

二酸化炭素 施用에 의한 배롱 나무 挿木의 發根 促進 效果

安 永 熙

中央大學校 園藝育種學科

Effect of CO₂ Enrichment on Semihardwood *Lagerstroemia indica* L. Cuttings in Enclosed Propagating Frame

Ahn, Young-Hee

Dept. of Horticultural Breeding, Chungang University

ABSTRACT

The present investigation was undertaken to determine if CO₂ enrichment promoted rooting and subsequent growth of *Lagerstroemia indica* L. cuttings. Cuttings were taken from the one-year-old semihardwood twigs, and rooted in enclosed propagation frame with enriched CO₂ levels (500-2000ppm) regulated by a gas monitor. The base of each cutting was dipped from 500 to 4000ppm naphthalenacetic acid. Rooting was determined after 3 months.

CO₂ enrichment during rooting increased the rooting percentage and number of roots per cutting, but nontreated cuttings rooted in low percentages producing one or two roots. The length of new shoots and dry weight of whole cuttings in CO₂ enrichment were significantly greater than those of the atmospheric controls. The organic and inorganic compounds concentration were measured as an indication of nutritional state in whole cuttings. As a result of CO₂ enrichment, carbohydrate, protein and inorganic compounds (total nitrogen, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO) concentration were higher than controls.

緒 言

최근 농업 생산에 있어 CO₂의 施用은 크게 관심이 집중되고 있다. 1, 7, 10, 11, 14, 16, 20, 25)

綠色植物의 生長과 分화를 위해 필수적인 光合成은 大氣中의 충분한 CO₂ 농도를 비롯하여 水分, 光, 온도, 양분 등의 環境要因이 모두 충족되어야 한다. 27) 그러나 현재까지의 栽培管理 방법은 주로 빛의 조절, 관수, 난방 및 환기, 시비, 除鹽作業 등에만 초점이

맞추어져 있었으므로, 작물 재배시 CO₂의 부족이 광합성의 제한 인자로 작용하는 경우가 대단히 많다. 18, 21) 일반적인 대기중의 CO₂ 농도는 약 300ppm 정도이지만 장소, 계절, 시각에 따라 현저한 차이가 날 수 있다. 18) 특히 施設栽培의 경우, 식물의 광합성이 활발하게 일어나는 낮동안에는 施設內의 CO₂ 농도가 현저하게 저하된다. 토마토 17) 재배온실에서 측정된 결과에 의하면 12時頃부터 14時 사이의 CO₂ 농도는 약 75ppm에 불과하였으며, 이 경우 작물의 광합성은 현

저하게 감소한다. 따라서 작물에 충분한 CO₂ 施用은 小額의 設備投資로 생산성 증대와 품질 향상 효과가 있음이 報告되었다.^{10, 12, 16, 29)}

장미¹⁰⁾를 비롯하나 화훼류²⁴⁾의 CO₂ 施用은 개화 수량의 증대, 꽃의 색채 및 기타 품질의 월등한 향상 효과가 보고되었다.¹⁸⁾ 黑岡¹⁶⁾ 등은 포도의 축성재배를 위해 長日處理와 CO₂의 다량 공급에 의한 新梢의 伸長促進, 水量의 증가, 糖度の 상승, 着色의 向上, 細根발달을 보고하였다. 또한 오이¹⁴⁾, 가지, 메론²⁵⁾, 딸기¹⁵⁾, 토마토 등의 果菜類 재배¹⁵⁾에서의 효과는 물론, 시금치, 쑥갓, 양상치, 무우, 당근과 같은 葉根菜類^{9, 29)}에서 생산성 향상과 비타민 C 및 糖함량의 증대를 보고하였다.¹¹⁾

또한 소나무속 수목의 삼목시 고농도의 CO₂ 처리는 삼수의 발근율, 발근수를 향상시킨 연구보고도 있다.⁸⁾

본 실험에 이용된 배롱나무는 수피가 아름답고 수형이 독특하며, 특히 개화기간이 길어 우수한 造景用 樹로 알려져 있다. 기존의 繁殖方法은 實生도 행하고 있지만, 주로 이른 봄철의 根插을 실시하고 있다. 그러나 根插은 插穗調製가 번거롭고 母樹로부터의 插穗 채취가 제한된다. 또한 휴면지나 반숙지를 삼목하기도 하는데 발근율은 그리 높은편이 아니다.

따라서 본 연구는 잎이 부착된 상태의 半熟枝에 auxin을 고농도로 처리하여, 밀폐된 삼상에 插木한 후, CO₂를 施用하여 插穗의 발근성적 향상 및 발근 후의 초기 성장 촉진 효과를 꾀하였으며, 여기에 나타난 결과를 면밀히 분석하여 今後 관상수 생산 분야에서의 이용가치를 고찰해 보고자 실시하였다.

材料 및 方法

본 실험은 中央大學校 원예육종학과 온실에서 1990년 7월 10일에 插木하여 同年 10월 10일에 나타난 結果를 조사하였다. 실험에 사용한 插床 및 제반 조건, 시료의 분석 방법 등은 다음과 같다.

1) 插床 : 삼목용도는 vermiculite 단용으로 사용하였으며, 삼상은 非密閉區, 密閉區, 密閉區에 CO₂ 處理를 행한 區로 구분하였다. 삼상의 밀폐는 polyethylene으로 터널형 밀폐를 하였다. 插床의 관리는 주기적인 환기 및 “다이젠 M-45” 살균제 살포를

행하였다. 관수를 비롯한 기타 관리는 관행에 준하였다.²²⁾

2) 插穗 : 삼수는 반숙지 상태의 배롱나무 1년생 가지를 채취하여 약 7cm 길이로 조제하였다. 下部의 절단부위에는 NAA(naphthaleneacetic acid) 무처리를 비롯한 500ppm, 1000ppm, 2000ppm, 4000ppm 용액을 3초간 처리하였다. 실험구 배치는 split split plot design으로 하였으며, 한 區당 30개 체를 2반복 하였다.

3) CO₂ 施用 : 삼각 플라스크에 CaCO₃와 HCl을 1.3g/ml로 혼합하여 CO₂ gas를 발생시켰다. 발생된 CO₂는 plastic 관을 사용하여 插床內로 공급하였다. 插床內部에는 赤外線式 CO₂ gas monitor (Sensonix GH-250E)를 설치하여, CO₂ 농도를 500~2000ppm이 유지되도록 하였다. CO₂는 매일 오전중(9시~12시)에 1회씩 施用하였다.

4) 試料分析 : 식물체의 有機物 함량 분석을 위하여, 잎, 줄기의 구분없이 全植物體 10g을 乳鉢에서 50mM tris-HCl buffer(pH 7.2)로 抽出하여, 2000×g로 15분간 원심분리 한 상등액을 이용하였다. total carbohydrate⁵⁾의 분석은 anthrone 發色法으로 amino acid²⁸⁾는 ninhydrin 방법으로, protein²⁶⁾은 Lowry방법에 의하여 정량하였다. Standard는 각각 glucose, L-leucine, BSA(bovine serum albumin)로 定하였다.

無機成分의 含量分析은 乾燥粉碎한 試料를 chat 變形法²⁾에 의하여 H₂SO₄-HClO₄-H₂O 混合液(1:18:11)으로 분해하여 全窒素는 indophenol blue 自動比色法에 의하여, P는 比色法으로, K, Ca, Mg 등의 陽이온은 原子吸光分析法으로 분석하였다.

結果 및 考察

배롱나무의 삼목 번식시 CO₂ 施用에 의한 삼수의 발근 촉진 효과는 표 1, 2, 3, 4를 비롯하여 그림 1, 2, 3에 나타나 있다.

표 1에 나타난 바와 같이 발근율은 대조구인 비밀폐구의 auxin 무처리 삼수가 10%의 성적을 보여 주었으나, 밀폐구에서의 무처리는 36.7%, 밀폐된 조건에서 CO₂ 공급구는 50%가 발근함으로서 CO₂ 사용의 효과가 인정되었다. 또한 CO₂ 처리구에서 NAA

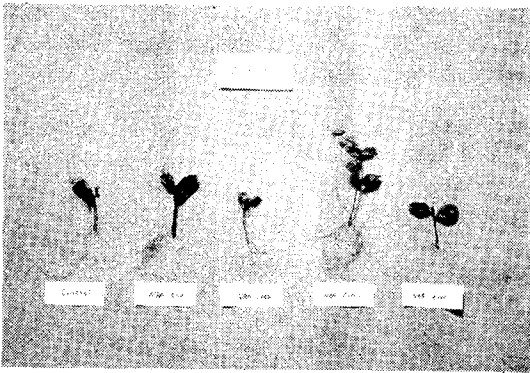


Fig. 1. Propagation of *Lagerstroemia indica* L. by semihardwood cuttings. Auxin treatments, left to right : control, NAA 500ppm, 1000ppm, 4000ppm.

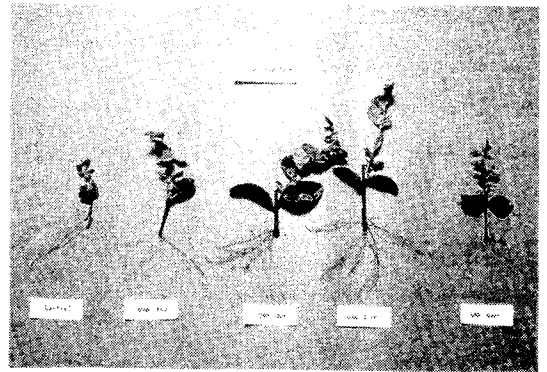


Fig. 2. Propagation of *Lagerstroemia indica* L. by semihardwood cuttings in closed moist room.

Table 1. Effect of exogenous auxin and CO₂ enrichment on rooting percentage of *Lagerstroemia indica* L. semihardwood cuttings.

Distinction	Treatment	Percentage rooted(%)
Control	Control	10.0
	NAA 500ppm	17.0
	NAA 1000ppm	10.0
	NAA 4000ppm	6.7
Enclosed propagating frame	Control	36.7
	NAA 500ppm	56.7
	NAA 1000ppm	63.4
	NAA 2000ppm	86.4
CO ₂ enrichment / enclosed propagating frame	NAA 4000ppm	56.7
	Control	50.0
	NAA 500ppm	90.0
	NAA 1000ppm	90.0
CO ₂ enrichment / enclosed propagating frame	NAA 2000ppm	83.4
	NAA 4000ppm	46.7

L.S.D. (5%) between environment 32.634
 between auxin enrichment 17.895

단순한 CO₂ 처리만으로도 현저한 發根向上 효과를 가져올 수 있다는 것을 示唆하고 있다.⁴⁾ CO₂ 施用區에서 NAA 2000ppm 처리는 12.80의 발근수로서 가장 월등한 성적을 나타내었다.

插穗에서 발생한 新梢의 길이는 표 3에서 보여주고 있다. 非密閉區의 auxin 무처리는 신초의 성장이 0.57cm를 나타내었고, NAA 2000ppm 처리에서도

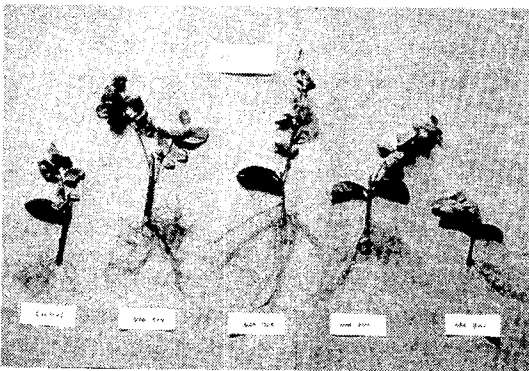


Fig. 3. Effect of CO₂ enrichment on the rooting of *Lagerstroemia indica* L. semihardwood cutting.

500ppm 및 1000ppm은 각각 90%가 발근하여 가장 높은 발근율을 나타내고 있다. 그러나 동일한 삼목상의 조건에서 NAA 2000ppm 처리는 83.4%가 發根하였고 NAA 4000ppm은 46.7%를 나타내어, auxin의 高濃度 처리에 의해 삼수의 발근율이 저하됨을 알 수 있었다. 이와같은 결과는 沈^{22, 23)} 등의 연구 결과에도 나타난 바 있다.

표 2는 插木 3個月後에 나타난 發根數를 보여주고 있다. 비밀폐구의 무처리에서 0.33개가 發根하였으나, CO₂ 施用區의 무처리는 6.93개가 발근하였다. 이와같은成績은 非密閉區에서 가장 발근수가 많았던 NAA 2000ppm 처리의 발근수 1.40에 比較하여도,

Table 2. Effect of exogenous auxin and CO₂ enrichment on number of root of *Lagerstroemia indica* L. semihardwood cuttings.

Distinction	Treatment	Mean no. of roots per cutting
Control	Control	0.33
	NAA 500ppm	1.00
	NAA 1000ppm	0.44
	NAA 2000ppm	1.40
	NAA 4000ppm	0.57
Enclosed propagating frame	Control	2.87
	NAA 500ppm	3.92
	NAA 1000ppm	5.44
	NAA 2000ppm	8.07
	NAA 4000ppm	4.77
CO ₂ enrichment / enclosed propagating frame	Control	6.93
	NAA 500ppm	10.47
	NAA 1000ppm	12.50
	NAA 2000ppm	12.80
	NAA 4000ppm	9.20
L.S.D. (5%)	between environment	3.904
	between auxin enrichment	3.449

Table 3. Effect of exogenous auxin and CO₂ enrichment on length of shoot of *Lagerstroemia indica* L. semihardwood cuttings.

Distinction	Treatment	Length of new shoots (cm)
Control	Control	0.57
	NAA 500ppm	1.00
	NAA 1000ppm	0.57
	NAA 2000ppm	1.47
	NAA 4000ppm	0.31
Enclosed propagating frame	Control	4.64
	NAA 500ppm	7.29
	NAA 1000ppm	8.76
	NAA 2000ppm	10.50
	NAA 4000ppm	6.08
CO ₂ enrichment / enclosed propagating frame	Control	9.30
	NAA 500ppm	16.14
	NAA 1000ppm	14.30
	NAA 2000ppm	12.10
	NAA 4000ppm	6.27
L.S.D. (5%)	between environment	4.931
	between auxin enrichment	2.204

47cm에 불과하였다. 이와같은 結果에 비하여 CO₂ 施用區에서는 무처리의 경우도 9.30cm의 신초 성장을 나타내었고, NAA 500ppm 처리에서는 16.14cm가 성장함으로써 CO₂의 사용이 삼수의 발근 촉진은 물론 신초의 성장에도 효과가 있음을 보여주고 있다. 이러한 결과는 French⁷⁾의 철쭉 삼목에서도 報告된 바 있다. 철쭉의 삼목시 CO₂ 施用은 삼수의 발근을 향상 및 신초의 성장을 촉진하였다.

표 4는 발근이 진행된 식물체의 乾物重을 나타내었다. 비밀폐구에서 가장 성적이 높은 NAA 500ppm의 건물중은 0.0232g이었다. 밀폐구에서는 NAA 2000ppm 처리가 0.0230g을 나타내었다. 그러나 CO₂는 시용구의 무처리는 0.3450g을 나타내었다. 이와 같은 결과는 표3에서의 결과와 더불어, CO₂ 처리는 삼수의 신초 발생 촉진 및 이에 따른 건물중 증가를 시사하고 있다. 이와같은 실험 결과는, CO₂ 농도의 증가가 식물체의 光合成 능력을 향상시켜, 同化物質의 생산 및 轉流를 촉진함으로써 일어난다고 思料된다.^{1, 8, 19)} Davis³⁾는 잎이 附着된 완두콩의 삼목시 삼수의 광합성이 현저하게 저하되는 현상을 밝혔다.

또한 포플라와 버드나무⁶⁾의 녹지삼목에서도, 정상적인 식물체에 비하여 삼수에서 광합성 능력의 低下가 보고된 바 있다. 이러한 현상은 삼목상의 CO₂ 水準을 높여줌으로서 插穗의 과합성을 向上시킬 수 있었다. 따라서 CO₂ 처리에 따른 삼수의 발근 및 성장 촉진은 광합성 능력의 向上에 따른 결과라고 고찰된다.^{1, 3, 4, 6, 7, 8)}

發根이 진행된 삼수의 營養條件을 이해하기 위하여, 비밀폐구와 CO₂ 처리구에서의 auxin 무처리에서 발근한 삼수를 試料로 有機化合物(표 5) 및 無機物(표 6)의 含量을 分析하였다. CO₂ 시용구에서 발근된 식물체에서 carbohydrate를 비롯하여 protein이 높게 나타났다. 표 6에서 나타난 무기물은 total nitrogen, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO 등의 함량이 CO₂ 시용구에서 발근된 삼수에서 높게 나타났다.

이상에서 나타난 結果에 의하면, 단순한 시설과 CO₂ 처리방법으로도 삼수의 현저한 발근을 향상시킬 수 있음이 밝혀졌다.

현재 농업 분야에서 CO₂의 사용은 施用方法 및 설

Table 4. Effect of exogenous auxin and CO₂ enrichment on dry weight of *Lagerstroemia indica* L. semihardwood cuttings.

Distinction	Treatment	Dry weight (g)
Control	Control	0.0193
	NAA 500ppm	0.0232
	NAA 1000ppm	0.0073
	NAA 2000ppm	0.0215
	NAA 4000ppm	0.0105
Enclosed propagating frame	Control	0.0820
	NAA 500ppm	0.1260
	NAA 1000ppm	0.1175
	NAA 2000ppm	0.2030
	NAA 4000ppm	0.1980
CO ₂ enrichment / enclosed propagating frame	Control	0.3450
	NAA 500ppm	0.1155
	NAA 1000ppm	0.1260
	NAA 2000ppm	0.2220
	NAA 4000ppm	0.1320
L.S.D. (5%)	between environment between auxin enrichment	0.9066 0.6972

Table 5. Comparison of organic compounds concentration in *Lagerstroemia indica* L. rooted cuttings.

	total carbohydrate μ mol /g(f.w.)*	amino acid μ mol /g(f.w.)	protein mg /g(f.w.)
control**	19	5.20	6.80
CO ₂ enrichment	31	4.83	7.50

*f. w : fresh weight

**without auxin treatment

Table 6. Comparison of inorganic compounds concentration in *Lagerstroemia indica* L. rooted cuttings.

	total N.*	P ₂ O ₅ *	K ₂ O*	CaO*	MgO*	Na*
control**	1.30	1.35	2.74	1.29	0.38	0.04
CO ₂ enrichment**	1.82	1.41	3.25	1.38	0.42	0.04

*expression unit : % /dry weight

**without auxin treatment

비, 시용 기구의 개량을 비롯하여 지구 환경문제 등의 제반 문제점¹³⁾을 지니고 있으나, 今後 관상수 재배 분야에서는 생산성 향상 및 품질 개선을 위해 실용 가능한 뛰어난 기술이라고 사료된다.

摘 要

배롱나무 半熟枝 插木 繁殖時, 插木床에 CO₂를 高濃度 施用하여, 삽수의 發根 促進 및 성장 효과를 시험하였다. 試驗區는 삽목상 非密閉區, 密閉區, CO₂ 시용구로 구분하여, 삽수를 auxin으로 처리한 후 삽목하였다. 발근 및 성장 조사는 삽목 3개월 후에 실시하였다.

1. 발근율, 발근수, 삽목후 발생한 신초의 길이, 건물중을 조사한 결과는 CO₂ 시용구에서 顯著的한 발근촉진 효과가 인정되었다. 삽목상 밀폐구는 비밀폐구에 비해 발근이 우수하였다.
2. 각 시험구에서 auxin은 2000ppm 처리가 가장 효과적이었다.

3. 비밀폐구 및 CO₂ 시용구에서의 삽수에서 유기물을 비롯한 무기물의 분석 결과는 CO₂ 시용구가 월등히 높은 함량을 나타내었다.
4. 이상의 결과에 의하여 관상수의 삽목시 CO₂의 공급은 삽수의 발근촉진 및 성장에 효과가 있음이 밝혀졌다.

引 用 文 獻

- 1) Beeson, R.C. and M.E.D. Graham. 1991. CO₂ enrichment of greenhouse roses affects neither Rubisco nor carbonic anhydrase activities. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6) : 1040-1045.
- 2) Chat, M.G. 1966. Acad. Agric. Fr. 52 : 1087-1093.
- 3) Davis, T.D. and J.R. Potter. 1981. Current

- photosynthate as a limiting factor in adventitious root formation on leafy pea cutting.
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 278-282.
- 4) Davis, T.D. and J.R. Potter. 1983. High CO₂ applied to cuttings: effects on rooting and subsequent growth in ornamental species. HortScience 18 : 194-196.
 - 5) Dreywood, R. 1946. Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. p. 18 : 449.
 - 6) Eliasson, L. and L. Brunes. 1980. Light effects on root formation in aspen and willow cuttings. Physiol. Plant. 48 : 261-265.
 - 7) French, C. J. 1989. Propagation and Subsequent growth of Rhododendron Cuttings : varied response to CO₂ enrichment and supplementary lighting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(2) : 251-259.
 - 8) Hare, R. C. 1974. Chemical and environmental treatments promoting rooting of pine cuttings. Can. J. For. Res. 4 : 101-106.
 - 9) Hartz, T. K., A. Baameur, and D. B. Holt. 1991. Carbon dioxide enrichment of high-value crops under tunnel culture. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6) : 970-973.
 - 10) 林勇. 1990. 國際化に對應する切花花きの生産技術(8) バラの切り花生産性向上と技術開發(1). 農業および園藝. 65(10) : 1185-1190.
 - 11) 星岳彦. 岡野利明. 小酒井一嘉. 寺添齊. 1983. 高能率野菜生産技術の開發(3). 電力中研究報告. U88008 : 1-42.
 - 12) 伊東正. 1973. 蔬菜の生育生理におよぼす炭酸ガス環境の影響. 千葉大學園藝學部特別報告. 7 : 1-134.
 - 13) 川島信彦. 1985. 葉根菜類に對する炭酸ガス施用効果と實際. 農業および園藝. 60 : 1037-1041.
 - 14) 川島信彦. 1991. 施設栽培におけるCO₂施用の現状と課題. 農業氣象. 47(3) : 177-182.
 - 15) 川島信彦. 1991. 施設内におけるCO₂施用に関する研究. 奈良農試研究報告. 22 : 65-72.
 - 16) 黒岡浩. 福長信吾. 湯田英二. 中川昌一. 堀内昭作. 1990. CO₂施用がブドウ“臣峰”の生育と果實品質に及ぼす影響. 日本園藝學會誌. 59(3) : 463-470.
 - 17) 河野徳義. 1987. 促成栽培トマトの生育に伴う換氣ハウスの氣象特性およびCO₂濃度の變化. 農業氣象. 43(1) : 15-20.
 - 18) 三浦泰昌. 1983. 冬期におけるカーネーション温室内外の日射量, 氣温と炭酸ガス濃度の日變化の關係, ならびに温室内の炭酸ガス濃度が光合成に及ぼす影響. 神奈川園試研究報告. 30 : 54-60.
 - 19) Mortensen, L. M. 1984. Photosynthetic adaptation in CO₂ enriched air and the effect of intermittent CO₂ application on greenhouse plants. Acta Hort. 162 : 153-158.
 - 20) 内藤文男. 1975. 炭酸ガス施用栽培の現状と問題点. 施設園藝要覽. pp. 143-157. 日本施設園藝協會.
 - 21) Sherwood B. I. 1988. Three phases of plant response to atmospheric CO₂ enrichment. Plant Physiol. 87 : 5-7.
 - 22) 沈慶久. 安永熙. 黃重樂. 李基諒. 1984. 다래 密閉삼목시 발근 촉진제 처리와 插木床 온도 차이가 발근에 미치는 영향. 成大論文集(自然系) 35(1) : 255-259.
 - 23) 沈慶久. 李貞植. 安永熙. 1985. 산철쭉 밀폐 삼목에 영향하는 要因에 관한 연구. 韓國園藝學會誌. 26(2) : 163-168.
 - 24) Spencer, W. and G. Bowes. 1986. Photosynthesis and growth of water hyacinth under CO₂ enrichment. Plant Physiol. 82 : 528-533.
 - 25) 戸田幹彦. 鈴木徹司. 木村進. 中村新市. 岩崎正男. 1982. 温室 メロンの炭酸ガス施用に関する研究. 静岡農試研究報告. 27 : 9-19.
 - 26) 菅原潔. 副島正美. 1981. 蛋白質の定量法(第2版). 學會出版センター(東京). pp 117-130.
 - 27) 矢島正晴. 1991. 作物の光合成, 作物生産とCO₂濃度上昇. 農業および園藝. 66(1) : 95-102.

- 28) Yemn, E. W. and E. C. Cocking. 1955.
The determination of amino acids with
ninhydrin, Analyst 80 : 209-213.
- 29) 吉岡宏. 1990. 寡日昭地域における施設野菜に
對するCO₂施用效果. 農業および園藝. 65(12)
: 1380-1384.