

植物生長調節劑 Carbofuran 이 벼 生育에 미치는 影響

金 純 哲*

Effect of Carbofuran on Rice Growth

Kim, Soon-chul*

ABSTRACT

The effect of carbofuran (2, 3-Dihydro-2.2-dimethyl-benzofuran-7-ylmethyl carbamate) on rice growth was evaluated as a direct growth stimulant of rice. For this, several laboratory and field trials conducted from 1981 to 1986 at the Yeongnam Crop Experiment Station. Carbofuran solution affected the germination of rice seed. The growth of seminal roots was adversely affected by the increase of carbofuran concentrations while the length of single root became longer with the concentration increment up to 50 ppm. Carbofuran application (0.18g ai/m²) at the rice nurserybed significantly enhanced the rice growth and recovered from the low temperature damage. The enhancement effect was more pronounced at the plot that applied carbofuran before rice seeding as soil incorporation than top-dressing. The effect of growth enhancement further extended to transplanted lowland rice. This effect was greater at double cropping area (late of June transplanting) compared to single cropping area (May transplanting). Among important agronomic traits, the increment of panicle number was the most important direct effect for increasing rice grain yield by carbofuran application. Carbofuran application also exhibited the reducing effect against low temperature damage at reductive division stage and at rice heading stage and against submergence damage at booting stage through enhancement of fertile grain ratio, ripening ratio or photosynthetic activity.

Key words: carbofuran, low temperature damage, growth stimulant, germination, soil incorporation, top-dressing, cropping area.

緒 言

植物生長調節劑가 農業生産에 利用되기 始作한 時期는 엄밀한 意味로 볼 때 紀元前으로 거슬러 올라갈 수 있다. 왜냐하면 이미 이 때 中東地方에서는 無花果의 열매를 얻기 위해 올리브油를 使用하였는데, 이것은 오늘날의 ethylene 使用原理와 같기 때문이다.¹⁾ 그러나 體系的이고 商業的으로 使用되기 始作한 것은 pineapple 花芽促進을 위해 ethylene을 使用한 것과 1940年代의 auxin과 naphthalene acetic acid (NAA)가 商業化에 의해 生長調節劑로 開發이 本格化하였고 또한 重要性을 認定받기 始作한 것으로 볼

수 있다. 以後 生長調節劑 分野는 發展을 거듭하여 오늘날에는 auxins, gibberellins, cytokinins, abscisic acid (ABA), ethylene 및 brassinolides 등으로 나누어지게 되었다.

農藥은 때때로 開發當時 本來의 目的 以外 또 다른 作用性을 나타낼 경우가 있다. 20世紀 代表的인 除草劑라 할 수 있는 2,4-D는 本來 生長調節劑로 開發되었던 것이며, 그리고 稻熱病 防除劑로 開發된 IBP와 Isoprothiolan¹⁹⁾의 倒伏防止 効果와 健苗 育成効果, 非選擇性除草劑로 開發된 diquat와 glyphosate의 穀物乾燥効果, 殺蟲劑인 carbofuran의 生育增進效果^{6, 9, 10, 17, 18)} 등은 좋은 例가 된다. 이 중에서도 carbofuran의 경우 담배¹¹⁾, 수수, 옥수수²⁾, 콩¹²⁾

* 嶺南作物試驗場 (Yeongnam Crop Experiment Station)

과 같은 田作物에 대해서는 比較的 오래전부터 報告가 있었으나 벼에 대해서는 1970年代末부터 몇 件의 研究論文이 報告되고 있다.^{1, 6, 9, 10, 16)}

本 報告는 carbofuran의 殺蟲效果를 除外한 벼 生育影響을 一連의 試驗을 通하여 檢討하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 1981년부터 1986년까지 嶺南作物試驗場에서 室內 및 圃場試驗으로 實施되었으며 基本的인 벼 栽培方法은 嶺南作物試驗場의 標準栽培法에 따랐고 主要生育調查와 收量調查는 國際米作研究所方法^{3, 20)}을 利用하였다. 그리고 carbofuran의 殺蟲效果를 排除하고 生長調節效果만 얻기 위해 모든 試驗에서 病蟲害防除는 徹底히 하였다. 其他 試驗種類別 品種과 處理內容은 다음과 같다.

1. 벼種子發芽에 대한 影響

Carbofuran의 濃度別 벼 發芽에 대한 影響을 알기 위해 1984年 4月~5月 사이 統一型品種(印度型/日本型)인 密陽42號를 使用하여, 催芽를 시킨 種子와 浸種만 시키고 催芽를 시키지 않은 種子로 區分하여 carbofuran의 濃度를 0, 5, 10, 50, 100ppm으로 調節된 사례(直徑 9cm)에서 各 處理當 5回反復으로 實施하였다. 苗 生育調查는 處理後 15日에 地上部生育과 地下部生育을 區分하여 調查하였으며, 本實驗에 使用된 carbofuran은 85%의 水和劑를 利用하였다.

2. 못자리 苗 生育에 미치는 影響

못자리 期間中의 苗 生育 影響은 肥料에 대한 反應, 赤枯被害에 대한 反應 그리고 處理 時期에 대한 反應으로 나누어 試驗이 이루어졌으며 肥料에 대한 反應 試驗에서는 1984年 三剛벼(統一型)를 使用하여 3要素를 15-15-15g ai/m² 處理한 區와 無肥區를 設定하고, 여기에 다시 carbofuran을 播種直前에 0.18g ai/m² 處理하는 區와 하지 않은 區를 만들어 5月 10日에 m²當 90g 水準으로 播種하여 效果를 比較하였다.

다음으로 赤枯被害 輕減效果 試驗에서는 1984年, 統一型 品種中에서 赤枯가 比較的 잘 나타나는 七星벼를 4月 25日에 播種하여 保溫育苗을 하고, 5月 10日에 비닐을 完全히 除去하여 赤枯를 誘發시켰으며, 赤枯가 80% 以上 發生된 5月 25日에 尿素

(4.6g ai/m²)와 carbofuran(0.18g ai/m²)을 葉面施肥 또는 撒布하였다. 處理後 2日間隔으로 赤枯回復程度를 調查하고 5月 30日에는 苗 生育程度를 比較하였다.

그리고 carbofuran의 處理時期效果를 알기 위해서는 1985年 七星벼를 4月 15日에 播種하면서 carbofuran(0.18g ai/m²)을 播種前, vinyl除去 2日 前, vinyl除去 2日後 處理로 나누어 調查하였다. 위의 3種類 試驗은 모두 亂塊法 3反復으로 實施되었다.

3. 本畚生育 影響

本畚生育 影響은 1毛作畚과 2毛作畚 對象으로 區分되는데 2毛作畚 對象試驗은 1981年 6月 20日에 三剛벼를 機械移秧(35日苗)하여 carbofuran 1.8kg ai/ha를 移秧 1日前과 移秧 25日後 處理한 試驗과 1982年 6月 25日에 三剛벼를 손移秧(45日苗)하여 carbofuran 1.8kg ai/ha를 移秧直前에 處理한 試驗으로 實施되었고, 一毛作畚 對象試驗으로는 1983年 南禮벼(統一型)와 常豐벼(日本型)를 使用하여 5月 27日 손移秧하고, carbofuran(1.8kg ai/ha)을 處理한 區와 處理하지 않은 區를 나누어 實施하였다.

다음으로 本畚試驗中에서도 低溫이나 浸冠水被害에 대한 carbofuran의 效果를 檢討하였는데 低溫에 대한 影響을 알기 위해서는 1981年 5月 21日에 50日苗의 靑靑벼(統一型)를 1/5000a wagner pot에 移植하여 carbofuran(1.8kg ai/ha)을 移秧 1日前과 移秧後 25日에 處理하고 난 다음 生育時期別로 移秧 1日前, 減數分裂期, 出穗期에 17℃ 低溫으로 10日間 處理하여 生育反應을 無處理와 比較하였고 浸冠水에 대한 影響을 알기 위해서는 1985年 6月 10日에 三剛벼와 洛東벼를 1/5000a wagner pot에 移秧하여 벼 穗朶期에 2日間 冠水處理를 하였는데 carbofuran處理의 效果를 알기 위해 0.18g ai/m²를 冠水處理前 2日, 後 2日에 各各 處理하였다. 그리고 '86年度에는 '85年度 結果를 確認하기 위해 洛東벼를 5月 31日에 1/5000a wagner pot에 移植하고 減數分裂期 2日間의 冠水處理 7日前과 直後에 各各 carbofuran을(0.18g ai/m²) 處理하고 經時的으로 光合成을 測定하였다.

本畚試驗에 利用된 配置法은 圃場試驗의 경우 亂塊法 3反復으로, 그리고 pot試驗의 경우는 完全任意配置 3反復으로 하였다.

Table 1. Effect of carbofuran on rice germination. YCES, 1984

Seed Regime	Concentration (ppm)	Plant Height (cm)	Leaf Number	Root Number	Root Length(cm)					Total
					1	2	3	4	5	
Intact	0	6.6	3.6	5.0	2.8	3.3	3.7	3.1	3.0	15.9
	5	7.2	3.4	2.4	7.4	0.8	0.6	-	-	8.8
	10	5.7	3.3	1.4	5.7	1.4	-	-	-	7.1
	50	6.0	3.5	1.4	6.0	1.3	-	-	-	7.3
	100	5.7	3.5	1.0	4.7	-	-	-	-	4.7
Pre-germinated	0	6.0	4.0	5.0	3.1	3.4	3.3	3.3	3.4	16.4
	5	5.6	3.3	2.2	3.0	1.2	0.8	-	-	5.0
	10	5.9	3.5	1.2	6.3	1.2	-	-	-	7.5
	50	5.5	3.6	1.0	4.9	-	-	-	-	4.9
	100	0	0	0	0	-	-	-	-	-

* Rice cultivar : Milyang 42. (Indica/Japonica)

結果 및 考察

1. 벼種子發芽에 미치는 影響

지금까지 얻어진 結果에 의하면 carbofuran 處理는 벼뿌리 發達을 促進시키는 것으로 알려져 있는데 (16, 17, 18) 이들 報告는 주로 量的인 側面에 根據하였다. carbofuran이 벼種子發芽에 미치는 影響을 알기 위해 密陽 42號의 催芽種子와 無催芽種子를 carbofuran 濃度別로 處理한 結果는 表 1과 같다. 表 1에서 보는 바와 같이 carbofuran은 地上部 生育보다 地下部 生育에 더 크게 影響을 미치고 있음을 알 수 있다. carbofuran의 濃度가 높아짐에 따라 苗草長과 葉數는 그다지 影響을 받지 않으나 뿌리 生育은 크게 抑制을 받고 있는데 主原因은 發生되는 뿌리수의 減少에 있었다. 催芽種子이든 無催芽種子이든 다같이 carbofuran 濃度가 50ppm까지는 비록 發生되는 뿌리수가 減少하지만 個當 뿌리 길이는 길어지는 特徵을 보여주고 있으며, 가장 高濃度인 100ppm에서는

無催芽種子의 경우는 地下部 生育만 抑制을 받지만 催芽種子의 경우는 오히려 전혀 生育이 되지 않았다. 이와 같은 現象은 다시 種子內 酵素作用이나 內生長 hormone과의 相互作用性的인 側面과 아울러 品種의 인 側面에서 檢討되어야 할 것으로 본다.

2. 못자리 苗生育 影響

1970年代 初 統一品種이 開發되면서부터 못자리 樣式도 以前의 물못자리 樣式에서 保溫折衷式 못자리 樣式으로 바뀌어졌는데, 이것은 移秧期가 앞당겨짐에 따른 育苗期の 低溫障害를 克服하기 위한 結果로써, 現在의 統一型 品種 뿐만 아니라 日本型 品種이 70年代 以前보다 收量性이 10a當 100kg 以上 더 증가하게 된 主要 要因으로 分析되고 있다. 現在까지 밝혀진 保溫折衷式 못자리 樣式에서의 主要 問題點으로는 統一型品種의 初期 低溫障害와 通風純化 管理를 들 수 있다. 이와 같은 問題點 解決에 carbofuran 이 多少間 도움이 될 수 있을 것인지를 檢討한 結果가 表 2~5에 있다. 表 2는 3要素 標準施肥區와 無肥

Table 2. Some agronomic traits as affected by fertilizer and carbofuran. YCES, 1984.

Treatment	Plant Height (cm)	Tiller Number	Leaf Number	Healthy Score (mg/cm)	Fresh weight (mg/seedling)			
					Leaf Blade	Leaf Sheath	Root	Total
N.P.K + carbofuran	21.3a	0.3	6.2a	5.8	3.6	6.2	2.4	12.2a
Carbofuran	21.2a	0.9	6.2a	6.6	4.3	5.4	3.4	13.1b
Untreated control	16.7b	0	5.4b	5.1	2.2	2.9	1.4	6.5b

* Rice cultivar : Samgangbyeon (Indica/Japonica)

* Seeding : May 10, 1984

* Dosage : Carbofuran = 0.18 g ai/m², N-P-K = 15-15-15 g ai/m²

Table 3. Recovery effect of leaf discoloration caused by low temperature. YCES, 1985

Treatment	Leaf Discoloration(0-9)				May 30			Discoloration (%)	Fresh weight (mg/seedling)	Dry weight (%)
	May 25	May 27	May 29	June 2	Plant Height (cm)	Leaf Number	Root Activity			
Untreated check	8	6	5	3	16.6	5.9	28.8	17.4	260	23.1
Urea (4.6g ai/m ²)	8	6	4	2	17.8	6.1	46.4	17.2	366	22.2
Carbofuran (0.18g ai/m ²)	8	4	2	1	24.8	6.3	42.2	14.6	465	21.7

* Urea and carbofuran were topdressed by spraying solution for urea and broadcasting for carbofuran, respectively.

* Rice cultivar : Chilseoungbyeo (Indica/Japonica)

* Seeding : April 25, 1985.

區에서의 carbofuran의 效果를 試驗한 結果인데, carbofuran의 生育增進效果는 3要素施肥區보다 無肥區에서 뚜렷이 나타나고 있는데 地上部와 地下部 모두가 無肥區보다 越等하였다. 그러나 3要素施肥區에서는 成苗率만 약간 높으나 生育增進效果가 極히 微微하였다. 이러한 結果는 어떤 面에서 볼 때 carbofuran의 生育促進效果는 不良環境條件에서 더 높다고 한 Venugopal과 Litsinger^{17,18)}의 報告와 無關하지 않다는 것을 暗示하여 준다.

다음으로 低溫에 의한 赤枯被害輕減效果를 檢討하기 위해 統一型品種中에서 比較的 赤枯가 잘 發生되는 七星벼를 4月 25日에 播種하고 5月 10日 前後하여 vinyl을 除去하고 赤枯가 完全히 發生된 5月 25日에 尿素와 carbofuran을 葉面施肥 또는 散播하여 赤枯回復過程을 調査한 結果는 表 3과 같다. 赤枯回復程度는 carbofuran 處理區에서 가장 빨리 즉, 24時間 後부터 나타나기 始作하여 處理 5日後인 5月 30日을 前後하여 거의 完全히 回復되었다. 그리고 苗生育에 있어서는 特別히 地上部 生育이 크게 促進되

었고 뿌리 活力도 無處理區보다 越等히 높았다. 한편 尿素葉面施肥區에서도 赤枯回復效果와 苗生育增進效果가 있었으나 carbofuran 處理效果에는 미치지 못하였다. 그러면 carbofuran 處理에 의한 赤枯回復은 破壞된 葉綠素의 再生에 의한 것인지 아니면 다음 잎의 生育促進에 의해 赤枯葉比率이 낮아지기 때문인지를 알기 위해 葉位別로 잎의 길이와 赤枯 길이를 調査하여 본 結果 表 4와 같이 carbofuran 處理는 赤枯 自體를 回復시키는 것이 아니라 葉伸長 促進에 의해 赤枯比率이 相對적으로 낮아지게 만드는 것을 알 수 있다. 表 4의 第 2葉에서 赤枯比率이 높은 것은 自然枯死에 의한 것이었다.

앞의 두 試驗結果로 미루어 보아 carbofuran 處理는 못자리에서 벼 生育을 增進시키는 效果가 있음을 나타냈는데 그러면 못자리 期間中에서도 어느 時期에 處理하는 것이 가장 效果가 높을 것인가에 대해 疑問이 생긴다. 이와 같은 疑問을 解決하기 위해 七星벼를 4月 15日에 播種하고 carbofuran을 播種前, 5月 10日 vinyl除去 2日前, vinyl除去 2日後에

Table 4. Leaf length of total and discolorized portion in association with leaf order. YCES, 1985.

Treatment	Item	Leaf length in association with leaf order (cm)							
		1	2	3	4	5	6	7	Total
Untreated check	' Total	0	2.3	7.7	7.7	9.7	8.9	0	36.3
	' Discolorized	0	1.8	0.6	1.4	2.5	0	0	6.3
			(78)	(8)	(18)	(26)	(0)		(17)
Urea (4.6g ai/m ²)	' Total	0	3.5	7.7	7.2	8.9	10.6	1.6	39.5
	' Discolorized	0	2.4	0.7	1.1	2.6	0	0	6.8
			(69)	(9)	(15)	(29)	(0)	(0)	(17)
Carbofuran (0.18g ai/m ²)	' Total	0	3.9	7.7	8.0	10.9	12.3	3.9	46.7
	' Discolorized	0	2.7	0.1	0.5	3.5	0	0	6.8
			(69)	(1)	(6)	(32)	(0)	(0)	(15)

* Rice cultivar : Chilseoungbyeo (Ind./Jap.)

* Seeding : April 25, 1985.

* () ; Ratio of discolorized leaf.

Table 5. Effect of carbofuran on seedling growth of rice at nurserybed. YCES, 1985.

Treatment	Discoloration score (0-9)	Chlorophyll content (mg/Fwg)	Plant height (cm)	Dry weight (mg/seedling)	Health score (mg/cm)	4-factors summed growth(%)
Untreated control	9	2.65 d	13.1 b	17.0 c	1.30	100
Carbofuran(0.18 g ai/m ²)						
' Soil incorporation before seeding	6	3.80 a	15.3 a	20.7 a	1.35	122
' Two-days before vinyl removal	6	3.69 b	13.4 b	20.3 a	1.51	119
' Two-days after vinyl removal	7	2.87 c	13.9 b	19.0 b	1.37	108

* Rice cultivar : Chilseoungbyeo (Indica/Japonica)

* Seeding : April 15, 1985

* 4-factors summed growth : relative growth of all but discoloration score agronomic traits.

Table 6. Agronomic traits and yield components as affected by carbofuran. YCES, 1981.

Treatment	Heading	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Panicle number (/hill)	Exsertion (cm)	Spikelet number	Ripened grain (%)	Fertilized grain (%)	1,000 brown rice weight (g)	Yield(t/ha) (Polished-rice)	Index
Carbofuran (1.8kg ai/ha)											
' 1 DBT	Aug. 23	69	22.9	10.7	1.2	109	78.6	92.2	24.7	5.28a	118
' 25 DAT	Aug. 23	68	21.8	11.1	1.7	98	77.5	92.3	25.0	4.95a	111
Untreated control	Aug. 23	67	22.9	10.5	1.6	101	76.8	91.8	24.7	4.46b	100

* Rice cultivar : Cheongcheongbyeo (Indica/Japonica)

* Transplanting : June 20, 1981 (35-days old seedling)

* DB(A)T = Day before(after) transplanting.

Table 7. Several agronomic traits, yield component and grain yield of rice. YCES, 1982.

Treatment	Heading	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Panicle number (/hill)	Panicle exsertion(cm)	Spikelet number	Fertilized grain (%)	Ripened grain (%)	1,000 brown rice (g)	Yield(t/ha) (brown rice)	Index
Carbofuran (1.8kg ai/ha)	Aug. 20	77	22.2	11.3	7.3	122	95.0	92.5	18.9	5.71a	110
Untreated control	Aug. 20	73	21.6	10.7	6.8	119	95.4	92.5	18.7	5.20b	100

* Rice cultivar : Samgangbyeo (Indica/Japonica)

* Transplanting : June 25, 1982 (45 days old seedling)

處理하였는데, 그 결과 表5와 같이 播種前 處理가 가장 좋은 生育을 보였고 그 다음으로 vinyl 除去前 處理, vinyl除去後 處理의 順으로 나타나고 있는 點으로 미루어 볼 때 carbofuran 處理는 豫防의 效果가 治療的인 效果보다 높다는 것을 알 수 있다.

3. 本畚 生育 影響

本畚에 대한 生育 影響에 있어서는 1毛作畚과 2毛作畚으로 區分하여 實施하였는데, 2毛作畚 栽培에서는 氣象災害의 被害憂慮가 높기 때문에 이에

더욱 置重하였다. 2毛作畚에 대한 檢討는 1981~82 年에 걸쳐 實施하였는데 1981年度의 結果(表6)와 1982年度의 結果(表7)를 比較하여 보면 最終的인 收量增收效果는 10~18% 範圍를 나타내고 있으나 增收要因에 있어서는 큰 差異를 보이고 있다. 이들 要因을 比較하여 보면 1981年度에는 稔實比率이나 登熟比率이 多少 無處理보다 높은 편이었으며 carbofuran 處理時期效果에 있어서는 移秧前 處理가 移秧後 25日 處理보다 效果가 높은 傾向이었다. 그러나 1982年度의 경우는 稈長을 비롯한 모든 收量構成要

Table 8. Effect of carbofuran on chlorophyll content, photosynthetic activity and insect incidence. YCES, 1982.

Treatment	Rice leaf miner (0-9)	Chlorophyll content (Chl a+b mg/D.wg)	Photosynthetic activity (CO ₂ mg/dm ² /h)
Untreated control	4	9.78 b	29.0 b
Carbofuran (1.8kg ai/ha)	0	10.42a	40.0a

수가增大되었는데 그 중에서도 특히穗數增加要因이 가장 크게 나타났다(그림 1). 그리고本試驗期間中에 carbofuran 處理區가 더욱濃綠色을 띄고 있어葉綠素含量과光合成能力을測定한結果는表8과 같이 carbofuran 處理區가葉綠素含量도 많고光合成能力도 높게維持하였다. 1982年度의試驗結果는 지금까지報告된 Venugopal과 Litsinger의結果^{17, 18)}와草長伸長促進,穗數增大 및增收面에서는 같았으나成熟期短縮效果面에서는差異를 보였다. 다음으로1毛作畝의試驗結果를 살펴보면表9와 같은데品種間的收量反應은差異가 있지만穗數와乾物重이 carbofuran 處理에 의해 많고, 무거웠으며, 또한葉面積도 많아지는傾向은 두品種 다 같았다. 그러나全體의으로 볼 때 carbofuran의生育增進效果는1毛作畝보다는2毛作畝에서 높은傾向으로 나타났다.

다음으로 생각해 볼 수 있는事項은 carbofuran의生育增進效果가本畝生育中에서도低溫이나浸冠水

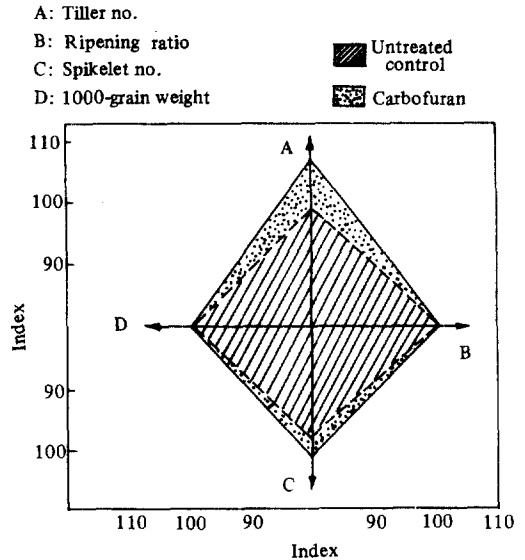


Fig. 1. Comparison of yield components between untreated control plot and carbofuran plot. YCES, 1982.

Table 9. Several agronomic traits of rice as affected by carbofuran application. YCES, 1983

Cultivar and Treatment	30 DAT				Heading date	Rice Heading				Culm length (cm)	Panicle number (no/m ²)	Grain yield (t/ha)	Index
	Plant height (cm)	Tiller number	Dry weight (g/hill)	LAI		Plant height (cm)	Tiller number (no/hill)	Dry weight (g/hill)	LAI				
Nampoongbyeon (Ind./Jap.)													
Untreated control	42	22.9	11.0	2.2	Aug. 11	94	17.4	45.3	6.7	75	318	8.22	100
Carbofuran (1.8kg ai/ha)	44	23.9	11.2	2.2	Aug. 11	91	19.2	51.3	7.1	79	327	8.36	101
Sangpoongbyeon (Japonica)													
Untreated control	48	19.8	9.7	1.9	Jul. 31	96	15.7	38.0	4.2	71	256	4.88	100
Carbofuran (1.8kg ai/ha)	48	20.0	9.0	1.8	Jul. 30	94	16.5	43.1	4.7	71	268	5.25	108

* Transplanting : May 27, 1983.

* DAT = day after transplanting.

* Carbofuran was applied just before rice transplanting.

와 같은 氣象災害에 대해서도 輕減효과가 있을 것인 지를 들 수 있다. 이와 같은 궁금증을 解決하기 위해 우선 靑靑벼를 5月 21日에 移秧하고 carbofuran을 移秧 1日前과 移秧後 25日에 處理하는 區를 두어 減數分裂期와 出穗期에 各各 10日間 17°C 低溫處理를 하여 본 結果, 表 10과 같은 成績을 얻었다. 全體的인 傾向으로 볼 때 carbofuran 處理는 無處理에 비해 稈長이 길어지고 抽穗程度도 向上되고 稔實比率과 登熟率을 크게 向上시켰는데 이들 要因들의 向上程度는 低溫處理區가 더욱 顯著하였다. 마지막으로 浸冠水被害에 대한 生育增進효과를 檢討하였는데 1985年度에 三剛벼와 洛東벼를 6月 10日에 移秧하고 벼穗

朶期 2日間の 冠水處理를 前後하여 carbofuran을 處理하여 無處理區와 比較하여 본 結果 表 11과 같으며 두 品種 다같이 carbofuran 處理에 의해 冠水被害가 輕減되었는데, 그 程度는 冠水處理 前에 carbofuran을 處理하는 것이 冠水處理 後에 carbofuran을 處理하는 것보다 높았다. 이와 같은 結果를 再確認 하기 위해 1986年 洛東벼를 利用하여 減數分裂期 2日間 冠水を 前後하여 冠水 7日前과 冠水直後에 各各 carbofuran을 處理하고 冠水處理 10日後에 光合成을 測定한 結果(表 12)에서도 立證되었다. 이러한 點으로 미루어 볼 때 氣象災害에 대한 carbofuran 効果는 앞서 못자리 벼生育의 경우와 같이 治療的인 效果

Table 10. Effect of carbofuran on reducing effect of low-temperature. YCES, 1981.

Treatment	Heading	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Exsertion (cm)	Ripened grain (%)	Fertilized grain (%)	Sterilized grain (%)
Carbofuran Application (1.8kg ai/ha)							
' 1-day before transplanting							
- Reductive division stage	Aug. 15	40	20.9	-7.8	58.3	68.9	31.1
- Heading stage	Aug. 4	46	20.9	-5.7	72.3	89.3	10.7
- Check	Aug. 4	46	20.3	-3.3	85.7	94.3	5.7
' 25-days after transplanting							
- Reductive division stage	Aug. 15	39	21.6	-6.9	48.6	59.4	40.6
- Heading stage	Aug. 4	43	20.3	-7.0	72.6	91.4	8.6
- Check	Aug. 4	41	20.0	-6.6	75.5	93.5	6.5
Untreated Control							
- Reduction division stage	Aug. 15	36	22.0	-9.9	35.2	55.1	44.9
- Heading stage	Aug. 4	41	19.9	-7.5	54.3	77.8	22.2
- Check	Aug. 4	41	26.7	-6.1	77.2	88.8	11.2

* Rice cultivar : Cheongcheongbyeo (Indica/Japonica)

* Transplanting : May 21, 1981 (50-days-old seedling)

* Growth stage means the time for low-temperature treatment(17°C) for 10 days.

Table 11. Effect of carbofuran on submergence damage at rice booting stage. YCES, 1985.

Cultivar	Treatment	Culm length (cm)	Panicle number (no./hill)	Dry weight (g/hill)	Grain yield (g/hill)	4-factors summed growth (%)	2-factors summed growth (%)
Samgangbyeo (Ind./Jap.)	Untreated control	71.5	16.1	32.7 c	15.8 b	100	100
	Carbofuran (0.18g ai/m ²)						
	' Before submergence	70.6	18.0	38.3 a	19.0 a	112	119
	' After submergence	70.0	17.7	36.0 b	17.8 a	108	112
Nakdongbyeo (Japonica)	Untreated control	78.2	17.2	26.2 c	16.1 b	100	100
	Carbofuran (0.18g ai/m ²)						
	' Before submergence	76.1	17.2	32.1 a	17.7 a	108	117
	' After submergence	77.1	17.2	29.5 b	15.1 b	102	104

* Transplanting : June 10, 1985 (3 seedlings/hill).

* 4-factors summed growth : relative growth rate of all agronomic traits.

* 2-factors summed growth : relative growth rate of dry weight and grain yield.

Table 12. Reducing effect of carbofuran from submergence damage in association with application time. YCES, 1986.

Application	Heading date	Fertilized grain (%)	Grain yield (g/pot)	Photosynthesis (CO ₂ mg/hr/pot)			
				Aug. 3	Aug. 4	Aug. 6	Aug. 10
7 DBS	Aug. 12	58.7	13.3	350	462	573	637
1 DAS	Aug. 13	53.0	11.2	271	430	542	573

* DB(A)S : Days before (after) submergence

* Submerged date : August 1 - 3 (Reductive division stage)

보다 豫防的인 効果가 높은 것을 알 수 있다. carbofuran의 植物體 生育增進效果를 植物體內 代謝的인 次元에서 究明할 必要가 있는데, 지금까지 이에 대한 몇몇 報告^{5, 14, 15)}가 있지만 아직 未洽한 狀態이며 今後 다루어져야 할 課題로 생각된다.

摘 要

Carbofuran이 벼生育에 미치는 영향을 알기 위해 1981년부터 1986년까지 嶺南作物試驗場에서 벼種子發芽影響, 못자리 苗生育影響, 本畚 벼生育影響 및 氣象災害影響 등을 一連의 試驗을 통하여 究명한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. Carbofuran 處理는 벼種子發芽에 영향을 미쳤는데 地上部보다 地下部の 生育에 대한 영향이 컸다. carbofuran 濃도가 높아짐에 따라 全體種根數는 減少되나 뿌리當 길이는 50ppm까지 길어졌다.

2. 保温折衷式 못자리에서의 carbofuran 處理는 無肥區에서 3要素肥料 標準施用量 程度의 生育까지 增進시켰고 또한 統一型 品種의 赤枯被害를 回復시키는 效果가 있었는데 赤枯回復 要因으로는 破壞된 葉綠素 自體의 回復이 아니라 苗生育量 增大에 의한 것이었다. 그리고 carbofuran 處理時期效果에 있어서는 播種前 處理가 가장 좋고 다음으로는 vinyl 除去前, vinyl 除去後의 順이었다.

3. 本畚에서의 벼生育增進效果는 移秧前 處理가 移秧 25日 後 處理보다 그리고 1毛作畚보다 2毛作畚에서 높은 傾向이었고, 增進되는 生育形質로는 年次間 및 品種間 多少 差異가 있지만 稈長, 穗數, 穎花數 및 抽穗力 등이었는데 그 中에서도 穗數增大 要因이 가장 컸다.

4. Carbofuran 處理는 減數分裂期와 出穗期の 低溫被害와 浸冠水被害輕減效果가 있었으며 主要 生育增進要因으로는 稔實比率, 登熟比率 및 光合性能力 增進에 있었다.

引 用 文 獻

1. Casquijo, A., E. Gamila, R. Busing, N. Alemania, R. V. Labios and J. A. Litsinger. 1980. Developing insect control recommendations for wet and dryland rice in Bukidnon, Mindanao. Paper presented at the 11th National Conference of the Pest Control Council of the Philippines, April 23-26, 1980. Cebu City, Philippines. 21p.
2. Daynard, T. D., Ellis, C. R., Bdwyn, B. and Misner, R. L. 1975. Effects of carbofuran on grain yield of corn. *Can. J. Plant Sci.*, 55: 637-639.
3. Gomez, K. A. 1972. Techniques for field experiments with rice. IRRI, Philippines. 46p.
4. Hardas, M. G., Supare, N. R. and Karanjkar, R. R. 1972. Influence of modern systemic insecticides on the development of grain sorghum. *Sorghum Newl.*, 15: 81-83.
5. Lee, T. T. 1976. Insecticide-plant interaction: Carbofuran effect on Indole-3-acetic acid metabolism and plant growth. *Life Sciences* 18: 205-210.
6. Litsinger, J. A., C. dela Cruz, F. Raymundo, A. T. Barrion, M. D. Lumaban, J. P. Bandong, M. S. Venugopal, F. Paragna, and E. Balete. 1980. Dry-seeded rice: Insect pests and insecticide response. Paper presented at the cropping systems conference, International Rice Research Institute, 3-7 March 1980, LosBanos, Philippines. 12p.
7. Nayeem, K. A. and Bapat, D. R. 1976. Hor-

- monic effect of carbofuran on growth and development of sorghum. *Sorghum Newsl*, 19: 59-60.
8. Nickell, L. G. 1986. Plant growth regulators in retrospect and in prospect. *Extension Bull.* No. 235. Food and Fertilizer Technology Center, Taiwan. 9p.
 9. 朴亨萬, 崔承允, 李炯來, 朴重秀. 1981. Carbofuran 土壤混入 處理의 水稻害蟲 防除效果 및 水稻生育에 미치는 影響. *서울大學校 農學研究* 6 (1) ; 53-67.
 10. 박태식, 노영덕, 윤용태, 이종훈. 1982. 벼 등 숙기간 중 저온 내습시 냉해 경감 응급대책 시험. *작물시험장 시험연구보고서(수도편)* : 406-418.
 11. Pless, C. D., E. T. Cherry and H. Morgan, Jr. 1972. Growth and yield of burly tobacco as affected by two systematic insecticides. *J. Econ. Entomol.* 64: 172-175.
 12. Rodriguez, J. G., H. H. Chen and W. T. Smith. 1957. Effects of soil insecticides on beans, soybeans and cotton and resulting effect on mite nutrition. *J. Econ. Entomol.* 50: 587-593.
 13. Sambandam, A. and Venugopal, M. S. 1976. Efficacy of some new systemic insecticides against the sorghum shootfly, *Atherigona Soccata* (Rond). *Sorghum Newsl.*, 19: 81.
 14. Singaram, P. and T. S. Manickam. 1978. Study on the influence of some pesticide application on the uptake and phosphorous. *Madras Agric. J.* 65: 25-27.
 15. Tsai, W. F. 1978. Effect of carbaryl on rice growth and nitrogen metabolism. *J. Agric. Assoc. China*, 102: 43-47.
 16. Venugopal, M. S. and J. A. Litsinger. 1980. Carbofuran-A direct growth stimulant of rice. Paper presented at the 11th National Conference of the Pest Control Council of the Philippines, April 23-26, 1980. Cebu City, Philippines. 28p.
 17. Venugopal, M. S. and J. A. Litsinger. 1984. Effect of carbofuran on rice growth. *Protection Ecology*, 7(1984) 313-317. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.
 18. Venugopal, M. S. and J. A. Litsinger. 1983. Carbofuran-A direct growth stimulant of rice. *Proc. Rice Pest Management Seminar, TNAV, Coimbatore, India.* 120-135.
 19. 尹彩赫. 1983. *農藥總覽* 一麥社, 680p.
 20. Yoshida, S., Forno, D. A., Cock, J. H. and Gomez, K. A. 1972. Laboratory manual for physiological studies on rice. *IRRI, Philippines.* 83p.