平均気温を第13表に示し、さらに、日本の4地域については11月から3月の月別日照時間と快晴日数を第14表に示した(第13, 14表)。

現在世界一のバラ生産国オランダのDe Biltは北緯52°06'に位置するが、北海の暖流の影響を受けるため12月から2月の月平均気温は2.0~3.2℃である。カナダのTrontoは五大湖の近くで北緯43°41'にあるが、1月の-6.7℃にみるように極寒の冬が続く。この両地域とも緯度の高いことに伴い、必然的に日照時間は短く、温室バラではほぼ終日暖房加温が必要である。このためCO<sub>2</sub>施用も、天窓密閉中は連続的に行われるので、バラは長時間にわたって高い濃度のCO<sub>2</sub>に遭遇していることになる。このことがミシガン州立大学のLindstrom(7)、オランダのアールスメール花き試験場(6)などが温室バ

第11表 炭酸ガス施用の有無とバラの花持ち日数<sup>z</sup>

品 種	採 花 日	炭酸ガス施用の有無	花 持 ち 日 数
パ サ デ ィ ナ	'90.12.17	無	19.8 <sup>日</sup>
		有	18.5
ブライダルピンク	'90.12.17	無	9.6
		有	9.6
ソ ニ ア	'91.1.18	無	18.1
		有	18.3

z 1区5本、2反復、20℃陽光補光恒温器利用、ソニアのみは室温で調査

第12表 炭酸ガス施用の有無及びヒートポンプ利用とバラの花持ち<sup>z</sup>  
(品種 ソニア、1990.1.5採花)

切 り 前	炭酸ガス施用の有無	観 賞 日 数 (日) <sup>y</sup>	花 持 ち 日 数 (日) <sup>x</sup>
3 ~ 4 (緩切り)	無	13.2	22.0
	有	13.7	20.0
2 ~ 3 (固切り)	無	17.6	20.0
	有	17.5	22.3

z ヒートポンプ冷房により、炭酸ガス施用中は室温を27℃以下になるようにした。陽光補光恒温器(15℃)利用。

y 花の開花度(切り前)8になるまでの日数

x 開花度10(落花卉)になるまでの日数

ラについて顕著なCO<sub>2</sub>施用効果を報告していることの、大きな要因であろう。Lindstromはその試験において、CO<sub>2</sub>施用温室の換気設定温度を32℃としているが、11月から3月末までの間で天窓は17回しか開かなかつたと記している。

以上のDe Bilt及びTronto、又、ミシガン州などに較べると、太平洋に面した神奈川(横浜)、静岡は温度条件が良く、冬季でも晴天日の日中は天窓換気が必須である。これは第14表にあるように恵まれた日照時間と晴天日(快晴日数)の多さも大きな要因である。一方、同じ日本でありながら新潟の冬季の気象条件は温度、日照ともに厳しい。又、近年急速にバラ生産が増加している福岡も神奈川、静岡に較べると、特に冬季の光条件が劣っている。

今回の試験は、以上述べたような恵まれた冬季の気象条件下にある神奈川で、言葉を替えると、日本におけるバラ生産のかなりの部分が存在している太平洋岸地域でCO<sub>2</sub>施用の有効性の有無を明確にしようとして4年間にわたって行ったものである。

冬切り栽培用の品種として選抜、育成され、冬季の生

産性に優れた特性を有し、現在の代表的な切花用品種となっている‘ソニア’については、収量、到花日数いづれもCO<sub>2</sub>施用の効果は極めて小さく、CO<sub>2</sub>施用のための資材コスト、ランニングコストからみて実用性はないと考えられた。しかしながら、CO<sub>2</sub>施用条件下では午前10時近くまでかなりの高温に遭遇するにもかかわらず、無施用区とはほぼ同様な切花品質であり、又、慣行的な品質向上策としての芽かき(芽数の制限、調整)の程度を弱くして、1採花母枝当たりの切花本数を多くしても品質低下が見られなかったことは注目された。イギリスのHandら(4)は‘ソニア’についても、11月から2月のCO<sub>2</sub>施用で、12月から4月の間に23%の収量増加があり、品質も向上したと報告している。

花持ちについては、高濃度CO<sub>2</sub>条件を維持するために午前10時まで温室を密閉管理した‘ソニア’の12月採花のものは無施用区よりもわずかに不良であった。しかしながら、'90年12月、'91年1月に‘ソニア’、‘ブライダルピンク’、‘パサディナ’の3品種について、陽光補光恒温器を用いて厳密な比較をした結果では、明らかな差はなかった。



第13表 秋冬期の月平均気温（℃）  
（理科年表 机上版 1990）

地名（国・県）	緯度（N）	11月	12月	1月	2月	3月	年平均
De Bilt（オランダ）	52°06′	5.8	3.2	2.0	2.3	4.8	9.2
Toronto（カナダ）	43°41′	3.3	-3.5	-6.7	-6.0	-1.0	7.3
横浜（神奈川）	35°26′	12.2	7.5	4.9	5.3	8.2	15.1
静岡（静岡）	34°58′	13.5	8.4	6.0	6.8	9.6	16.0
新潟（新潟）	37°55′	9.9	4.9	2.0	2.2	4.9	13.1
福岡（福岡）	33°35′	12.7	8.1	5.7	6.4	9.3	16.0

第14表 日本各地の秋冬期の日照時間と快晴日数  
（理科年表 机上版 1990）

地名	項目	11月	12月	1月	2月	3月	11～3月計	年間計	11～3月
									年間
横浜	日照時間	148 <sup>時間</sup>	175	182	159	176	840	2,000	42%
	快晴日数	5 <sup>日</sup>	9	9	4	3	30	43	70
静岡	日照時間	169	194	201	183	196	943	2,080	45
	快晴日数	7	12	13	8	6	46	61	75
新潟	日照時間	107	64	64	89	145	469	1,824	26
	快晴日数	1	0	0	0	1	2	15	13
福岡	日照時間	153	118	104	118	174	667	1,973	34
	快晴日数	3	2	2	1	3	11	28	39

通常のCO<sub>2</sub>施用条件下での高温遭遇を避けるためにヒートポンプを用いて冷房を行い‘ソニア’について品質、花持ち日数を比較したが、特別な差はみられなかった。

これらのことから、CO<sub>2</sub>施用条件下ではある程度の高温に遭遇しても、切花品質の低下は起こらないと考えられる。Hananらはその著書(5)のなかで、バラについてCO<sub>2</sub>施用条件下では無施用よりも5～6℃換気設定温度を高くして良いと記している。

CO<sub>2</sub>施用効果の品種間差は顕著であった。‘パサディナ’は花持ちが極めて良く、市場人気の高い品種であるが冬季にブラインド枝（花の着かない枝）の発生が多い。CO<sub>2</sub>施用によって、神奈川の恵まれた気象条件下においても、収量増加と切花品質の向上が得られた。このような効果は特に冬季に顕著であることは、極めて注目される。

ピンク系で需要の多い‘ブライダルピンク’については、2回試験を行ったが、増収効果は全く見られなかった。しかし、1～4月収穫の切花では切花莖長、切花重ともに、CO<sub>2</sub>施用区が優った。特に、試験4では冬季の切花重が無施用区よりも23～27%も多かった。なお、‘ブライダルピンク’についてはCO<sub>2</sub>施用が花色に及

ぼす影響の有無を調査したが、個体差もあり、特別な改善効果は明瞭でなかった。

一方、現在日本で最も栽培の多い‘カールレッド’については、冬から春にかけての収穫期に到花日数の短縮がみられたが、増収効果につながっていない。切花品質にも差がなかった。

なお、各品種ともに春先4～5月にCO<sub>2</sub>施用区の切花品質が、無施用区よりもやや劣る傾向を示した。この原因としては、CO<sub>2</sub>施用時間中の高温遭遇が考えられる。今回の試験ではCO<sub>2</sub>施用を大部分4月下旬まで行っているが、神奈川のような気象条件では、施用を3月末か4月上旬に打切って良いと思われる。又、このような室温の上昇は午前9時以降に顕著なので（第1図）、3月以降はCO<sub>2</sub>施用を9時あるいはそれ以前に打切るのが良い。このような配慮をすれば春先の品質低下は大きな問題にはならないであろう。

CO<sub>2</sub>施用に伴う室温の上昇については、収穫等の管理作業員に対する影響も配慮する必要があるので、前述したような細やかな対応が望まれる。今回の試験ではセンサー、タイマー利用でCO<sub>2</sub>施用及び換気管理を行ったが、マイクロコンピュータを利用した制御の場合にはCO<sub>2</sub>施用と室温管理をより精密に行うことが可能であ

る。ごく一部であるが実用バラ温室で、すでにその事例が見られる。

春先の品質低下については、品種と苗質（挿し木、接ぎ木）によっても違いがあった。‘パサディナ’では挿し木と接ぎ木で差がなかったが、‘ブライダルピンク’では挿し木苗で、特に春先の品質低下が目立った。最近日本において栽培の増加しているロックウール耕では、品種によっては挿し木苗利用が行われているが、苗質を考える場合には、CO<sub>2</sub>施用のことも併せて検討する必要がある。

今回の試験の大部分はロックウール耕のバラで行われた。このため、土耕との対比は明確でない。しかしながら、林(2)が土耕バラ温室における冬季のCO<sub>2</sub>濃度の実態を調査したところ、晴天日の朝9時、天窓が開く直前にはCO<sub>2</sub>濃度が170ppmにも低下することがあるので、温室床面からある程度のCO<sub>2</sub>が供給される土耕であっても、ほぼ同様な結果が得られるものと考えられる。

以上の結果、神奈川県のように冬季の気候条件に恵まれた地域であっても、品種によってCO<sub>2</sub>施用効果があることが明らかになった。今回供試した4品種のうち‘カールレッド’、‘ソニア’についてはCO<sub>2</sub>施用の実用性はないと判断したが、‘ブライダルピンク’については冬季の品質向上の効果、‘パサディナ’では収量増加と品質向上の効果がみられた。なお、‘パサディナ’の収量増加はLindstromの報告の60%のような大幅なものではなかったが、これは前述したように、高濃度CO<sub>2</sub>遭遇時間の大幅な違いによるものであろう。

なお、‘パサディナ’について、福岡県での実用栽培でかなりの増収例があるが（私信）、本考察の冒頭で述べたような、福岡の冬季の気候条件からすると納得される。今後、日本海側、東北あるいは北海道などで冬季のバラ生産を考える場合には、CO<sub>2</sub>施用が重要なポイントになろう。神奈川、静岡、愛知、千葉などのような太平洋岸に面した産地におけるCO<sub>2</sub>施用については、安易な導入はコスト面からみて問題があり、品種、栽培条件等を考慮して慎重な対応が必要である。

## V 摘 要

冬季における日照条件ならびに温度条件に恵まれていた神奈川県、ロックウール栽培の温室バラ生産において、炭酸ガス施用の効果の有無を中心に、‘ソニア’など主要な4品種を用い4年間にわたって試験を行った。神奈川県は太平洋岸に位置し、日本における温室バラの

主産県であり、近似した気象条件のバラ産地が国内に数多く存在している。

赤外線ガス分析方式の炭酸ガスモニター、コントローラーを用い、液化炭酸ガス利用で、11月から4月中下旬まで施用した。施用時間はおおむね日の出前30分（5時30分～6時30分）より午前9時から10時までの間、炭酸ガス濃度は1,000ppmを目標とした。

‘カールレッド’、‘ソニア’については炭酸ガス施用の効果が見られなかった。これに対し‘ブライダルピンク’については冬季の品質向上の効果（切花茎長と切花重の増加）、‘パサディナ’では収量増加と品質向上（切花茎長と切花重の増加）の効果がみられた。

高濃度炭酸ガスの状態を維持するために、施用時間中の一時期は、バラが30℃前後の高温に遭遇するが、切花品質及び花持ちに及ぼすマイナスの影響はほとんどなかった。

温室バラ生産において炭酸ガス施用が実用技術になっているアメリカ北部、カナダ、オランダなどに較べると収量増加の効果は大きくないが、冬季の品質向上の効果については、ロックウール栽培では冬季に落葉がやや軟弱になりやすいといわれていることから、特に注目される。

## 引用ならびに参考文献

1. 林 勇 (1972) バラの営利栽培—その技術と経営—農業図書 K K
2. 林 勇 (1980) バラ温室における炭酸ガス濃度の実態 施設利用による苗木の高効率増殖技術開発（総合助成成績書）49-50
3. 林 勇 編著 (1990) 切り花栽培の新技術 バラ上巻, 下巻 誠文堂新光社
4. Hand, D. W.; Cockshull, K. E. (1975) Roses 1 : The effects of CO<sub>2</sub> enrichment on winter bloom production. *Journal of Hort. Sci.* 50(3) 183-192
5. Hanan, J. J. et al (1978) *Greenhouse Management* Springer-Verlag
6. Jaarverslag (1968) Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland (Aalsmeer)
7. Lindstrom, R. S. (1965) Carbon dioxide and its effect on the growth of roses. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* 87:521-524
8. Masterlerz, J. (1987) Environmental factors, light, temperature and carbon dioxide. *Roses* 147-169

9. 理科年表 机上版 第63冊 (1990) 40-46
10. 田中千恵・林 勇・山田尚雄 (1990) 温室バラのロックウール耕における炭酸ガス施用技術 施設園芸技術高度化に関する共同研究事業報告 第1号：11. 鳥取園試 (1989) バラ切花における鮮度保持剤の開発 昭和63年度花き試験研究成績概要集 (公立) - 近畿・中国・四国・九州-

## Summary

Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) enrichment to the atmosphere of rose growing greenhouse atmospheres in winter is a common, efficient cultural practice in weak light rose growing countries such as the Netherlands, Canada, the northern parts of the United States, etc. In Japan cut rose cultivation is concentrated in areas with good winter light. So, while CO<sub>2</sub> enrichment for roses is an old practice, it is still a new one in Japan.

Studies on the feasibility and practical application of CO<sub>2</sub> enrichment to greenhouse rockwool culture rose atmospheres were undertaken over a period of four years from 1987 at the Kanagawa Horticultural Experiment Station. Kanagawa Prefecture faces to the Pacific Ocean and is one of the main cut rose production areas in Japan. Good light and moderate winter temperatures allow Kanagawa to lead as a winter rose production area.

Liquid CO<sub>2</sub> was applied from November to April by means of an infra-red gas analysis CO<sub>2</sub> monitor and controller (COS Limited Co. ). The greenhouse atmosphere was kept at a 1000 ppm CO<sub>2</sub> concentration from

about 30 minutes before sunrise (5:30 am to 6:30 am) until 9:00 to 10:00 am.

No significant results of CO<sub>2</sub> enrichment were observed in either 'Carl Red' or 'Sonia' roses. However, longer stem and increased stem weight were observed, especially in mid-winter, in the 'Bridal Pink' rose. Additionally, a moderate yield increase and stem length and weight increase were observed in the 'Pasadena' rose.

High temperatures of around 30°C within the greenhouse were sometimes observed in late mornings due to the closed ventilation while the CO<sub>2</sub> was being applied. Neither the quality nor the vase life of the cut flowers were affected by this high temperature.

The yield increase observed in the 'Pasadena' by CO<sub>2</sub> enrichment in Kanagawa were not as great as that of the data of the above mentioned foreign countries. Quality improvement of the 'Bridal Pink' and 'Pasadena' winter flowers would be a main concern for CO<sub>2</sub> enrichment in Kanagawa.

