

水稻에 대한 窒素 및 磷酸効率增進에 관한 研究

—(水稻에 대한 Amo-1618 處理가 收量, 無機營養要素의 動態 및 P^{32} 標識重過石의 利用率에 미치는 影響)—

安 鶴 洙

放射線農學研究所 原子力廳

(1969年 2月 28日 受理)

Effects of Amo-1618 on the Yield, Behavior of Mineral Nutritions and Uptake Ratio Employing P-32 Labelled Double Calcium Super-phosphate in Rice Plants.

HAK SOO AHN

Radiation Research Institute in Agriculture, Office of Atomic Energy

Summary

To elucidate the effect of Amo-1618(4-hydroxyl-5-isopropyl-2-methylphenyl trimethyl ammonium chloride, 1-piperidine carboxylate) known as a kind of growth retardant, on the growth, grain yield, increasing the efficiency of nitrogen fertilizer, behavior of mineral nutritions and the rate of phosphorus utilization, this experiment was conducted pot culture method in a vinyl house.

Two nitrogen level, namely, practical nitrogen level(1N) and three times nitrogen level(3N) was made and labelled double-calcium-superphosphate $Ca(H_2P^{32}O_4)_2 \cdot 2H_2O$ as a source of radioactive phosphorus(P^{32}) was employed 80 μ c/pot, respectively.

Rice seedlings, variety "Suwon No. 82", was transplanted to a 1/50,000 a china pot on June 13 in 1968.

For treatment, at early stage of tillering, 10,000 ppm solution of Amo-1618 was foliar sprayed only one time.

The Duncan's new mutiple-range test was adopted for statistical analysis evaluating experimental data at 5% level significance.

The results obtained may be summarized as follows;

- 1) No significant difference was found among the treatments in plant height, but in plot of Amo-1618 treatment and 3N level, number of tillers was significantly increased than that of others.
- 2) Weight of 10,000 kernels and seed-setting rate was also remarkably increased in same treatment above.
- 3) Grain yield per pot was significantly increased in Amo-1618 and 3N level application. This results seemed to be due to the increased the factors on the yield.
- 4) Contents of nitrogen and phosphorus per cent in the grain was likewise increased in Amo-1618 and 3N application. There is, however, no difference among treatments in the content of nitrogen and phosphorus in the leaves and culms of rice plants.
- 5) On the other hand, the contents of potassium and magnesium, no distinctly tendency showed among treatments.
- 6) The rate of phosphorus utilization was significantly increased in the plot of Amo-1618 and 3N application.

1. 緒 論

Amo-1618은 最近 그 研究가 활발하게 시작되고 있는 興味있는 有機化合物으로써 植物의 生育相에 多

彩로운 영향을 나타내며 또 生長抑制物質로도 알려져 있다.

이 化合物은 草長을 短縮시킬 뿐만 아니라 吸肥力을 增大시키고 生長에 不利한 環境條件에 耐하여 耐性을 賦與한다는 報告가⁽⁵⁾ 있다. 著者等⁽¹⁾도 窒素 質肥料을 一般 慣行施肥區에 比하여 倍量을 施用하고 한편으로 放射性同位元素 P^{32} 를 利用하여 窒素와 磷酸의 効率을 살펴본바 있는데 이 實驗에서는 分蘖初期에 처리한 區에서 窒素 및 磷酸의 利用率 이 높은 同時에 增收를 가져왔다. 이에서 한걸음 더 나아가 著者는 窒素를 3倍로 増施하여 이에 따르는 植物의 生育相과 收量 그리고 各種 無機營養 要素의 吸收 移動 및 蓄積相에 대하여 研究하고자 本實驗을 設計하였다.

作物生育에 必要한 無機營養要素는 大部分 根部로부터 吸收利用되나 이들 根圈으로 부터의 吸收 및 地上部 莖葉으로의 轉流는 많은 内外의 要因에 의 하여 支配받는다.⁽¹⁶⁾

특히 灌水狀態下에서 全 生育期間을 보내는 水稻에 對하여서는 그 複雜하고 難解한 機作에 關하여 많은 詳細한 研究가 報告된 바 있다.^{(16) (17) (18)}

한편 Liebig의 最少養分率이 發表된 以後 모든 植物榮養學者들은 無機營養素의 植物生育에 對한 絕對인 重要性 認定하게 되어 그들 無機營養要素에 關한 活潑한 研究가 進步되었다. 그런데 1928年 Went가 燕麥幼芽鞘 先端으로부터 Auxin을 分離해 내고 이것이 植物生長에 絕對 必要한 物質임이 밝혀져 “Without auxin no growth”란 말을 하게 되어 植物生長에는 無機營養要素뿐만 아니라 植物體 내에서 스스로 生成 擴散하는 數種의 有機化合物에 의해서 細胞分裂과 伸長이 支配되며 全體 植物의 生育도 결국은 이들 物質에 의하여 調節된다는 것을 認識하게 되었다.⁽⁴⁴⁾ 그후 많은 類似物質과 植物의 生長을 人爲的으로 調整할수있는 物質中 특히 草長의 矮化⁽⁵⁾, 生育을 強健⁽⁵⁾하게 하는 同時에 植物體에 어떤 畸型을 나타낼이 단지 草長만을 矮化시키는 一連의 化學物質이 發見되었다. 이 化學物質中 比較의 水稻에 有効한 Amo-1618을 水稻에 處理하여 前報⁽¹⁾의 實驗을 더욱 確認함과 同時에 窒素의 効率을 보다 増進시키며 이때 水稻體內에 일어나는 生育相의 變化와 收量 및 無機成分의 動態에 對하여 論議하는데 目的을 두었다.

2. 研究史

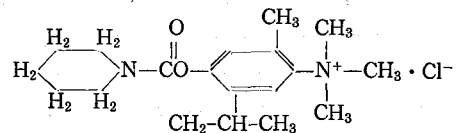
植物生長調節物質은 植物의 榮養生長 및 生殖生長을 促進, 增加시키는 作用을 하는 Auxin⁽³⁹⁾,

Gibberellin^{(41) (44)} 및 Kinetin⁽⁴⁴⁾ 등과 이와는 反對로 抑制作用을 나타내는 소위 “Growth Retardants”로 알려진 數種의 有機化合物이 이에 속한다.^{(5) (44)} 이들 化合物은 前者와는 달리 植物體에 處理했을 때 畸型이나 形成作用(formation)을 나타낼이 없이 단지 生長을 抑制시킬뿐만 아니라 生殖器에는 影響을 미치지 못하며 新生長에는 作用하기 않는 것이 特徵이다.^{(5) (44)}

1949年 Mitchell, Wirwille 및 Weil⁽²⁷⁾ 등이 콩의 莖伸長을, 何等의 畸型을 形成함이 없이 無處理區에 比하여 約 1/4을 短縮시키는 2,4-DNC(2,4-dichlorobenzyl nicotinium chloride)라고 하는 Nicotinium 化合物을 發表한 以來 1950年 Wirwill과 Mitchell⁽⁴³⁾ 등은 溫室에서 栽培한 Snap bean의 꽃, 뿌리, 줄기 및 잎에 아무런 畸型을 일으키지 않고 生長을 抑制시키는 Quaternary ammonium carbamates 化合物을 數種 發表하였다. 이들중 가장 活性이 있는 化合物이 Amo-1618(4-hydroxyl-5-isopropyl-2-methylphenyl trimethyl ammonium chloride-1-piperidine carboxylate)인데 iodide salt를 Amo-1618이라고 불렀다.

Mitchell and Wirwill⁽²⁷⁾, Weil and Mitchell 및 Anonymous⁽⁵⁾ 등이 이 第4報의 Ammonium carbamate 化合物 70餘種을 植物에 對한 反應 程度를 Screening test한 結果 Amo-1618이 가장 有効함을 밝혔다.

Amo-1618의 構造式은 아래와 같다.



이 化合物은 thymol로서 이루어져 있는데 2-isopropyl-4-dimethylamino-5-methylphenyl-1-piperidine carbaxylate methyl chloride이지만 Carvacrol로서 이루어진 것은 3-isopropyl-4-dimethyl amino-6-methyl phenyl-1-piperidine carborylate methyl chloride이다. 이상 두가지는 단지 Terpene ring에 있어서 methyl基와 isopropyl基의 位置가 다른 異性體인데 後者를 Carvadan이라 해서 Amo-1618과 區別되며 Kidney bean에는 다같이 作用하나 Poinsetlia에 對하여는 Carvadan만 有効하다.^{(5) (44) (37)}

그런데 Amo-1618의 構造上의 特性을 살펴 보면 Carbamate-N, terpene ring, quaternary-N 및 halide salt로 이루어져 있지만, 이 가운데 어느것 하나라 데 除去하면 活性을 잃는다.

Halevy 와 Cathey⁽¹³⁾는 오이의 幼芽 및 幼根에 對하여 Amo-1618 및 이의 關聯物質의 作用을 비교하여 6 員環의 Piperidine carbamate 가 5 員環의 Pyrrolidine carbamate 로 바꾸어져도 活性에는 큰 差가 없었으나 6 員環의 C 의 1 개를 酸素原子로 置換시킨 morpholine 의 carbamate 에는 作用力이 低下하며 diphenyl-carbamate, dibuthyl-carbamate, 혹은 methyl buthyl carbamate, methylphenyl carbamate 는 毒性을 增加시키고 dimethyl carbamate 나 morpholine 은 胚軸에 對하여 作用이 있지만, 幼根에는 影響이 없거나 혹은 促進의 이라는 것을 發表하였다.

Marth, Preston and Mitchell⁽²⁶⁾ 및 Preston and Link⁽²⁸⁾ 등은 Amo-1618 을 土壤에 處理했을때 3年間 Kidney bean 의 節間을 短縮시키고 또 處理를 받은 植物의 種子가 다음 代의 生長도 抑制하였다고 報告하였다. Cathey & Marth⁽²⁹⁾ 는 이런 殘留效果는 Amo-1618 이 Clay 에 대하여 吸着力이 매우 強한데 있고 粘土로 만든 pot 를 Amo-1618 溶液에 5 秒間 담겼다가 꺼내어도 극히의 生長을 매우 抑制시켰다는 結果를 報告하였다.

生長抑制物質의 作用은 光의 作用과 類似한 것이 있는데 Amo-1618 이 節間伸長을 抑制하는 作用은 赤色光의 움직임과 같아서 Downs and Cathey⁽¹¹⁾ 는 Photoreaction, Gibberellin 및 Amo-1618 의 사이에 어떤 相互關係가 있다는 것을 Kidney bean 幼植物로 研究하였다. 한편 Monselise 와 Halevy⁽²⁰⁾ 는 Kidney bean 의 莖伸長에는 Amo-1618 과 Gibberellin 과의 사이에 拮抗作用이 없다고 했으나 Downs 와 Cathey⁽¹¹⁾ 는 菊花와 Kidney bean 에서 Amo-1618 과 G.A 사이에 뚜렷한 Antagonism 이 있음을 報告하였다. 그리고 Balder, Lang 및 Agatep⁽³⁾ 등은 高等植物에 있어서도 Amo-1618 이 GA 의 合成을 阻害한다는 것을 證明하였다.

그리고 Cathey⁽⁵⁾ 등은 抑制物質과 Phytochrome 및 赤色 및 近赤外線과는 光可逆反應에 直接的인 相互作用은 없다고 하였고 Kuraish,⁽²⁴⁾ Wittwer⁽⁴⁴⁾ 등은 抑制物質은 I.A.A.의 存在에 關係없이 그 作用을 나타낸다고 하였다. 이런 抑制作用은 Sachs 는⁽⁵⁾ Amo-1618 의 희석 溶液에 국화삼목의 根部를 浸漬한후 그 生長을 調査한 結果 頂部分裂組織에는 影響하지 않고 亞頂部分裂組織의 細胞分裂을 阻害함으로써 節間長을 短縮시킨다는 報告를 하였다.

Sherff⁽⁶⁾ 는 Amo-1618 이 Parenchymatous Cortical cell 의 크기를 69% 나 短縮시키는 反面 形成層 細胞의 크기는 두배로 하였으나 Proto xylem, meta xylem 의 크기는 抑制하며 導管의 크기를 감소시키

고 pericycle 의 成熟도 지연시킨다는 調査를 發表하였다.

Cathey⁽⁵⁾ 는 抑制物質이 根發育을 지연시킨다고 했고 Stuart⁽³⁷⁾ 는 Rhododendron 경우에 花芽形成 및 開花를 促進시킨다고 報告하였으며 Tissen⁽⁵⁾ 등은 收量을 增加하는 경우도 發表하였다.

Cathey⁽⁵⁾ 는 一般的으로 乾物重 및 生體重을 감소한다고 했고 Mitchell, Ota^{(27) (31)} 등은 雌花의 着生은 增加한다고 하였다.

Halevy, Kessler⁽¹³⁾ 는 Dean 에 抑制物質을 處理 경우 無處理區는 最後로 灌水한후 5 日에 위조(萎凋) 하고 9 日에 落葉이 지고 30 日에는 完全 枯死하였으나 處理區는 42 日까지 健全하게 生育하였고 Gohlke, Tolbert⁽⁴⁴⁾ 는 水分吸收를 60~80% 抑制시켰다고 하였다. 한편 Lona⁽⁶⁾ 는 莖과 Petiole 의 硬化로 霜害에 저항성을 增加시켰다고 發表하였고 一面 Cathey⁽⁵⁾ 는 耐肥性を 增大시키고 吸肥力を 強하게 하여 室素의 多量吸收로 糖의 增加를 가져왔다고 報告하였다.

清水, 武岡⁽²⁵⁾ 은 水稻의 粒數 및 稔實에 미치는 Amo-1618 과 Gibberellin 과의 相互作用을 調査하기 위하여 時期別로 Amo-1618 과 G.A 를 單用으로 施用한 區와 Amo-1618 과 G.A 混用으로 處理한 結果 Amo-1618 이 G.A 에 의한 稔實障害를 抑制하는 作用을 보여 增收의 可能性이 크다는 것을 밝혔다.

愛知旭의 砂耕栽培로서 分蘖盛期와 幼穗分化期에 處理한 結果 Amo-1618 單用이 草長, 節間伸長을 抑制하는 作用은 나타냈지만 Amo-1618 과 G.A 과의 混用은 Gibberellin 에 의한 異常徒長作用을 어느程度 抑制하였으며, Amo-1618 單用區에서는 稔實率, 一穗重이 增加되었고 混用區에서 粒數가 增加되었지만 G.A 處理區는 不稔粒 %가 높았고 穗重이 감소된다고 報告하였다.

한편 日本 植物生育調節劑 研究協會⁽²⁰⁾ 에서 Amo-1618 과 Gibberellin 과의 相互作用을 水稻에 實驗한 結果 增收에 큰 影響을 미치지 못하였음을 發表하였으나 筆者⁽¹⁾ 등이 Amo-1618 을 時期別로 水稻에 處理한 結果에서는 分蘖初期에 葉面撒布한 區에서 室素를 倍量施用했을때 增收와 同時에 磷酸의 利用率이 훨씬 增加된 것을 관찰하였다.

Amo-1618 의 一般的 性質^{(5) (44)} 은 分子量이 358 이고 물에는 完全 溶解한다. 吸濕性이 조금있고 土壤中의 殘効는 거의 10 年間있으며 濃度가 增加하면 植物의 草長 短縮效果가 크고 莖葉撒布가 極히 有效하며 反應하는 植物種類도 많지 않다. 가장 敏感하게 作用하는 植物은 Kidney bean 이고 藥害는

藥量이 지나치게 많을때 葉周邊에 褐變이 일어난다. 殺菌作用이 있으며 水耕液에 利用하여도 安全하다.

3. 材料 및 方法

供試品種은 放射線農學研究所 遺傳育種學研究室에서 保有中인 水原 82호를 1968年 4月 25日 鹽水選한 後 mercron 1000 倍液에 消毒하고 水洗後 6日間 催芽시켜 4月 30日 細砂를 담은 床에 播種하여 養分吸收의 均一을 꾀하고 1回限 苗床施肥를 하여 生育시킨 다음 6月 13日에 生育이 均一한 苗를 골라 5萬分之 1 磁製盆에 移秧하였다. 이때 盆은 地中에 2/3 程度 埋沒하여 變溫에 對한 影響을 적게하였고 全 生育期間을 Vinyl House 內에서 生育시켰다. 盆에 넣은 土壤의 量은 均一하게 定量하였고 施肥基準은 $N : P_2O_5 : K_2O = 12 : 8 : 8$ kg/10a⁽¹⁷⁾으로 하였으며 實驗區 設計는 4處理, 3反復, 亂塊法으로 配置하였다. 處理의 組合은 다음과 같다.

處理 1. A_0N_1 (Amo-1618 無處理, 窒素慣行施用區)

 " 2. A_1N_1 (" 處理, ")

 " 3. A_0N_3 (" 無處理, 窒素 3倍量施用區)

處理 4. A_1N_3 (Amo-1618 處理, 窒素 3倍量施用區)

窒素는 全量의 2/3를 基肥로 施用하고 나머지의 2/3는 1次追肥로 施用하고 1/3을 穗肥로 施用하였다. 磷酸 및 加里는 全量 基肥로 施用하였다.

Amo-1618 (4-hydroxyl-5-isopropyl-2-methylphenyl trimethyl ammonium chloride, 1-piperidine carboxylate)은 美國 Rainbow color and Chemical Co. 製品 (purity 98%)을 증류수에 依하여 10,000 ppm로 희석하고 7月 16日(分蘗初期)에 Sprayer로서 植物全體에 均一하게 葉面撒布하였다.

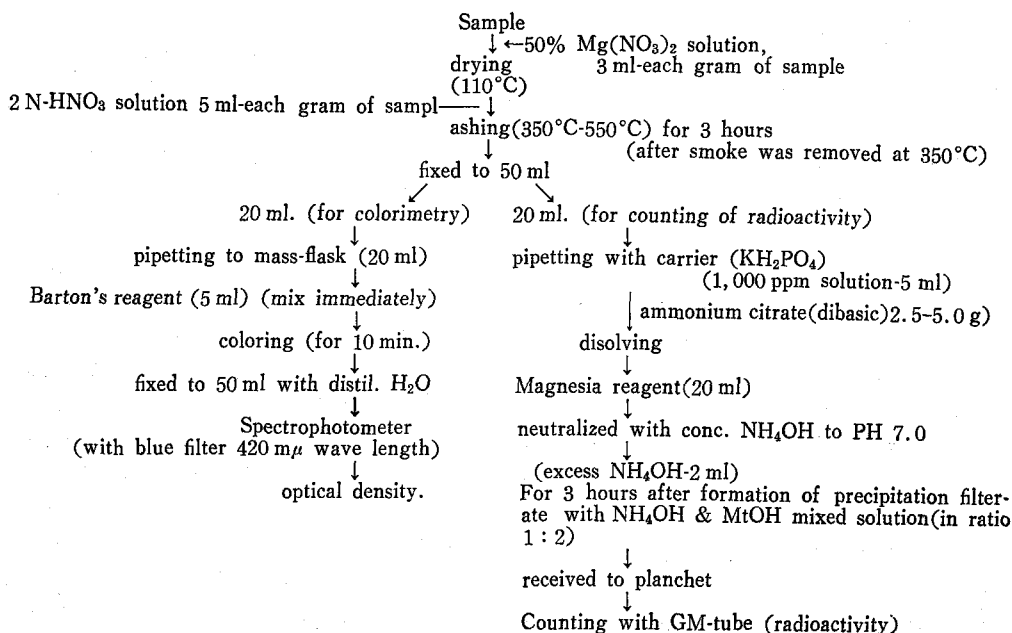
放射性磷은 重過磷酸石灰를 標識한 $Ca(H_2^{32}PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ 로서 Specific activity가 0.8 mci/g인 것을 8 μ ci/pot 식 移秧後 pot 內에 注入시켰다.

植物體 試料 採取後 잎, 줄기, 이삭으로 즉시 分離하여 70~75°C로 固定한 drying oven에서 48時間 乾燥後 Dessicator 內에서 約 30分間 冷却한 후 一定量을 秤取하여 分析試料로 하였다. 植物體 試料를 Kjeldahl flash에서 Conc. H_2SO_4 와 30% H_2O_2 로서 300°C에서 分解하여 100 ml 되게 증류수로서 희석하였다. 窒素는 희석液을 Kjeldahl method에 依하여 증류하여 測定하였다.

磷酸은 Jackson's method⁽¹⁸⁾에 依하여 Total P_2O_5 와 磷의 放射能을 計測하였다.

Total P는 Barton's reagent로 發色시켜 Yellow color를 Bansch & Lomb Spectronic#20로서 Wave length 400 $m\mu$ 에서 比色 定量하였고 放射能은 planchet에 담은 浸潤物을 GM Tube(micro window TGC-2)와 Tracer lab Scaler SA-250으로 計測하였다.

Determination Procedure for Phosphorus



이때 計測器의 Efficiency 가 17%이고 Back ground 는 21 cpm 이었다.

加里는 Atomic Absorption flame photometry 로서 定量하였으며 Ca 및 Mg 는 Na₂-EDTA 로서 Chelate 滴定法으로 定量하였다. 그리고 施用 磷酸의 利用率은 다음식⁽²⁸⁾⁽⁴⁶⁾에 依해서 算出하였다.

$$F_D = \frac{S_P}{S_F} \times 100$$

F_D = 肥料磷으로부터 由來한 磷酸

S_P = 作物試料의 比放射能

S_F = 肥料磷의 比放射能

實驗結果에 對한 統計分析은 Duncan's new multiple-range test 에 依해서 有意性 檢定을 하였다.

4. 實驗 結果

1) 草長 및 分蘗

草長은 水稻體를 收穫한 地上部의 것으로 했고

分蘗數는 有効 및 無効分蘗을 全部 합친것으로서 株當(盆當) 平均値는 <表 1>과 같다.

草長에 있어서 多少의 變異는 있으나 各 處理間에 有意性이 없었다. 그런데 Amo-1618을 處理하지 않고 窒素單의 施用水準間에는 3 倍量 施用區가 95 cm 로서 慣行區의 85 cm 에 比하여 10 cm 程度나 草長이 길었다. 그러나 Amo-1618을 處理한 區에서는 窒素의 水準에 關係없이 草長이 같았다. 한편 分蘗數에 있어서는 Amo-1618을 處理하고 窒素를 3 倍로 施用한 區에서 株當 平均 25 個로서 다른 區에 比하여 5%에서 有意性있는 增加를 보였다. 그런데 Amo-1618을 處理한 窒素 慣行 施用區에서는 分蘗數가 增加하지 않았다. 그리고 Amo-1618을 處理하지 않고 窒素單 3 倍로 施用한 區에서는 窒素 慣行 施用區보다 약간의 增加가 있었으나 有意性인 增加는 아니었다.

Table 1. Differences in the growth and yield per pot among treatments.

Plant height(cm)	Treatments	1	2	3	4
	Mean value		85	91	92
Signif. 5%					
Number of tillers.	Treatments	1	2	3	4
	Mean value	16	18	20	25
Sig. 5%					
Weight of 1,000 kernels. (gm)	Treatments	1	2	3	4
	Mean value	22.4	24.9	25.8	31.2
Sig. 5%					
Seed-setting rate (%)	Treatments	1	2	3	4
	Mean value	92.7	91.8	83.9	98.2
Sig. 5%					
Grain yield per pot (%)	Treatments	1	2	3	4
	Mean Value	18.8	25.1	24.3	38.8
Sig. 5%					

Remark; Treatment 1 = A₀N₁ = Amo-1618 non-treat. nitrogen 1 level

2 = A₁N₁ = Amo-1618 treatment. nitrogen 1 level

3 = A₀N₃ = Amo-1618 non-treat. nitrogen 3 times level

4 = A₁N₃ = Amo-1618 treatment. nitrogen 3 times level.

The difference in the various data among treatments were tested by Duncan's new multiple-range test at 5% level.

表에서는 表示되지 않았으나 Amo-1618의 處理와 窒素 3 倍施用區에서 分蘗의 顯著한 增加는 有効分蘗의 數도 많은 것과 同時에 無効分蘗의 數도 同時에 增加하였다.

2) 收量 및 收量構成要素

<表 1>은 千粒重 및 稔實率을 表示한 것이고 <表 1> 및 <그림 1>은 Pot 當 收量을 나타낸 것이다.

千粒重에 있어서는 各 處理間에 상당한 變異를 보이며 處理間 有意性있는 結果를 나타냈다. 즉 Amo-1618과 窒素 3 倍量施用區가 31.2 gm 으로 가장 많았고 Amo-1618 處理한 窒素 慣行區 및 Amo-1618 處理하지 않은 窒素 3 倍量 施用區는 24.9 와 25.8 로서 有意性있는 差가 없었고 Amo-1618 無處理한 窒素 慣行區는 22.4 gm 으로 가장 낮았다.

稔實率에 있어서도 窒素 3倍施用區에 Amo-1618을 處理한 區에서 98.2%로 다른 區에 比하여 顯著하게 增加하였는데 Amo-1618을 處理하지않고 窒素만 3倍로 施用한 區에서는 83.9%로 有意性있게 낮았다. 그러나 窒素 慣行施用區에서는 Amo-1618 處理에 關係없이 約 92%로서 거의 같았다. 收量은 pot當 反復을 平均한 數值인데 窒素를 3倍施用하고 Amo-1618을 處理한 區가 다른 處理區에 比하여 5%에서 有意性있는 增加를 가져왔다.

그리고 處理間에 있어서 有意性은 없으나 Amo-1618을 處理한 窒素 慣行區에서 25.1g으로 Amo-1618을 處理하지 않고 窒素만 3倍로 施用한 區가 24.3인데 比하여 增加하여 窒素의 施用水準에 關係없이 Amo-1618의 處理로서 약간의 增加를 보였는데 Amo-1618을 處理하지 않은 窒素 慣行區에서는 18.8gm으로 가장 낮았다.

<그림 1>은 窒素 慣行施用區에 Amo-1618을 無處理한 區의 數量을 100으로 하였을때 다른 處理

(Table 2) Differences in the nitrogen cotents among treatments.

plant parts	samplinnng data		Early stage of growth. (July 30)				Middle stage of growth. (Aug. 29)				Harvesting time			
	sta.	ana.	3	2	4	1	2	1	3	4	1	3	4	2
Leaves	Treatments		3	2	4	1	2	1	3	4	1	3	4	2
	Mean value		3.21	3.42	3.43	3.90	1.52	1.63	1.65	1.91	1.03	1.12	1.17	1.33
	Sig. 5%		_____				_____				_____			
Culms	Treatments						2	1	4	3	1	2	3	4
	Mean value						1.08	1.21	1.31	1.73	0.83	0.90	0.90	0.95
	Sig. 5%						_____				_____			
Ears	Treatments						1	3	2	4	2	1	3	4
	Mean value						1.30	1.41	1.41	1.42	1.17	1.33	1.33	1.80
	Sig. 5%						_____				_____			

約 半으로 낮은 含量을 보였다.

그런데 출기에서는 Amo-1618 無處理한 窒素 3倍施用區에서 1.73%로 가장 높았고 그 다음이 역시 窒素 3倍施用區에 Amo-1618 處理區였고 窒素 施用量이 적은 區에서 窒素含量이 낮았다. 이삭에서는 이때 아직 護穎 밖 에 形成되지 않았으므로 窒素의 轉流가 뚜렷치 못하여 平均적으로 1.4%로서 處理間에 差異가 없었다.

收穫한 水稻體의 앞에서는 Amo-1618을 處理하지 않은 區는 窒素의 施用量에 關係없이 Amo-1618 處理區에 比하여 窒素 含量이 낮았다. 출기에서는 역시 Amo-1618을 處理한 窒素 3倍施用區에서 0.95%로 有意性있게 높았고 그 以外的 處理間에는 別差가 없었다. 이삭에서는 窒素 3倍施用과 Amo-1618을 處理한 區에서 1.8%로 有意性있게 높아 收

區의 數量을 指數로 나타낸 것인데 이것이 바로 收量 增加의 標準일수는 없으나 그 增加 傾向을 볼수 있다. Amo-1618을 處理한 窒素 慣行 施用區와 Amo-1618 無處理에 窒素만 3倍施用한 區는 對照區에 比하여 約 30%의 增加를 보였고 Amo-1618의 處理와 窒素 3倍施用區는 倍에 가까운 增收을 보였다. 이것은 稔實率의 增加, 千粒重의 增大 이삭數의 增加의 結果로 나타난 것이라고 볼수 있다.

3) 無機成分 含量

① 窒素; 分蘗이 始作되는 生育初期에는 葉과 稈이 區別되어 있지 않으므로 植物體 全體의 含量을 조사하였다.

<表 2>는 時期別 및 水稻體 部分別 窒素 含量의 變化를 表示한 것인데 生育初期와 生育中期의 葉內 窒素含量은 Amo-1618의 處理區와 窒素 施用水準間에는 有意性있는 差異가 없다. 그러나 生育期の 葉에서는 3~4%의 窒素를 含有하여 매우 높은 數值를 보였는데 生育中期는 穗孕期로서 이때 窒素는

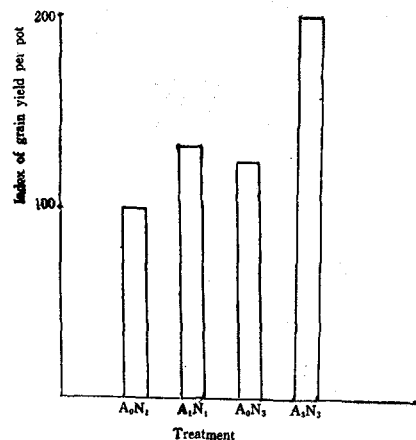


Fig. 1. Index of grain yield per pot

량과 같은 傾向을 보였으나 줄기에서와 같이 다른 處理區間에 有意性있는 差異가 없었다.

② 磷酸; <表 3>는 磷酸含量을 나타낸 것으로 表에서 볼 수 있는 바와 같이 生育初期의 水稻體內에는 處理에 關係없이 0.62%~0.74% 사이로 有意性

이 없었고 生育中期에서도 잎과 줄기 다같이 0.79~0.8%로서 역시 有意性이 없었다.

한편 收穫한 植物體의 잎과 줄기에서는 生育初期 및 中期에 比하여 顯著히 減少하는 傾向을 보였다. 이것은 이삭으로의 移動에 의한 것으로 推測되는데

(Table 3) Differences in the phosphorus contents among treatments.

plant parts	sampling date		Early stage of growth (July 30)				Middle stage of growth (Aug. 29)				Harvesting time			
	sta.	ana.	1	2	3	4	3	4	1	2	4	3	2	1
Leaves	Treat.													
	Mean value		0.62	0.63	0.72	0.74	0.79	0.79	0.81	0.83	0.19	0.31	0.32	0.33
	Sig. 5%		—————				—————				—————			
Culms	Treat.													
	Mean value						0.76	0.77	0.78	0.79	0.23	0.25	0.31	0.33
	Sig. 5%						—————				—————			
Ears	Treat.													
	Mean value										0.59	0.62	0.71	0.97
	Sig. 5%										—————			

各 處理區 間에는 含量 差異가 없었다.

그런데 이삭에서는 磷酸의 含量이 많은 差異를 보였는데 Amo-1618을 處理한 窒素 3倍施用區에서 0.97%로 有意性있게 높았고 Amo-1618을 處理한 窒素 慣行區와 Amo-1618 無處理한 窒素 3倍施用區에서는 0.62 및 0.72%로 거의 같았다. 그리고 Amo-1618 無處理한 窒素 慣行施用區에서는 0.59

로 有意性있게 낮았다.

③ 加里; <表 4>에서와 같이 生育初期의 植物體內의 加里 含量은 2.75~3.07% 사이로 상당히 많은 含有量을 나타내었으나 處理間 有意性은 없었고 이런 傾向은 生育中期의 잎과 줄기에서도 볼 수 있었다. 즉 잎과 줄기에서는 約 1% 前後로서 5%에서 有意的인 差異에 걸리는 것은 하나도 없었다.

(Table 4) Differences in the potassium contents among treatments.

plant parts	sampling date		Early stage of growth (July 30)				Middle stage of growth (Aug. 29)				Harvesting time			
	sta.	ana.	2	4	3	1	1	2	3	4	4	1	2	3
Leaves	Treatments													
	Mean values		2.75	2.82	2.85	3.07	0.89	0.99	1.02	1.04	0.67	0.73	0.81	0.95
	Sig. 5%		—————				—————				—————			
Culms	Treatments													
	Mean values						0.93	0.94	0.96	1.19	1.56	1.67	1.96	1.97
	Sig. 5%						—————				—————			
Ears	Treatments													
	Mean value										0.38	0.47	0.49	0.52
	Sig. 5%										—————			

그러나 收穫한 水稻體의 줄기에는 Amo-1618을 處理한 區에서는 窒素의 施用量에 關係없이 1.96 및 1.97%로 Amo-1618 無處理區에 比하여 有意性 있게 含量이 많았고 窒素를 3倍 施用하고 Amo-1618 無處理區는 1.56%로 오히려 가장 낮은 數值

를 보였다. 이삭에서의 加里 含量은 磷酸과는 달리 處理 및 收量에 關係없이 거의 같은 含量을 나타내었다.

④ 칼슘; 칼슘 含量은 生産時期 또는 植物體 部位에 따라 含量의 差異가 없었고 各 處理間에 있

어서도 多少의 變異는 있었으나 有意性있는 差異는 볼 수 없었다. 大體로 0.5~0.7% 사이었는데 收穫時의 일에서 窒素 施用水準이 3倍인 區에서 0.64 및 0.68%로 窒素 慣行 施用區에 比하여 Amo-1618의 處理에 關係없이 有意性있는 含量 增加를 가져왔다. 이삭의 含量에 있어서는 낮은 數值였으나 處理間에 有意性이 없었다.

⑤ 마그네슘; 生育初期에 試料로 採取한 일에서 마그네슘 含量이 生育中期 및 收穫時의 試料에서 보다 훨씬 높았다. 特히 生育初期에서 Amo-1618을 處理한 窒素 3倍施用區에서 1.57%로 다른 區에 比하여 有意性있게 많았고 다른 區는 0.74~0.96%로 處理間에 有意性이 없었다. 生育中期의 일과 줄기에서는 平均 0.4~0.7%로서 含量에 變異는 있

(Table 5) Differences in the calcium contents among treatments.

plant parts	sampling date		Early stage of growth (July 30)				Middle stage of growth (Aug. 29)				Harvesting time			
	sta.	ana.												
Leaves	Treatments		3	4	2	1	1	2	3	4	2	1	3	4
	Mean value		0.64	0.65	0.66	0.70	0.42	0.45	0.49	0.51	0.46	0.49	0.64	0.68
	Sig. 5%		—————				—————				—————			
Culms	Treatments						1	2	3	4	4	2	3	1
	Mean value						0.44	0.52	0.54	0.68	0.39	0.40	0.40	0.43
	Sig. 5%						—————				—————			
Ears	Treatments										1	2	3	4
	Mean value										0.11	0.17	0.19	0.21
	Sig. 5%										—————			

(Table 6) Differences in the magnesium contents among treatments.

plant parts	sampling date		Early stage of growth (July 30)				Middle stage of growth (Aug. 29)				Harvesting time			
	st.	ana.												
Leaves	Treatments		2	3	1	4	3	4	1	2	4	2	3	1
	Mean value		0.74	0.83	0.96	1.57	0.43	0.53	0.68	0.69	0.57	0.62	0.67	0.68
	Sig. 5%		—————				—————				—————			
Culms	Treatments						1	2	3	4	2	4	3	1
	Mean value						0.49	0.52	0.58	0.66	0.47	0.50	0.51	0.59
	Sig. 5%						—————				—————			
Ears	Treatments										2	4	3	1
	Mean value										0.38	0.38	0.39	0.43
	Sig. 5%										—————			

으나 有意性은 없었고 이런 傾向은 收穫時에서도 같이 나타났다.

마그네슘 含量은 葉綠素의 生成이 旺盛한 生育初期에는 많았고 植物體가 成熟함에 따라 감소하였다.

3) 磷酸 利用率

<表 7>는 各 處理別 水稻體의 磷酸利用率을 나타낸 것인데 Amo-1618을 處理하고 窒素를 3倍量 施用한 區에서 30.4%로 다른 處理區에 比하여 有意性 있게 높았다. 그러나 窒素의 慣行施用區에서는 Amo-1618의 處理에 關係없이 15.3 및 16.3%로 거의 같은 利用率을 보였는데 窒素를 3倍量 施用

(Table 7) Differences in the P₂O₅ utilization rate among treatments

	P ₂ O ₅ utilization rate			
Treatments	1	3	2	4
Mean value	12.0	15.3	16.3	30.4
Sig. 5%	—————			

하고 Amo-1618을 處理하지 않은 區는 12.0%로 有意性있게 낮았다. 窒素의 過多는 오히려 磷酸의 利用率을 低下시킨 原因이었고 窒素가 많을 지라도

Amo-1618을 處理함으로써 이는 增加시킬 수 있었다.

5. 考 察

生長抑制物質이 植物의 生育에 미치는 影響은 植物의 種類, 處理時期 및 處理濃度, 處理方法等에 따라서 相異하게 나타난다는 것은 많은 報告에서 밝혀졌다. (5) (31) (44) Cathey, (5) Cathey and Stuart (6) 및 太田 (32) 등은 많은 植物에 對하여 處理에 대한 그 反應을 調査한 結果 plant spectrum 이 매우 多樣하며 太田 (31)은 같은 植物이라도 生育前期에 效果가 있는 것과 生育後期에 있는 것이었으며 같은 種이라 하더라도 品種에 따라서 다르다고 했는데 本實驗에서는 草長의 短縮이 되지 않았으므로 外部的인 反應은 없었다 할 수 있는데 이것이 濃도가 낮아서 그런지 生理的으로 草長에는 影響을 받지 않은 것이 흥미있는 것이나 10,000 ppm은 상당히 高濃도이므로 만약 反應을 받는 植物이라면 이 정도의 濃도가 充分히 生理的 濃도라고 할 수 있다고 생각된다.

Cathey and Stuart (6)는 Phosfon-D가 Zinnia에서 는 오히려 促進的 效果를 나타냈다고 했는데 水稻에서는 Amo-1618의 促進的 效果는 볼 수 없었다. 이런 促進的 效果는 低濃度에서 그런 경우가 있는데 (6) 本實驗에서의 Amo-1618은 低濃度라고는 할 수 없을 것 같다. 그런데 分藥數에 있어서 Amo-1618을 處理한 窒素 3倍施用區에서 본 顯著한 增加는 窒素質의 量이 充分하여 細胞分裂에 必要한 養分 供給과 Amo-1618이 여러가지 酵素와 Hormone의 活性을 促進시키고 營養分의 代謝 및 轉流를 원활하게 하므로서 新生長을 增加시킨 것으로 推論되는데 太田 (32)이 B.C.B(Bromocholine Bromid)를 오이에 處理했을 때 側枝의 生長이 增加되었다고 報告했고, 筆者 (1) 등이 이미 實驗한 結果에서도 窒素의 施用量이 增加했을 때 分藥이 旺盛하게 分化되었다. 이런 현상은 分藥은 새로운 植物個體가 發生하여 어느 程度 母株로부터 養分의 供給을 받기는 하나 分化後는 大體로 獨立된 生育을 營爲하는데 이 分化되는 過程에 있어서는 母株의 營養狀態가 매우 重要하다. 營養狀態가 不良하면 分藥에 直接으로 影響하게 되는데 本實驗 結果 Amo-1618을 處理하므로써 營養代謝에 充分한 養分吸收와 이들의 轉流를 活潑하게 하여준다고 推論된다.

處理時期에 있어서 筆者 (1) 등이 分藥初期 및 分藥末期에 2회 처리한 結果 分藥初期에서 더욱 有効하였으므로 本實驗에서는 分藥初期에 1회 撤布하였

다. 그런데 많은 藥子 가운데 無効分藥의 數가 상당히 많아 이들을 有効分藥로 이 끌어 올리면 더욱 增收의 可能性이 있고 한편 無効分藥을 抑制시키는 耕種方法으로 適期落水를 한다든가 하면 養分의 消耗를 막고 이미 分化된 植物體의 健全한 生育을 도모할 수 있을 것 같다.

千粒重에서 Amo-1618의 處理區가 增加된 것은 水稻體의 莖葉에 함유되어 있는 各種 營養分의 移動이 원활하여 種實의 發育을 더욱 充實히 한 結果라고 짐작된다. 한편 稔實率에 있어서 Amo-1618 處理區가 역시 가장 높았는데 種子가 不稔이 되는 경우는 첫째, 花粉管의 生長이 不良하여 受精이 되지 않았을 경우와 둘째로 受精은 되었으나 胚의 發育에 必要한 養分의 供給이 不足하여 죽었으므로 되는데 水稻에서는 主로 後者の 경우가 많다. 本實驗에서 Amo-1618의 處理區 가운데 窒素 3倍施用區가 稔實率이 높은 것은 土壤中으로부터 吸收된 養分을 胚 發育에 最大로 利用케 함으로써 種子가 充分히 發育된 것으로 생각되는데 다같은 窒素 3倍施用區에서 Amo-1618을 處理하지 않을 경우는 오히려 稔實率이 매우 낮은 것은 窒素가 充分히 存在하여 莖葉의 發育은 旺盛하지만 實地로 花粉管의 生長과 胚發育에 必要한 養分의 供給에 있어서는 不均衡이 이루어진 結果인 것 같다. 相見, 昆野 (3)는 이삭에 있어서 乾物重의 變化는 胚乳의 乾物增加와 平行한다고 하였으며 이것은 胚乳의 乾物重은 澱粉含量에 의하기 때문이라고 하였다.

Tolbert (6)는 C.C.C(Chlorocholine Chloride)를 處理하므로써 小麥의 乾物重을 增加시켰다고 하였고 Cathey (5)는 各種 抑制物質 處理가 植物體의 生體重 및 乾物重의 變化에 어떤 一定한 傾向이 없고 收量도 그와같은 경향을 보였다고 했다. 太田 (31)은 B.C.B를 시금치에 處理했을 때 雌株가 增加하였고 太田 (31) 鄭 (9) 등은 B.C.B 및 C.C.C를 오이에 處理했을 때 雌株의 增加와 收量의 增收을 가져왔다고 했다. 그리고 Tissen (5)는 도마도 및 고추에 C.C.C 및 A.M.A.B (Allyltrimethyl ammonium bromide)를 處理하여 低溫에서 生育시켰을 경우 無處理區보다 收量이 增加하였다고 報告하였다. 作物의 收量에 미치는 이런 作用은 八卷 (44), 野園 (44), 및 U.S.D.A (41)에 發表된 Gibberellin의 作用과 比較했을 때 그 미치는 影響이 매우 相異한 點을 알 수 있다.

本實驗에서 Amo-1618을 處理한 窒素 3倍施用區에서 增收이 된 것은 筆者 (1) 등이 實驗한 結果가 一致함을 다시 確認하였으며 一般 圃場栽培時에는 過多 現象을 나타낼 量인 窒素 3倍施用區에서

도 하등의 生育障害 影響이 없이 健全한 生育을 하는 同時에 收量이 增加되었다는 것은 Amo-1618의 處理의 影響인것 같다. 本實驗에서의 收量增加는 上記한 바와 같이 千粒重 및 稔實率이 增加하고 無機成分에 있어서 窒素의 莖葉 및 이삭으로의 移行과 蓄積이 增加되었으며 蛋白質 合成에 必須元素인 磷酸의 莖葉으로부터 이삭으로의 轉流가 더욱 많이 일어난 結果인것 같다. 清水 및 武岡⁽³⁶⁾ 등이 水稻의 粒數 및 稔實에 미치는 Amo-1618과 Gibberellin의 相互作用을 研究한 結果를 보면 Amo-1618의 單用區에서는 無處理區에 比하여 穗長, 一次枝梗數, 粒數, 稔實粒數 및 種實의 增加를 보였고 不稔粒%가 아주 낮았는데 出穗期는 같았다.

그러나 Gibberellin 單用區는 Amo-1618 處理區와 反對의 效果를 보였고 不稔粒 %는 70%로서 거의가 不稔으로 되었는데 出穗期는 約 1個月 促進되었다. 그런데 Amo-1918과 Gibberellin의 混用區에서는 Gibberellin의 不良效果는 어느程度 극복하기는 하였으나 Amo-1618의 單用區보다는 有效하지 못하였다. Cathey,⁽⁵⁾ Tolbert,⁽⁴⁴⁾ Downs,⁽¹¹⁾ Lockhart,⁽⁵⁾ 등은 Gibberellin과 生長抑制物質과는 相互拮抗作用이 있다고 하였고 Lockhart⁽⁴⁴⁾는 生體內에 自然的으로 生成되는 Gibberellin을 阻害하는 Anti-Gibberellin으로 作用하였는데 또한 Lockhart는 역시 抑制物質이 Anti-auxin이 아니라 Antimetabolite라고 하였다. 이런 實驗을 Birecka⁽¹⁴⁾는 C¹⁴O₂로서 確認하였다. 이와같이 生長抑制物質인 Amo-1618이 收量에 있어 增加를 가져오는 것은 단지 어느 한가지 또는 몇가지 要因에 의해서가 아니라 植物 生育과 收量構成要素에 미치는 수많은 要素의 相互 促進 및 阻害作用의 結果인 것으로 생각되며 이런 作用機作에 對하여 하나씩 하나씩 解明하여야 할것 같다. 窒素의 含量에 있어서 山田⁽⁴⁵⁾ 등은 高窒素 水準에서는 炭水化合物의 增加와 같이 glume도 增加하여 收量도 增加하였으나 稔實率, 千粒重의 減少를 가져왔다 했는데 本實驗의 경우 生育期間동안 잎과 줄기에서 窒素含量은 多少의 變動이 있기는 했으나 뚜렷한 傾向이 없었는데 Amo-1618을 處理한 窒素 3倍量 施用區에서 窒素含量이 增加하였고 이삭에서 顯著히 많은 現象은 上記한바와 같이 Amo-1618의 影響인것 같다. 抑制物質의 處理가 植物에 對한 耐性의 增加를 가져오는것이 여러가지 實驗結果로 報告된바 있는데 Lindstrom⁽⁶⁾은 菊花가 Water Stress에 對하여 덜 敏感하다고 하였다. Halevy, Kessler^{(13), (6)} 등도 bean에 對하여 같은 結果를 發表하였다.

Marth, Frank,⁽²⁶⁾ Miyamoto⁽⁴⁴⁾는 bean이 Amo-1618의 處理에 依하여 土壤의 pH가 높고 낮은데 對하여 抵抗性이 增加한다고 하였다. Cathey⁽⁵⁾도 生長抑制物質을 處理했을때 耐肥性 및 吸肥力이 상당히 增加하였다고 하였다.

窒素는 植物生育 및 收量에 미치는 要素中 가장 重要한 것이며 이 窒素의 效率를 얼마만큼 增加시키는가에 따라 收量의 增加 또는 減少에 매우 密接한 相關關係가 있다고 할 수 있다.

앞으로 窒素의 分施를 했을때 Amo-1618이 어떤 作用을 미치는가에 對하여 더욱 詳細한 實驗 檢討가 要求된다.

石塚, 田中⁽¹⁸⁾ 등은 植物體가 吸收한 無機營養分中 移動率이 가장 높은 것은 磷酸이라 하였고 Ishizuka, Tanaka, Kasai^{(16) (17)} 등은 種實內의 磷酸은 잎과 줄기에서 轉流된 것이라 하였다. 本實驗에서 보면 生育期間의 磷酸含量은 別差異가 없으나 이삭으로의 移動은 Amo-1618을 處理한 窒素 3倍量 施用區에서 顯著히 많아 相對的으로 잎과 줄기에서의 磷酸含量이 減少하였다. 이 磷酸의 行動은 P³²를 利用하여 詳細한 研究가 報告되었고⁽¹⁶⁾ 土壤內의 無機成分의 含量에 따라 吸收에 미치는 作用이 매우 相異하며 磷酸은 또한 窒素의 吸收를 助한다고 알려져 있다. Feng⁽¹²⁾은 加里의 分施效果를 強調하였으나 本實驗에서는 全部 基肥로 使用하였다. 本實驗에서 加里의 含量은 全 生育期間 어떤 傾向을 보이는 結果가 없었고 이삭에서의 加里含量이 多少 差異는 있으나 이것이 Amo-1618의 處理의 結果라고 생각할수는 없다.

木戶⁽²²⁾는 加里는 上位葉과 稈에 많고 이삭에 적다고 했는데 本實驗에서는 이삭에서 상당한 加里含量을 보였다.

磷酸과 加里의 植物體內에서의 行動은 서로 相反된다고 했는데 잎과 줄기에서 이삭으로의 移動은 確實히 그런 傾向을 보였다.

칼슘이 植物에 미치는 作用은 하나의 營養要素로서 뿐만 아니라 다른 Cation의 吸收 移動과 各種 酵素의 活性에 미치는바 影響이 크다고 알려져 있는데 石灰를 施用치 않아 그 濃度에 對한 Amo-1618의 反應은 알수없으나 植物體內의 含量은 큰 差가 없이 Amo-1618의 處理가 칼슘의 과잉吸收에는 影響을 미치지 않은것 같다.

마그네슘은 葉綠素의 構成成分으로 알려져 있는데 一般的으로 生長抑制物質을 處理했을때 Cathey⁽⁵⁾ 太田,⁽³¹⁾ 鄭⁽⁹⁾ 등이 報告한 바와 같이 葉이 매우 濃綠色을 나타내는데 外觀上으로 Chlorophyll의 增加

에 의한 것이라 할 수 있는데 이것은 無機成分의 影響이 아니고 Amo-1618의 影響이라고 하였다.⁽⁶⁾

本實驗에서 마그네슘의 含量 差異가 없는 것은 葉綠素 形成에 要求하는 마그네슘의 吸收에 影響을 주지 않은 것으로 思料된다.

磷酸 利用率에서 Amo-1618 處理區와 窒素 3 倍量 施用區에서 가장 높은것은 磷酸의 吸收와 蓄積에 Amo-1618의 效果가 미친것이라 볼수 있다.

이와같이 吸收가 增加된 磷酸이 일과 줄기에 蓄積되어있다가 開花後 種實의 形成에 있어 磷酸의 移行이 促進되어 結果的으로 增收을 가져온것 같다

本實驗은 우선 窒素의 施用量을 增加시켰을 때 Amo-1618의 效果가 顯著함을 示하였으나 다른 抑制物質의 作用에 對하여도 더욱 廣範圍한 反應의 Spectrum을 調査 研究함이 期待된다.

要 約

水稻 增產의 關鍵을 이룰 窒素效率의 增進을 위하여

生長抑制物質로 알려진 Amo-1618(4-hydroxyl-5-isopropyl-2-methyl-phenyl-trimethyl-Ammonium Chloride 1-piperidine Carboxylate)를 水稻에 處理할 때 收量 및 收量構成要素와 窒素效果및 磷酸 기타 몇가지 無機營養要素의 動態에 미치는 影響을 調査檢討하고자 本實驗을 試圖하였다.

供試品種으로써 水原 82號를 사용하고 Pot 試驗에 依하였으며 Amo-1618은 10000 ppm 濃度로 分藥初期 1 回藥面供給하였다.

P³²는 Ca(H₂P³²O₄) · 2 H₂O 形態로 80 μc/pot 식 pot 內 土壤에 供給하였다.

얻어진 實驗結果는 다음과 같다.

1) Amo-1918은 水稻草丈에 대하여 巡異를 가져 오지 않았으나 分蘗數는 增加하였고 窒素와의 相補의 效果(Synergistic effect)를 나타내고 있다.

2) 粒重과 稔實率도 Amo-1618 처리가 이를 增加시키고 특히 窒素多施區(3 倍量區)에서 그 增大 效果가 顯著하였다.

3) 收量도 窒素慣行區및 多施區에 比하여 Amo-1618 處理한 多施區에서 有意性 높게 增加되었고 이 增收結果는 Amo-1618의 各種 收量 構成要素에 대한 效果과 窒素效率 增大效果에 依存하는 것으로 보인다.

4) Amo-1618에서는 收穫期の 이삭의 窒素含量이 增加되고 특히 Amo-1918 處理한 窒素多施區에서 有意性 높게 增加하였었으며, 일과 줄기의 含量은 많은 差異가 있었다.

5) 磷酸 含量도 이삭에서 Amo-1618 處理로 顯著히 增加되었고 이삭으로의 轉流를 促進하고 있다.

6) 加里, 칼슘, 마그네슘, 含量은 一般的으로 Amo-1618 處理에 의하여 뚜렷한 變化를 나타내지 않았으나 生育初期의 加里 含量은 增加되었다.

7) P³²를 使用한 磷酸 利用率은 Amo-1618 處理한 窒素多施區에서 有意性 높게 增加 되었다.

8) 生長調節劑 또는 生長抑制劑의 一種으로 알려진 Amo-1618은 水稻收量, 기타, 收量 構成要素에 대하여 窒素多肥와의 현저한 相補의 效果로 增收을 가져온다는 것이 밝혀졌으나 그 原因으로써 Amo-1618이 代謝過程에서 窒素多施와 관계하는 耐肥性의 增大, 耐病性 增加등에 影響을 미칠뿐 아니라 吸收能과 이삭에 대한 轉流를 增大하는 效果에 의한다는 點등 그 根據를 諸文獻에 立脚 考察하였다.

參 考 文 獻

- 1) 安鶴洙外三人; 原研論集 Vol. 8 1(2), 81—90 (1968)
- 2) _____; 原研論集 Vol. 8 1(2), 75—80(1968)
- 3) 相見靈三, 昆野昭農; 日作紀事 26(3) 228(1958)
- 3) Baldev, B., Lang, A. and A.O. Agatep Science 147, 155—157, (1965)
- 4) Boysen Jensen; Growth Hormones in Plants. McGrow Hill Book Co. (1936)
- 5) Cathey, H.M.; Ann Rev. of Plant Physiology 15, 271—302 (1964)
- 6) _____ and N.W. Stuart. Bot. Gaz. 123, 51—57, (1961)
- 7) _____ . A.A. Piringer; Pro. Ame. Hor. Soc. Sci. 77, 608—619, (1961)
- 8) 長南信雄外二人; 日茂大農學報, 9, 5—18, (1961)
- 9) 鄭熙敦外二人; 韓國學雜 3, 31—39 (1969)
- 10) 出國正夫, 太田安定; 日土肥誌 26, (1)11—14
- 11) Downs, R.J. and H.M. Cathey; Bot. Gaz. 121, 233—237, 1960.
- 12) Feng, M.P.; Potash. Fert. and Manure 37 th Suite, 1—5 (1967)
- 13) Halevy, A.H. and H.M. Cathey; Bot. Gaz. 122 151—154, (1960)
- 14) Helena Birecka; Isotopes in plant nutrition and Physiology 189—199 IAEA (1967)
- 15) 兵庫縣農試場; 水稻生育調節劑試驗成績 中間報告 1—8, (1964)
- 16) IRRI; The mineral nutrition of the Rice plant Johns Hopkins Press. (1965)

- 17) 石塚喜明, 田中明; 水稻の榮養生理, 日本養賢堂 (1965)
- 18) _____; 土肥誌 27 (3) 95—99 (1956)
- 19) Jackson; Soil chemical analysis p. 151 (1958)
- 20) 川原治之助外二人; 日作紀, 30 257—260 (1962)
- 21) Kende, H. et al.; Naturwiss 50 599—600(1953)
- 22) 木戸三夫, 梁取昭三; 日作紀 31 (3), 237—240 (1963)
- 23) 小山澁谷; 日土肥誌 37 (1), 145 (1966)
- 24) Kuraishi, S. and R.M. Muir.; Plant Physiology 38, 16—24 (1963)
- 25) _____; Science 137, 760—761, (1962)
- 26) Marth, P.C. et al.; Bot. Gaz. 115, 200—204, (1953)
- 27) Mitchell, J.W. et al.; Science 110, 252—254, (1949)
- 28) 三井進午外二人; 日土肥誌, 39 (1), 37—45, (1968)
- 29) Monselise, S.P. et al.; Amer. J. Bot. 49, 405—412, (1962)
- 30) 日本植物調節劑研究會; 水稻作關係植物生育選抜試驗成績總合要録 p. 38—41 (1966)
- 31) 太田敏郎外二人; 茨大農學報 9, 1—6, Ibid, 7—10, (1961)
- 32) 太田敏郎外二人; 日作紀 30 206—210 (1962)
- 33) Preston, W.H. Jr. et al.; Plant Physiology 33 (1958)
- 34) Riddell, J.A. et al.; Science 136, 391 (1962)
- 35) 清水正治, 武岡洋治; 日作本支研發表 33, 511 (1962)
- 36) Skoog, F.; Plant growth substance. Univ. of Wisconsin Press (1951)
- 37) Stuart, N.W.; Science, 134, 50—52, (1961)
- 38) 岡澤養三; 土農 32 (1), 14—36 (1965)
- 39) Tukey; Plant Regulators in Agriculture John Wiley & Sons, Inc. (1954)
- 40) U.S.D.A. ARS 22—65, 1—14, (1961)
- 41) _____; Source Book on Gibberellin U.S.D. A. (1928—1958) (1958)
- 42) William W. and G.J. Dowrick; J. Hort. Sci. 33, 80—95 (1958)
- 43) Wirwill, J.W. and Mitchell; Bot. Gaz. 111, 491—494 (1950)
- 44) 山田 登; 作物のケミカルコントロール—生長と發育の化學的制御—農業技術協會 東京 (1966)
- 45) _____; 外二人, 日作紀 26 (2), 111—115, (1957)
- 46) 柳順昊; 研究斗 指導, 3, (3) 96 (1966)