

# Nitrofen粒劑(TOK G)의 粒度가 水稻의 藥斑形成에 미치는 影響

朴振球 · 趙鏞宇 · 權容雄\*

롬엔드 하스 아시아 韓國支部  
서울大學校 農科大學 農學科\*

## Effect of Particle Size of Granular Nitrofen (TOK G) on the Leaf Burning in Rice Plants

J.K. Park, Y.W. Cho and Y.W. Kwon\*

Rohm and Haas Asia, Korea Branch, & College of Agriculture, Seoul National University\*

### ABSTRACT

Leaf burning due to nitrofen application was characterized as brown color spot appearing on the leaf sheath and blade. The spots predominantly appeared around 5-7 cm high above soil surface regardless of different particle size, formulation, application method, or water level.

Magnitude and frequency of burn spots increased somewhat as the granular size gets finer, by higher water level, or in transplanted rice compared to directly sown rice when applied at 7 leaf-stage, but there was no indication of increase in leaf burning due to clinging of floating dust to rice plant.

When collections from local distributor's stock of TOK 7G, a granular formulation of nitrofen, were analyzed for particle size composition, 98.9% by weight ranged between 9 to 35 meshes, and only about 0.08% by weight was of particles finer than 100 mesh.

### 緒 言

現在 우리나라에서 市販되고 있는 除草劑는 約 20 餘種에 달하는데 그중 水稻作用 除草劑는 12種이고 物量面에서 除草劑 使用量の 約 85%를 차지한다.<sup>1)</sup>

水稻作用 除草劑들중에서는 1970年 이래 Diphenylether系의 Nitrofen粒劑와 Amide系의 Butachlor粒劑가 主宗을 이루어 왔으며 이들은 모두 雜草發生前 土壤處理用 發芽抑制型 選擇性 除草劑이다.<sup>18,21)</sup> Butachlor는 土壤處理 後 發芽中인 雜草의 幼芽 및 幼根을 통하여 吸收되어 生長이 旺盛한 植物體 全部分에 移行되고 蛋白質合成 代謝를 阻害하여 殺草作用을 하는데 單子葉植物의 경우에는 주로 中莖部位, 雙子葉植物의 경우에는 주로 幼根을 통하여 많이 吸收되며,<sup>18,21)</sup> 選擇性的 mechanism은 아직 밝혀지지 않았으나 竹松·近內<sup>19)</sup>는 벼는 發芽始期에 藥害를 강하게 받지만 葉期가 進前되면서 耐性이 增大되고 피에 비하여 4~6배의 抵抗성을 나타내어 일반 移秧畝에서는 安全하다고 하였다. Nitrofen은 雜草種子가 發芽하여 幼芽가 藥劑處理層을 通過할 때 吸收된 有效成分이 原形質膜을 파괴하고 呼吸을 過度히 촉진하며 日光下에서는 光合成作用中 Non-cyclic photophosphorylation을 阻害하여 殺草作用을 하는데 有效成分의 植物體內에서 移行이 별로 없는 接觸型 除草劑로 알려져 있다.<sup>3,10,12,13,16,18,20,21)</sup> Nitrofen의 選擇성은 주로 草種間의 表皮組織 特性差에 따른 藥劑吸收差異에 基因하는 것으로 알려지고 있는데 벼의 경우 實用上 發芽期부터 充分한 選擇성을 보여 移秧畝에서는 물론 陸苗袋, 保溫折衷苗袋 및 水苗袋에서도 安全하게 사

용되고 있다. 한편, Nitrofen은 使用量 및 其他條件에 따라서 作物體에 特有的 藥斑을 形成하기도 하는데 水稻의 경우 竹松·近內<sup>18)</sup> 等<sup>11,15)</sup>은 Nitrofen에 의한 除草效果가 있을 때 水面上의 葉鞘 또는 葉身基部에 明瞭한 褐變 斑點이 나타나지만 時間이 經過함에 따라 없어지고 生育抑制 및 收量減少 등의 災害를 일으키지 않는다고 하였다. 그러나 最近에 우리나라 一部地域에서는 市販되고 있는 Nitrofen(商品名: TOK) 粒劑로 인한 藥斑發現에 대해서 論難이 있었다.

竹松·近內<sup>18)</sup>은 Nitrofen의 藥斑發現에 관련하여 Nitrofen을 根部에 處理하면 根의 生長은 억제하나 地上部에는 전혀 影響하지 않았고 地上部에 處理하면, 根部生長에는 전혀 影響하지 않았으므로 Nitrofen은 植物體 내에서 移行性이 없는 接觸型 除草劑이고, Nitrofen을 처리한 피를 暗條件에 두면 殺草效果가 나타나지 않아 除草力發現에 光의 必要性을 主張하고 水面上의 水稻葉鞘 및 葉身基部에 藥斑이 나타나는 것은 光이 직접 쬐인 部分에서 毒性이 강하게 나타남을 意味한다고 하였다. 그러나 Pereira<sup>16)</sup>와 Hawton·Stobbe<sup>7)</sup> 등은 Nitrofen의 植物體內 移行性은 制限되어 있지만 根部에서 地上部로의 移行性이 多少間 있음을 認定하고 주로 apoplastic path를 通하며, 양배추의 경우 Nitrofen處理 前 또는 後의 暗條件이 오히려 藥斑形成을 強化하였다고 하였다. 일반적으로 水稻에 있어서 Nitrofen에 의한 藥斑形成은 幼苗가 水中에 많이 잠길 때, 深植할 경우 또는 水溫이 급히 上昇하는 경우에 助長되는데<sup>6,8,9,18,19)</sup> 近內<sup>11)</sup>, 宮原<sup>15)</sup>들은 Nitrofen 粒劑의 粒度가 굵은 것보다는 가는 粒子가 藥斑을 增加시키며, 特히 微粉末化된 것들이 水面上에 浮遊하다가 稻體에 附着되어 稻體의 水面部位에 局所濃度가 높아져 그 部位에 藥斑形成을 助長한다고 하였다.

따라서 本試驗은 市販中인 Nitrofen粒劑들이 包裝運般, 保管, 分配 등의 流通過程을 거쳐 農民이 구입할 때의 粒度組成은 어떠한고 微粉末은 어느 정도 生成되며, Nitrofen의 製形, 粒度, 施用方法 등이 藥斑形成에 미치는 影響을 檢討하고자 試圖되었다.

### 材料 및 方法

市販 Nitrofen粒劑의 粒度分析에 쓰인 材料는 TOK 7%粒劑 3kg들이를 華城郡農協에서 3봉지, 泰安單位組合에서 2봉지, 水原과 서울의 市販農藥社에서 5봉지, 都合 10봉지 購入하여 試料로 使用했고, 粒度分析은 Tyler's Standard Sieves를 使用하여 實施하였

다.

供試品種은 維新이었고 pH5.6, 有機物含量 2.8%의 砂質壤土를 使用하였다.

直播區는 1/5000a Wagner's pot를 使用하여 1 pot當 催芽한 법씨를 20粒씩 播種하고 播種後 10日에 生育이 均一한 10個體를 남기고 나머지는 除去시켰다.

移秧區는 법씨를 育苗床(50cm×50cm×7cm)에 播種하여 育苗하고 播種後 40日에 1/5000a Wagner's pot에 pot當 10個體씩 移植하였다. 試驗期間中 비는 硝子室에서 컸으며 溫度條件은 晝間 20~28°C, 夜間 16~22°C 範圍였다.

藥劑處理는 藥劑施用量을 有效成分으로 pot當 4.2 mg씩으로 하였고, 試驗處理內容은 표 1과 같으며 試驗材料로 使用된 藥劑의 粒度別 外觀은 그림 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Content of experimental treatments

No.	Treatments
1	Nitrofen WP applied onto soil surface and flooded 6cm deep
2	G. product broadcasted onto soil surface and flooded 6cm deep
3	G. product incorporated into soil and flooded 6cm deep
4	G. product broadcasted onto water 6cm deep
5	>9 mesh G. broadcasted onto water 6cm deep
6	9-20 mesh G. broadcasted onto water 6cm deep
7	20-35 mesh G. broadcasted onto water 6cm deep
8	100-200mesh dust applied onto water 6cm deep
9	100-200mesh dust applied onto water 3cm deep
10	<200 mesh dust applied onto water 6cm deep
11	<200mesh dust applied onto water 3cm deep

藥劑는 移植直後에 2反復處理하였으며 藥劑處理 1週日後에 pot當 5個體를 Random Sampling하여 藥斑의 크기, 發生數, 發生位置를 調査하였다. 藥斑의 位置는 藥斑이 形成된 地面에서부터 藥斑의 下段까지의 길이를 測定하였고 藥斑의 數는 每 한포기當 發生한

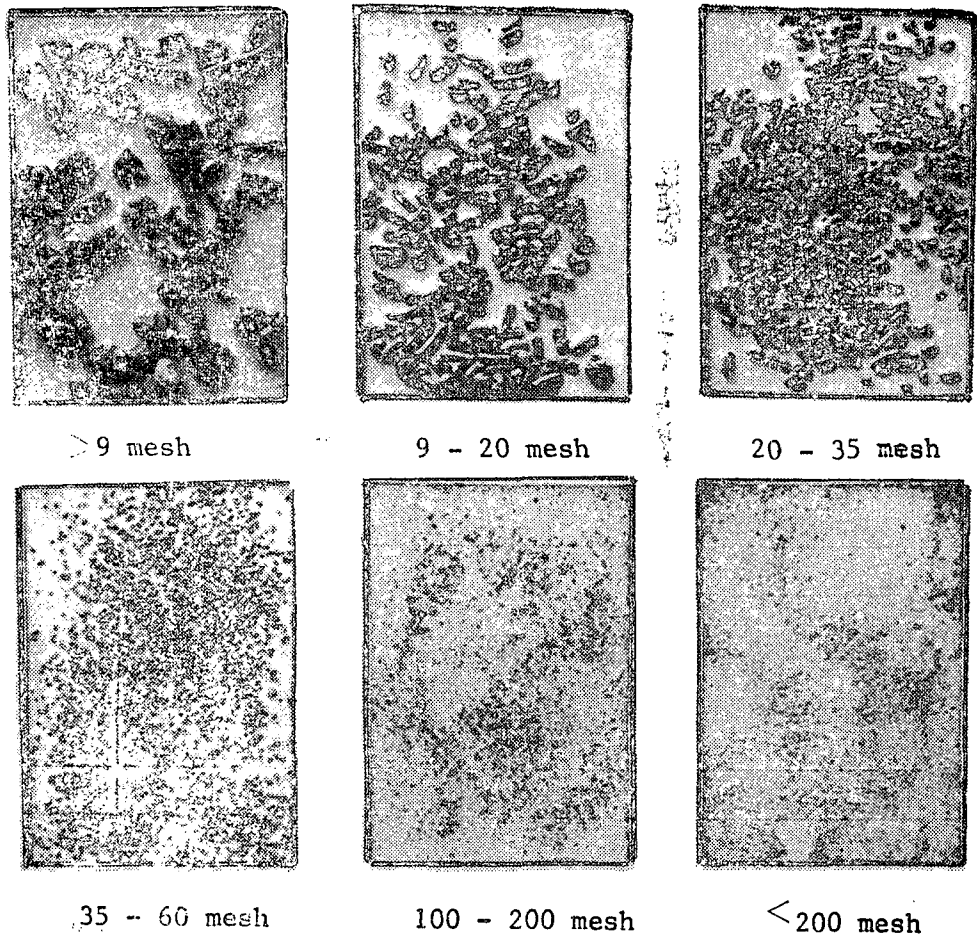


Fig. 1. Comparative appearance of nitrofen particle sizes used in the experiment.

藥斑의 數이고, 藥斑의 크기는 葉脈과 平行하게 測定한 最長길이이었다.

統計分析은 直播區와 移秧區의 藥斑形成比較를 위한 T-test를 除外하고는 直播區와 移秧區別로 각각에 대하여 亂塊法 2反復을 適用하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 市販 Nitrofen粒劑의 粒度分析

本試驗에 供試된 Nitrofen (TOK 7G)粒劑는 1975年 東邦農藥 및 慶北農藥에서 製産한 直徑이 0.7~0.9 mm이고 1봉지當 3kg들이 었다. 粒劑의 重量範圍는 2,830~3,004g로서 平均値가 2,950.85g이고 標準偏差가 51.15g이었으며 變異係數는 1.94%이었다. 제품들중 平均重量이 約 50g모자라는 것은 製産期間이 1年 4個月이 지난에 따라 Nitrofen粒劑의 水分含量과 補助劑의 揮發性에 原因이 있을 것으로 생각되나 不明하다. 粒度의 分布는 第2表에서 보는 바와 같이 9~20mesh가 29.99%였고, 20~35mesh가 68.91%로

서 9~35mesh에 該當되는 粒度가 全體의 98.9%를 차지하고 있었다. 그리고 35mesh以上の 粒度는 0.4%였는데 이 中에서도 100mesh以上の 微粉末은 0.08%에 不過한 것으로 미루어 市販에 供給되고 있는 製品

Table 2. Particle size composition of nitrofen 7% granular, sold in local market.

MESH	$\bar{X} \pm S.D. \%$	C.V. %
>9	0.70±0.36	52.0
9-20	29.99±7.16	23.8
20-35	68.91±7.07	10.3
35-60	0.20±0.09	51.4
60-100	0.12±0.03	59.9
100-200	0.07±0.02	32.5
<200	0.01±0.04	36.7

Note: Weight variation analysis:  
 $\bar{X} \pm S.D. = 2,950.85g \pm 51.15g$   
 Range = 2,830.4g ~ 3,004.5g  
 C.V. = 1.94%

이 包裝·運搬·貯藏過程에서 別로 破損이 없는 것으로 나타났다.

### 2. 微粉末浮游에 의한 藥斑形成 與否

Nitrofen粒劑의 粒形이 破損되면 生成될 수 있는 微粉末이 水面에 浮游하다가 稻體에 吸着되고 그 部位에 直接的으로 藥斑을 形成하는 가를 알기 위하여 200 mesh이하의 微粉末을 製造하여 6cm湛水面上과 3cm湛水面上에 撒布한 것을 비교하는 한편 微粉末이 없는 9~20 mesh 粒劑를 6cm湛水面上에 撒布 또는 市販 Nitrofen 粒劑를 土壤表層에 混和處理하여 微粉末이 모두 溶解 吸着되도록 한 後에 6cm깊이로 湛水하는 處理를 한 結果는 다음 第3表에서 보는 바와

같이 移秧稻와 直播稻 모두 各處理間에 差異가 없이 地面에서부터 5.4~6.8cm 位置에 藥斑이 形成되었다.

即 微粉末이 浮游할 수 없는 條件들과 微粉末을 撒布한 경우 모두 같은 位置에 藥斑이 形成되었고, 만일 微粉末이 水面上에 浮游하다가 稻體에 吸着된다면 水深을 달리하고 水面上에 微粉末을 撒布할 경우 藥斑發生位置가 水深에 따라 달라져야 할 터인데 本試驗結果 그렇지 않았음은 近內<sup>11)</sup> 또는 宮原<sup>12)</sup>의 推察과는 달리 微粉末이 浮游하다가 稻體에 吸着되어 局所濃度を 增加시키고 藥斑을 形成케 되지는 않음을 證明하는 것으로 생각한다.

### 3. 粒度差異에 따른 藥斑形成 位置와 크기 比較

Table 3. Effect of floating dust on the induction of leaf-burn (position of leaf-burn spot from soil surface)

Treatments	Direct Seeded Rice	Transplanted Rice
Nitrofen G. product incorporated into soil and flooded 6cm deep	5.37(cm)	6.85(cm)
9-20 mesh G. broadcasted onto water 6cm deep	5.66	7.20
<200 mesh dust applied onto water 6cm deep	5.47	6.84
<200 mesh dust applied onto water 3cm deep	6.68	6.59
F-Value	3.15 <sup>NS</sup>	F<1 <sup>NS</sup>

粒度에 따른 藥斑發現은 第4表에서 보는 바와 같이 移秧稻와 直播稻 모두 9mesh 이상의 큰 粒子 9~20 mesh, 20~35mesh, 100~200mesh, 또는 200mesh이하의 微粉末處理間에 藥斑形成 位置 및 藥斑個當平均크기에는 아무런 有意差가 없었다. 그러나 100mesh 以下の 微粉末을 處理한 경우 35mesh 이상의 큰 粒

子 또는 市販 商品을 處理한 경우보다 移秧稻에 있어서 個體當 平均 藥斑發生葉數가 뚜렷이 增加되었는데 直播稻에서는 處理間에 有意差가 없었다. 이는 微粉末이 35mesh이상의 큰 粒子들보다는 水中에서 崩괴되어 有效成分이 溶出되는 속도가 빨라 藥劑의 水中濃도가 一時에 增加되기 쉽고, 移秧稻는 直播稻에 비

Table 4. Effect of particle size on the Induction of leaf-burn

Treatments	Length of burn spot		No. of burn leaves		Spot position	
	D*	T**	D	T	D	T
Nitrofen G. product incorporated into soil and flooded 6cm deep	(cm)	(cm)	(No.)	(No.)	(cm)	(cm)
	1.59	4.26	0.7	1.9	5.37	6.85
G. product broadcasted onto water 6cm deep	1.17	1.71	1.3	1.5	6.66	7.53
>9mesh G. broadcasted onto water 6cm deep	2.45	1.59	1.3	1.1	6.00	8.17
9-20 mesh G. broadcasted onto water 6cm deep	0.91	1.00	0.5	1.0	7.20	9.08
20-35 mesh G. broadcasted onto water 6cm deep	1.23	1.89	0.9	2.1	5.66	7.02
100-200 mesh dust applied onto water 6cm deep	1.32	2.49	1.5	2.9	6.47	7.42
<200 mesh dust applied onto water 6cm deep	2.13	2.52	2.2	3.6	5.47	6.84
F-value	2.23 <sup>NS</sup>	1.88 <sup>NS</sup>	1.15 <sup>NS</sup>	13.3**	2.35 <sup>NS</sup>	F<1 <sup>NS</sup>
LSD.05				2.21		
.01				3.35		

D\*: Direct seeded rice

T\*\*: Transplanted rice

Table 5. Comparison of leaf-burn occurred by different application methods of nitrofen

Treatments	Length of burn spot		No. of burn leaves		Spot position	
	D	T	D	T	D	T
Nitrofen WP applied onto soil surface and flooded 6cm deep	(cm) 0.95	(cm) 3.26	(No.) 0.30	(No.) 1.50	(cm) 6.40	(cm) 6.62
G. product broadcasted onto soil surface and flooded 6cm deep	1.71	2.83	2.60	1.80	5.53	7.86
G. product incorporated into soil and flooded 6cm deep	1.59	4.26	0.70	1.90	5.37	6.85
G. product broadcasted onto water 6cm deep	1.17	1.71	1.30	1.50	6.66	7.53
F-Value	1.14 <sup>NS</sup>	F<1 <sup>NS</sup>	3.57 <sup>NS</sup>	F<1 <sup>NS</sup>	2.60 <sup>NS</sup>	F<1 <sup>NS</sup>

D-Direct seeded rice      T-Transplanted rice

해 植傷이 있었기 때문에 생각된다.

4. 藥劑處理方法에 따른 藥斑形成比較

Nitrofen의 製劑 및 施用方法이 藥斑形成에 미치는 影響을 알기 위하여 水和劑(WP)와 粒劑(G)를 土壤에 撒布하고 6cm깊이로 灌水處理한 것이나, 粒劑를 土壤混和處理하고 6cm로 灌水한 것, 粒劑를 6cm灌水狀態下에서 撒布한 것을 比較한 結果 第5表에서와 같이 모두 藥斑葉數, 藥斑의 크기, 藥斑의 位置에 差異가 없었다.

5. 微粉末處理時 水深에 따른 藥斑形成比較.

微粉末의 粒度和 水深이 藥斑形成에 미치는 影響을 調査하기 위하여 100~200mesh와 200mesh以上の 2粉末水準을 두고, 水深은 3cm淺水와 6cm深水로하여 比較檢討한 結果 第6表에서와 같이 Nitrofen은 移秧稻에서만 水深 6cm灌水狀態下에서는 粒度가 微粉化 될수록 藥斑의 葉數가 急激히 增加하는 傾向을 보였다. 그러나 200mesh以上の 微粉末이라 할 지라도 3cm에 淺水狀態下에서는 藥斑이 크게 減少하

Table 6. Effect of water level on the occurrence of leaf-burn

Treatments	Length of burn spot		No. of burned leaves		Spot position from soil surface	
	D	T	D	T	D	T
100-200 mesh dust applied onto water 6cm deep	(cm) 1.32	(cm) 2.49	(No.) 1.5	(No.) 2.9	(cm) 6.47	(cm) 7.45
100-200 mesh dust applied onto water 3cm deep	0.95	1.24	1.7	1.6	5.00	7.98
<200 mesh dust applied onto water 6cm deep	2.13	2.52	2.2	3.6	5.47	6.84
<200 mesh dust applied onto water 3cm deep	1.19	1.41	0.3	0.9	6.68	6.59
F-Value	1.2 <sup>NS</sup>	1.83 <sup>NS</sup>	1.07 <sup>NS</sup>	32.07**	4.24 <sup>NS</sup>	F<1 <sup>NS</sup>
LSD .05				1.68		
.01				3.09		

는 傾向을 볼 수 있었다.

6. 直播稻와 移秧稻間의 藥斑發現比較

直播稻와 移秧稻間에 藥斑의 平均크기 (A), 藥斑發現 平均葉數(B), 그리고 이들을 곱한 값으로써 個體當 平均藥斑形成程度(A×B)를 비교하고자 t-test한 結果 第7表에서와 같이 直播稻와 移秧稻는 藥斑의 平均크기와 藥斑發現 平均 葉數間에는 統計的 差異가 認定되지 않았으나 個體當 平均藥斑形成程度는 移秧稻에서 뚜렷이 높았다. 即 移秧稻는 藥害를 받기 쉬우며 이는 表皮組織에 損傷이 없는 直播稻보다 植傷으로 因하여 藥劑의 吸收가 많아지기 쉽기 때문으

로 생각된다.

이상을 綜合하여 보면 一部報告<sup>11,15)</sup>와는 달리 Nitrofen微粉末이 水面에 浮游하다가 稻體에 附着하여 直接的으로 藥斑形成을 增加시키는 要因이 되지는 않으며, 微粉末이 굵은 粒子보다 移秧稻에서 多少 藥斑을 增加시키는 傾向이 있지만 市中에 流通되고 있는 Nitrofen 粒劑에서는 100mesh以下の 微粉末含量이 극히 적어 實際로 問題誘發要因이 되지 못하는 것으로 推察되고, 또한 水和劑 또는 土壤混和處理區에서도 藥斑形成 主位置가 地上 5~7cm 部位였음은 Nitrofen의 植物體內 移行性이 어느 程度 있음을 시사

Table 7. Comparison of directly seeded rice vs. transplanted rice for leaf-burn liability

Treatments	Length of burn spot(A)		No. of burn leaves(B)		Rate of leaf-burn (A)×(B)	
	D*	T**	D*	T**	D*	T**
1. Nitrofen WP applied onto soil surface and flooded water 6cm deep	0.95	3.26	0.3	1.5	0.29	4.88
2. G. product broadcasted onto soil surface and flooded water 6cm deep	1.71	2.83	2.6	1.8	4.45	5.09
3. G. product incorporated into soil and flooded 6cm deep	1.59	4.26	0.7	1.9	1.11	8.08
4. G. product broadcasted onto water 6cm deep	1.17	1.71	1.3	1.5	1.52	2.56
5. >9mesh G. product broadcasted onto water 6cm deep	2.45	1.59	1.3	1.1	3.19	1.75
6. 9-20 mesh G. product broadcasted onto water 6cm deep	0.92	1.00	0.5	1.0	0.46	1.00
7. 20-35 mesh G. product broadcasted onto water 6cm deep	1.23	1.89	0.9	2.1	1.11	3.97
8. 100-200 mesh dust applied onto water 6cm deep	1.32	2.47	1.5	2.9	1.97	7.22
9. 100-200 mesh dust applied onto water 3cm deep	0.95	1.24	1.7	1.6	1.61	1.98
10. <200 mesh dust applied onto water 6cm deep	2.12	2.52	2.2	3.6	4.69	9.01
11. <200 dust applied onto water 3cm deep	1.19	1.41	0.3	0.9	0.36	1.27
t-test	1.653 <sup>NS</sup>		1.781 <sup>NS</sup>		2.42**	

D\*: Directly seeded, T\*\*: Transplanted.

하며 移植稻에서 直播稻보다 藥斑形成程度가 컸음은 Nitrofen의 選擇性이 表皮組織을 통한 吸收差에 關係됨을 나타내는 것으로 생각된다.

摘 要

本 試驗은 水稻本畝에 널리 使用되고 있는 除草劑 Nitrofen (TOK) 粒劑가 包裝·運送·保管·分配 등의 流通過程을 거쳐 실제로 使用될 때의 粒度組成을 조사하고 수도에서 Nitrofen特有的 褐變藥斑形成이 本製品的 粒度, 施用方法, 製形, 水深, 水稻栽培樣式에 따라 어떻게 달라지는 가를 알고져 遂行되었으며 그 結果는 다음과 같다.

1. 市販中인 3kg들이 Nitrofen粒劑는 重量基準으로 98.91%가 9~35mesh範圍의 粒子들이었고 100mesh 보다 작은 微粉末含有率은 0.08%에 不過하였다.

2. Nitrofen의 處理에 의하여 水稻體에 나타나는 褐變藥斑은 製形, 施用方法, 粒度, 水深을 달리하여도 모두 地表面에서부터 5~7cm 높이의 稻體部位에 나타났으므로 微粉末이 水面에 浮游하다가 稻體에 附着되어 藥斑形成에 直接的으로 關與한다고는 할 수 없었다.

3. 100mesh보다 微粉末인 경우 35mesh以上の 큰 粒子들에 비하여 移植稻에 대해 藥斑形成位置 및 藥斑의 크기를 增加시키지 않았으나 個體當 藥斑數는 增加시켰다.

4. 粒劑의 水面撒布, 粒劑의 土壤表層混和施用後 灌溉, 水和劑의 土壤表面施用 後 灌溉등의 모든 경우에 藥斑形成位置, 藥斑의 크기 및 藥斑發現葉數에 있어서 差異가 없었다.

5. 100mesh이하의 微粉末을 施用할 경우 移植稻는 藥斑形成이 뚜렷이 많았으나, 3cm水深으로 淺水灌溉하면 藥斑形成이 현저히 減少되었고, 植傷이 없는 直播稻는 移植稻에 비해 藥斑形成이 현저히 적었다.

引 用 文 獻

1. Agricultural Chemicals Industry Assoc., 1971~1976. Production and Forwarding of Agrochemicals-by different items. Agrochemical Year Books.
2. 荒井正雄, 宮原益次, 片岡孝義, 1966. 水田用低魚毒性除草劑의 土壤中의 殘効期間と 移動程度について. 雜草研究. 5: 90~94.
3. Ashton, F.M. & A.S. Crafts. 1973. Mode of Action of Herbicides. A Wiley-Int. p.411-413.
4. 古谷勝司, 荒井正雄, 1966. Diphenylether系 除草劑의 作用性에 關する 研究. 雜草研究. 5: 94~104.
5. 古谷勝司, 千坂英雄, 片岡孝義, 荒井正雄 1969. 水稻雜苗移植栽培에 於ける 各種除草劑의 殺草性에 關하여. 雜草研究. 9: 51~56.
6. 古谷勝司, 片岡孝義, 1971. 數種除草劑의 水稻雜

- 苗に対する薬害発生条件, 雑草研究, 11: 20~24.
7. Hawton, D. & E.H. Stobbe 1971 Selectivity of nitrofen among rape, redroot pigweed, and green foxtail. *Weed Sci.* 19: 42~44.
  8. 西川廣榮, 高林 實, 工藤 純, 1971. 水稻稚苗の機械化 移植栽培における雑草防除, 雑草研究, 11: 14~19.
  9. 西尾隆雄, 石脇 勇, 柳建彦, 1965. ジフェニルエーテル系除草剤の 水稻 湛水直播栽培播種前 処理における薬害発生条件. 雑草研究, 4: 77~80.
  10. Klingman, G. C. & F.M. Ashton. 1975. *Weed Science: Principles & Practices*, A Wiley-Int. p. 239~260.
  11. 近内誠登, 1971. 除草剤の各種剤形と効果, 雑草研究, 12: 7~13.
  12. Matsunaka, S. 1969. Acceptor of light energy in photoactivation of diphenylether herbicides. *Agricultural and Food Chem.* 17(2)171-175.
  13. Matsunaka, 1970. Activation and inactivation of herbicides by higher plants. *Residue Review.* 25:45-58.
  14. 松中昭一, 1970. 新除草 G-315およびオルト置換ジフェニルエーテル系除草剤における作用機構の類似性, 雑草研究 10: 40~43.
  15. 宮原益次, 荒井正雄, 1963. 水稻作除草剤の粒剤化に関する 雑草防除技術的考察, 雑草研究, 2: 94-99.
  16. Pereira, J.F. 1970 Some plant responses and the mechanism of selectivity of cabbage plants to nitrophen, Ph.D. Diss. U. Illinois.
  17. 武久 慎, 石川尚雄, 藤卷定植, 野口照久, 1966. DCPA. NIP. ATA 細胞遺傳學的效果に関する研究, 雑草研究, 5: 154~156.
  18. 竹松哲夫・近内誠登 1974. 水田除草の理論と實際, 博友社 p.186-210, 258-263.
  19. 谷浦啓一, 加藤優子, 1973. 水稻稚苗の 苗質と植付け深さによる 数種除草剤の薬害の差異, 雑草研究, 15:56~58.
  20. 漆原久幸, 1967. ジフェニルエーテル系 除草剤の化学構造と作用機作. 雑草研究, 6:21~25.
  21. W.S.S.A. 1974. *Herbicide Handbook*, 3rd ed. p.74-77, p.278-279.

## SUMMARY

The present experiments were pursued to investigate composition of granular particle size of nitrofen, a popular paddy herbicide, at the stage of actual application and the effects of factors such as particle size, application methods, commercial formular, irrigation depth and cultural practice, on the appearance of nitrofen specific brown spotting. The results are summarized as follows:

1. Within a commercial 3kg nitrofen package, 98.91% by weight of particles sized between 9-35meshes. Negligible 0.08% of granules were finer than 100mesh size.
2. Regardless of commercial formular, application method, granule size or irrigation depth, brown spots appeared at about the same plant height of 5-7cm above soil surface. Thus, it is improved that clinging of floating fine granules to plant is mainly responsible for the spotting.
3. When compared with larger particles than 35 mesh size, particles finer than 100mesh increased somewhat the number of spots while the position and average size of individual spots stayed invariable.
4. Noticeable difference was not observed in the pattern of brown spotting by varying application methods or commercial formular.
5. There was significant decrease in brown spotting when nitrofen was applied to transplanted rice with shallow irrigation or applied to directly seeded plants.