

Ethyl Methanesulfonate處理에 의한 水稻突然變異에 관한 研究

韓國原子力研究所
權臣漢·李榮日

Studies on the Selection of Mutation in Rice Treated with Ethyl Methanesulfonate

S. H. Kwon and Y. I. Lee

Korea Atomic Energy Research Institute

ABSTRACT

Dormant rice seeds were treated with different levels of ethyl methanesulfonate(EMS) and sown directly on the well managed seed beds and the ontogenetically different tillers of M_1 plants were marked as they are developed. The biological effects of M_1 plant and mutation frequency of M_2 were investigated.

Mutation frequency evaluated with tiller groups and M_1 sterility, differs from the results reported with radiation treatment. Hence, selection of M_1 panicle of primary or secondary tillers could be recommended for increase mutation frequency in M_2 generation.

緒 言

禾穀類의 成熟種子를 使用하여 突然變異를 誘起시키면 變異는 M 植物體 全體에 일어나는 것이 아니고 一部 이삭에만 局限해서 나타나는 경우가 많다. 또한 突然變異는 거의 大部分이 劣性으로 나타나 M_1 世代에서 識別이 困難하여 M_2 以後世代에 가서야만 비로서 選拔이 可能한 高로 變異體의 選拔을 위해서는 M_2 世代를 養成해야 한다. 그러나 M_2 種子를 모두 養成한다는 것은 넓은 圃場面積과 人力, 費用面을 勘案할 때 極히 實用的이 못된다.

Gaul^{11,12)}은 大麥에서 主稈과 下位分蘗의 變異率이 上位의 것보다 높기 때문에 M_1 에서 主稈과 最下位 1次分蘗만 選擇하여 M_2 를 養成하는 것이 突然變異體를 選拔하는데 보다 效率的인 方法이라고 示唆한 바 있고 역시 d'Amato⁵⁾는 小麥에서 Yamaguchi²²⁾와 Osone¹⁸⁾는 각각 벼에서 Gaul과 類似한 結果를 報告한 바 있어 지금까지 禾穀類의 突然變異育種에서는 거의 이 方法을 適用해 온 例가 많다.

한편 Jacobsen¹⁶⁾, Fradenberg and Jacobsen⁷⁾ 등은 大麥에서, Reddy and Reddy¹⁹⁾는 벼에서 오히려 主稈의 變異率이 分蘗稈의 것보다 낮다는 報告가 있는 가 하면 Frydenberg *et. al.*⁶⁾은 大麥에서, Khan and Doll¹⁷⁾은 6倍體小麥에서 分蘗間에 變異率의 差異가 없다는 報告도 있어 이에 對한 正確한 結論은 없는 것 같다.

本研究는 水稻成熟種子에 化學的 突然變異誘起源을 處理하여 M_1 植物體 및 M_2 의 突然變異에 미치는 影響을 調査하고 突然變異體의 效率的인 選拔을 위한 適正方法을 摸索코져 實施하였다.

材料 및 方法

材料는 水稻 振興을, 突然變異誘起源은 ethyl methanesulfonate(EMS)를 使用하였다. 精選한 種子를 常溫에서 24時間 水浸한 後 0.3, 0.6, 1.2%의 EMS溶液에 種子 1個當 1ml의 比率로 各各 6時間 處理하고 24時間 水洗하여 4月 25日 播種하였는데 下位分蘗을 살리기 위해서 直播栽培하였으며 栽植距

Table 1. Summary table showing treatments of the experimental material

Dose of EMS(%)	Duration (hr.) of treatment	Plant spacing (cm)	Number of M ₁ plants harvested
Control	-	25 × 10	247
0.3	6	"	324
0.6	"	"	364
1.2	"	"	438

雜, M₁個體數는 Table 1과 같고 肥培管理는 標準法에 準하였다. 分蘖別로 突然變異率을 調査하기 위해서는 分蘖을 正確히 標識해야 했으므로 分蘖初期부터 分蘖이 出現하는데로 色을 달리한 Vinyl 고리를 繼續 分蘖에 따라 끼워 分蘖이 終了될때까지 區分標識하였다. 出穗期, 稈長, 株當穗數, 稔實率 등을 調査하는 한편 株全體를 뿌리채 採取하여 分蘖體系를 調査하였고, 突然變異는 分蘖群別로 M₁ 이삭을 이삭채 約 20 °C의 vermiculite床에 播種하여 約 2週日後 alfina, xantha, viridis, striata 등의 葉綠素突然變異를 調査, M₁의 이삭別 혹은 M₂의 個體別 變異率로 換算하였고, 變異率과 分蘖 또는 M₁이삭의 稔實率과의 關係를 檢討해 보았다.

結 果

1. M₁世代的 出穗期, 稈長, 株當穗數

突然變異誘起源 EMS를 處理한 M₁植物體의 出穗期는 全般的으로 遲延되었는데 EMS의 濃度가 높을수록 遲延度가 커서 無處理區가 9월 2일 出穗하는데 反해 EMS 0.3% 處理區에서는 9월 6일에 出穗하여 4일, 0.6%에서는 9월 9일에 出穗하여 7일, 1.2%에서는 9월 11일로 9일이 각각 遲延되었다. 稈長과 株當穗數에 있어서는 無處理區의 稈長이 81.5cm이고, EMS 0.3%는 84.2cm, 0.6%는 87.2cm, 1.2%는 82.6cm로 EMS를 處理함으로써

Table 2. Influence on the characteristics of M₁ rice plant derived from dormant seeds treated with EMS.

Dose of EMS(%)	Heading date	Length of main culm(cm)	Number of panicles per X ₁ plant
Control	Sep. 2	81.5 ± 1.0	12.2 ± 0.6
0.3	" 6	84.2 ± 1.1	9.9 ± 0.5
0.6	" 9	87.2 ± 1.5	10.2 ± 0.5
1.2	" 11	82.6 ± 3.2	7.3 ± 0.3

오히려 稈長이 길어지는 傾向이 있는 反面 株當穗數는 無處理區가 12個인데 EMS를 處理한 區에서는 10個以下로 모두 減少하는 傾向을 보였다(Table 2) 즉 EMS를 處理함으로써 分蘖이 抑制되는데 反해 稈長은 길어지는 結果를 招來했다.

2. M₁植物體의 分蘖體系

水稻의 分蘖은 栽培時期, 栽植方法, 營養狀態, 溫度, 灌水方法 등에 따라 크게 다르리라 予想되지만 本實驗에서 直播栽培한 것의 分蘖狀態는 Table 3에서와 같이 第1不完全葉腋에서는 거의 分蘖이 안 생기고 第2本葉에서부터 第9本葉까지 1次分蘖이 생기는데 出現率은 第2位分蘖이 全供試個體中の 約 64%, 第3位分蘖이 約81%, 第4位가 約83%, 第5位가 94%로 가장 높고 第6位가 89%, 第7位가 81%, 第8位는 31%로 急激히 떨어지며 第9位의

1次分蘖은 約4%밖에 안되었다. 2次分蘖은 第2位부터 6位の 1次分蘖에서 각각 發生하는데 第3位の 1次分蘖에서 생기는 率이 가장 높고 그 以下 또는 以上の 節位에서는 낮아지는 現象이었다. 그런데 EMS를 處理하면 第2位 1次分蘖의 發生率은 低下되어 EMS 0.3%에서 約57%, 0.6%에서 54% 1.2%에서는 34%밖에 안되어 無處理區 64%에 비하면 훨씬 떨어지게 보였으나 第3位~6位の 1次分蘖發生率은 EMS 1.2%의 高濃度區를 除外하고 無處理와 큰差 없으면 第7位에서 9位까지의 1次分蘖의 發生率은 EMS를 處理함으로써 오히려 增加하는 結果이었는데 主稈의 發生 역시 無處理區보다 높았다.

즉, 1.2%의 高濃度處理區를 除外하고는 EMS를 處理함으로써 上位分蘖의 發生을 促進시킨 結果이었던

다. 그러나 2次分蘖의 出現은 EMS를 處理함으로써 全般的으로 낮아졌으며 EMS의 濃度가 높을수록 顯著한 出現率의 減少를 나타내었다.

一般的으로 主稈의 길이는 他稈子의 것에 비해 긴 편인데 無處理區에서 全供試個體의 約 40%가 이에 속했다. 그러나 EMS를 處理하면 樣相은 달라져 EMS 0.3%에서 45%, EMS 0.6%에서 49%, EMS 1.2%에서 52%로 濃度가 높을수록 主稈의 길이는 他稈子보다 큰 傾向이 顯著하였다. 主稈 다음으로는 두 分蘖間에 別差없이 5位와 6位의 1次分蘖, 3位와 4位의 1次分蘖의 順이었는데 이러한 順位는 EMS를 處理해도 別變化가 없었다(Table 4).

3. 分蘖別 이삭당 粒數

分蘖別 이삭의 粒數를 보면 無處理區에서 主稈이 가장 많고 다음이 1次分蘖, 2次分蘖의 順이었는데

1次分蘖의 粒數는 第6位의 1次分蘖이 가장 많고 第5位, 第4位, 第3位, 第7位, 第8位, 第2位 그리고 가장 적은 것은 第9位의 順이었다. 즉 第7位 이상의 上位分蘖을 除外하고 最下 2位分蘖부터 6位까지는 分蘖節位가 增加함에 따라 穗當粒數도 增加하는 結果이었다. 이러한 順位는 EMS를 處理해도 1.2%의 高濃度區를 除外하고는 無處理와 거의 같은 傾向이었고 다만 EMS를 處理한 것은 全般的으로 穗當粒數가 減少했을 뿐이다. 2次分蘖의 穗當粒數는 第2位의 1次分蘖과 第2位의 1次分蘖에서 發生한 2次分蘖의 이삭에서만 떨어지는 便이고 나머지 第3, 4, 5位의 2次分蘖間에는 別差異가 없었다. EMS를 處理한 2次分蘖의 穗當粒數도 1次分蘖과 같이 全般的으로 顯著히 減少했다(Table 5).

Table 5. Number of kernel per panicle depending on the different tillers and the doses of EMS treatment

Treatment	O	P	S	S	P	S	S	P	S	S	P	S	S	P	S	S	P	P	P
	II 2-1 2-2 III 3-1 3-2 IV 4-1 4-2 V 5-1 5-2 VI 6-1 6-2 VII VIII IX																		
Control	138	89	61	80	104	91	85	107	96	85	115	87	81	118	80	-	99	95	82
EMS 0.3%	123	90	70	74	96	88	79	107	75	80	110	82	73	115	74	91	101	92	67
EMS 0.6%	122	82	57	63	95	68	72	96	88	74	101	77	64	97	63	73	31	31	76
EMS 1.2%	100	70	40	42	77	55	61	80	67	75	77	55	65	91	62	67	67	67	75

4. 突然變異率

EMS의 濃度別 albina, xantha, striata, viridis 등의

葉綠素突然變異率을 보면 Table 6와 같다. 이삭當으로 換算했을 경우 平均 4.2%이고 M₂의 幼苗로 計

Table 6. Frequency of chlorophyll mutation (albina, xantha, virides, striata) based on M₁ panicle or M₂ mutant

Doses of EMS	No. of M ₁ panicles examined	No. of M ₁ panicles mutated	Frequency of mutated M ₁ panicle (%)	No. of M ₂ seedling examined	No. of M ₂ mutant seedling	M ₂ mutant frequency (0/00)
EMS 0.3%	2,264	78	3.4	96,329	417	4.33
EMS 0.6%	2,406	107	4.4	99,463	579	5.82
EMS 1.2%	1,959	96	4.9	69,628	450	6.46
Total or average	6,629	281	4.2	265,420	1,446	5.54

算하면 0.55%이었다. EMS의 濃度別로 보면 0.3%와 0.6%의 사이에는 顯著한 差異를 나타내지만 0.6%와 1.2%사이에는 差異가 아주 微微하였다.

이삭當 變異率을 分蘖群別로 본 것은 主稈이 2.5%로 제일 낮고 第1次分蘖群이 4.7%로 가장 높으며 第2次分蘖은 3.9%로 나타나 主稈의 突然變異率

은 1次 및 2次分蘖의 것보다 낮다(Table 7).

M₁이삭의 稔實率과 突然變異率과의 關係는 Table 8과 같이 이삭의 不稔率이 41~60%사이의 이삭群에서 突然變異率이 가장 높고 다음이 21~40%의 不稔率로 같은 群이었으며 이 두 群外에 不稔率이 아주 낮거나 아주 높은 群에서는 變異率이 顯著

히 減少하는 것을 볼 수 있었다.

Table 7. Chlorophyll mutation frequencies of main, primary and secondary tillers

Tiller group	No. of M ₁ panicles examined	No. of M ₁ panicles mutated	Mutation frequency (%)
Main	832	21	2.5
Primary	4,047	192	4.7
Secondary	1,750	68	3.9
Total or average	6,629	281	3.7

Table 8. Relation between sterilities and occurrence of mutation in rice treated with EMS

	Sterility (%)				
	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
No. of panicles examined	3736	667	233	144	262
No. of panicles mutated	101	41	19	4	2
Percent	2.5	6.1	8.2	2.8	0.8

考 察

벼의 成熟種子의 胚內에는 이미 3~4개의 幼葉이 形成되어 있는 것을 顯微鏡으로 觀察할 수 있고 이 幼葉의 下端葉腋에는 각각 장차 分蘖이 될 原基들이 形成되어 있다고 보는데 이들 分蘖原基內의 分裂組織에는 각각 몇개씩의 많고 적은 數의 分裂細胞로 構成되어 있다고 보고 있다.

그러나 成熟種子에 突然變異誘起源을 處理하게 되면 이들 原基內의 分裂細胞들 中에는 誘起源의 影響을 甚하게 받는 것에서부터 거의 影響을 받지 않는 것까지 多樣할 것이고 그 程度의 差에 따라 이들의 分裂能은 달라질 것이며 原基內의 全分裂細胞의 機能을 모두 잃어 버리게 할만한 高線量 혹은 濃度의 境遇를 除外한다면 이들 分裂細胞들 中 誘起源의 影響을 받는 程度의 差에 따라 相互間에 競合의 差異가 클것이 予想된다. 이러한 競合은 비단 原基內의 分裂細胞들 間에는 局限되는 것이 아니고 成熟胚內에 構成되어 있는 分蘖原基들 間에도 適用될 것이다. Gaul¹¹⁾은 大麥의 成熟胚內의 原基들 가운데 主稈

의 原基와 下位分蘖의 原基일수록 原基內의 穗始原細胞數가 많을 것이라는 주장을 한바 있고 d'Amato⁵⁾는 小麥에서, Osone⁶⁾는 벼에서 Gaul과 同向의 結果를 發表한바 있다. 이와 關聯해서 이들은 각 分蘖의 이삭에 發生하는 突然變異率은 穗始原細胞數와 關係가 있다고 하였는데 原基內의 穗始原細胞가 많은 것이 적은 것보다 突然變異率이 높다는 報告를 한바 있어 지금까지 禾穀類의 突然變異育種에서는 種子에 突然變異誘起源을 處理한 다음 M₂의 養成을 위해서는 主稈과 最下位1次分蘖의 이삭을 選擇해 왔던 것이다.

그러나 벼의 分蘖體系를 보면 鞘葉腋芽에서는 물론 最下位第1位葉腋에서도 거의 分蘖이 안생기고 第2位葉腋에서부터 發生하기 始作하는데 이것은 大麥이나 小麥의 分蘖이 鞘葉腋芽에서 發生하는 것과는 極히 對照的이다. 벼에서 分蘖의 發生率은 主稈 다음으로 第5~6位的 1次分蘖인데 이 5~6位節을 中心으로 下位 혹은 上位로 갈수록 發生率이 顯著히 減少한다. 또 同一株內에서 分蘖稈間에 가장 稈長이 긴 最長稈이 되는 分布와 이삭에 달린 穎數도 分蘖發生 順序와 같은 傾向으로 나타나는 것으로 보아 벼의 分蘖體系는 大小麥과는 그 樣相이 다르다는 것을 나타내주는 것으로서 벼에서는 主稈 다음으로 第5~6位的 1次分蘖의 原基가 더 旺盛한 것은 오랫동안 澁水栽培를 해오는 過程에서 下位分蘖이 退化現象을 이룬 것으로 보여지며 大麥에서 主稈 다음으로 最下位分蘖의 原基가 旺盛한 것과는 樣相이 전혀 다른 것으로 判斷된다. 그런데 水稻의 分蘖別 이삭당 突然變異率을 보면 主稈은 2.5%인데 反해 1次 및 2次分蘖의 變異率은 각각 4.7%, 3.9%로 主稈의 變異率이 顯著히 낮아 大麥의 主稈의 變異가 높은 것과는 相異하고 또 大麥에서는 下位分蘖의 變異率이 높는데 水稻에서는 4~5位分蘖이 높은 것은¹⁴⁾ 水稻와 大麥의 分蘖體系가 다른 點도 있겠으며 Gaul을 비롯하여 主稈의 變異率이 높다고 하는 研究者는 主로 放射線을 突然變異誘起源으로 使用해 왔으나 本研究에서는 化學的 突然變異誘起源을 處理했다는 差異가 있는데 Jacobsen¹⁵⁾, Freidenberg and Jacobsen⁷⁾은 大麥에서, Reddy and Reddy¹⁹⁾는 水稻에서 각각 主稈의 變異率이 分蘖稈의 것보다 낮다는 報告를 한바 있는데 이들 역시 化學的 突然變異誘起源을 使用한 結果인 것으로 보아 放射線과 化學的 突然變異誘起源과는 原基內의 始原細胞에 미치는 影響이 다른 것으로 보는 것이 妥當할 것 같다.

誘起源處理에 依해서 發生하는 不稔은 染色體突然變異, 因子突然變異, 細胞質突然變異, 生理的 影響 등에 의해서 誘發된다고 보는데 特히 放射線을 照射한 M_1 이삭의 不稔原因에 대해서는 染色體異常에서 오는 現象이라고 보는 研究者가 많다(Gaul^{8,12} 1957, 1963; Burnham *et. al.*⁴, 1954; Tsuchiya,²¹ 1960). 그러나 EMS 같은 化學的 突然變異誘起源을 處理했을 때의 M_1 이삭의 不稔은 放射線과는 달리 因子突然變異에 의해서 田來되는 現象이든가 또는 極少의 染色體 敏失에 의한 것이라고 한바 있다(Gaul, *et. al.*¹³ 1966; Bender and Gaul² 1966, 1967). 여기서 문제가 되는 것은 M_1 이삭의 稔實率과 突然變異出現率과의 關係인데 Gaul⁹(1958)은 放射線을 利用한 大麥의 葉綠素突然變異와 M_1 이삭의 稔實率은 전혀 關係가 없었다고 報告한바 있고 이와 類似的한 結果를 Bekendam¹(1961)은 벼에서, Hildering and Van Per Veen¹⁵(1966)은 토마토에서 각각 報告한바 있다. 또한 Gaul and Mittelstenschied¹⁰(1960)은 M_1 이삭의 稔實率은 M_2 의 突然變異뿐만 아니라 spectrum까지도 전혀 關係가 없다고 한바 있다.

그러나 化學的 突然變異誘起源에 의한 不稔原因에 대해서는 아직까지 別로 定立된 說이 없고 다만 M_1 의 不稔의 一部가 遺傳的인 原因에 의한 것 같다는 몇몇 報告가 있을 뿐이며(Gaul, *et. al.*¹³, 1966; Bender and Gaul,^{2,3} 1966, 1967) 一部는 生理的 原因도 이에 속한다고 보고 있다. Muntzing은 放射線에 의한 M_1 의 不稔이나 그 以後世代의 不稔이 半數의 性格(haplontic nature)을 띤 것으로 自殖을 시킴으로서 稔性を 높일 수 있으나 EMS에서는 이와는 달리 倍數의 性格(deplontic nature)을 지닌 것 같다고 Sato and Gaul²⁰은 報告하였는데 半數性 不稔은 계속 自殖을 시키면 稔實率이 높아지지만 倍數性 不稔은 自殖을 시켜도 不稔이 向上되지 않은 特性이 있다고 하였다.

본 研究에서는 41~60%가 不稔이삭에서 突然變異率이 가장 높았는데 이는 Gaul 등의 報告와는 相反되는 結果로서 放射線과 化學的 突然變異誘起源과는 不稔에 미치는 影響이 다르거나 突然變異에 미치는 影響이 다를을 示唆해 준다. Gaul, D'Amato, Sato 등은 葉綠素突然變異中 albina, xantha는 因子突然變異이고 이들의 分離比는 0.25라고 報告한바 있는데 韓李¹⁶(1976)는 albina의 葉綠素突然變異가 形態의 으로 完全히 다른 것이 있는가 하면 또 溫度에 對한 反應이 다른것, 分離比가 다른것 등 遺傳的으로 여

러가지 다른 型이 있을 것이라는 報告를 한바 있는 디 萬一 葉綠素突然變異가 微少한 染色體의 敏失에 의해서 오는 結果라고 본다면 M_1 이삭의 不稔과는 密接한 關係가 있으리라고 보아도 무리는 아닐 것이다. Gaul 등은 주로 放射線에 의한 結果였고 EMS와 같은 化學的 突然變異誘起源이 不稔에 미치는 機作이 放射線과 同一하다고는 볼 수 없을 것이므로 EMS에 의한 葉綠素突然變異率과 不稔과의 關係는 今後 더 檢討해 보는 것이 妥當할 것 같다.

摘 要

水稻의 突然變異를 보다 效率的으로 選拔키 위한 手段을 摸索코저 振興의 成熟種子에 ethyl methane-sulfonate(EMS)를 處理하여 M_1 植物體에 미치는 影響과 M_2 의 突然變異率 등을 分藥別로 調査하고 이들 相互間의 關係를 檢討해 보았다.

EMS를 處理하면 M_1 植物體의 稔長은 길어지는 反面, 分蘖은 全般的으로 抑制되었는데 主稔과 上位第7, 8節의 1次分蘖만은 오히려 出現率이 增加하는 傾向이 있었다. 主稔이 M_1 株內에서 最長稔이 되는 率은 EMS의 濃도가 높을수록 顯著히 增加하였다. 分藥群別 突然變異率은 1次分蘖의 것이 가장 높아 이삭당으로 4.7%이었고, 2次分蘖이 3.9%, 主稔의 것이 2.5%로 가장 낮다. 또 變異率은 M_1 이삭의 不稔率과도 關係가 있어 不稔이 41~60%의 範圍일 때 8.2%의 突然變異率을 나타내어 가장 높고 이보다 높거나 낮은 群에서는 變異率이 낮았다.

EMS를 突然變異誘起源으로 使用할 경우 M_2 의 突然變異率을 높이기 위해서는 株內에서 稔長이 제일 큰 主稔을 除外하고 나머지 1次 혹은 2次分蘖의 이삭을 選擇하되 M_1 이삭의 不稔이 40~60%정도의 것을 取하여 다음 M_2 世代를 養成하는 것이 M_2 의 突然變異를 效率的으로 選拔할 수 있는 手段이 될 것 같다.

引用文獻

1. Bekendam, J. 1961. "X-ray induced mutations in rice", *Effects of Ionizing Radiation on Seeds* (Proc. Symp. Karlsruhe, 1960), IAEA, Vienna, pp. 609~629.
2. Bender, K. and H. Gaul. 1966. Nachwasche, Rucktrocknug und Lagerung bei AMS-behandel-

- ten Gersten-Samen. *Radiation Botany* 6: 505~518.
3. _____ and _____. 1967. Variierung der AMS-wirkung bei Gerste durch Anwendung verschiedener Behandlungen und Nachwaschtemperaturen. *Radiation Botany* 7: 289~301.
 4. Burnham, C.R., F.H. White and R. Livers. 1954. Chromosomal interchanges in barley. *Cytologia (Tokyo)* 19: 191~202.
 5. D'Amato, F. 1964. Chimera formation in mutagen-treated seeds and diplomic selection. *The Use of Induced Mutation in Plant Breeding*. Pergamon Press, pp. 303~316.
 6. Frydenberg, O., H. Doll, and J. Sandfaer. 1964. The mutation frequency in different spike categories in barley. *Radiat. Bot.* 4: 13~25.
 7. _____, and P. Jacobsen. 1966. The mutation and segregation frequencies in different spike categories after chemical treatment of barley seeds. *Hereditas* 55: 227~248.
 8. Gaul, H. 1957. Zur Frage der Ontogenetischen Elimination mutierter Zellen nach Rontgenbestrahlung von Saman. *Naturwissenschaften* 44. pp. 566.
 9. _____. 1958. Über die gegenseitige Unabhangigkeit der Chromosomen-und Punktmutationen. *Z. Pfl Zucht.* 40: 151~188.
 10. _____, and L. Mittelstenschied. 1960. Hinweise zur Herstellung von Mutationen durch ionisierende Strahlen in der Pflanzenzucht. *Z. Pfl Zucht.* 43: 404~422.
 11. _____, 1961. Studies on diplontic selection after X-irradiation of barley seeds. *Effects of Ionizing Radiations of Seeds*, IAEA, Vienna, pp. 117~138.
 12. _____. 1963. Mutationen in der Pflanzenzucht, *Z. Pfl Zucht.* 50: 194~307.
 13. _____, K. Bender, E. Ulonska and M. Sato. 1966. "EMS-induced genetic variability in barley; the problem of EMS-induced sterility; and a method to increase the efficiency of EMS treatment". *Mutations in Plant Breeding (Proc. Panel, Vienna, 1966)*. IAEA, Vienna, pp. 249~252.
 14. Harn, C. and Y. Lee. 1975. Chlorophyll mutation rate and segregation ratio of tillers after the treatment of rice seeds with ethyl methanesulfonate. *Korean J. Breeding* 7(3): 129~134.
 15. Hilderling, G.J. and J.H. Van Der Veen. 1966. The mutual independence of M_1 -fertility and mutant yield in EMS-treated tomatoes. *Euphytica* 15: 412~424.
 16. Jacobsen, P. 1966. Demarcation of mutant-carrying regions in barley plants after ethylmethane-sulfonate seed treatment. *Radiat. Bot.* 6: 313~328.
 17. Khan, M.I. and H. Doll. 1968. Mutation frequencies in ontogenetically different spikes of hexaploid wheat after ethylmethane sulphonate treatment. *Mutation Res.* 6: 93~99.
 18. Osoné, K. 1963. Studies on the development mechanism of mutated cells induced in irradiated rice seeds. *Jap. J. Breeding* 13: 1~12.
 19. Reddy, J.P. and G.M. Reddy. 1971. Frequency of chlorophyll mutations among tillers of rice after diethyl sulphate treatment. *Indian J. Genetics & Plant Breeding* 31: 486~490.
 20. Sato, M. and H. Gaul. 1967. Effect of ethyl methanesulfonate on the fertility of barley. *Radiation Botany Vol. 7:* 7~15.
 21. Tsuchiya, T. 1960. X-ray induced chromosomal aberrations in *Hordeum*. *Japan J. Genetics* 35: 58~65.
 22. Yamaguchi, H. 1962. The chimaeric formation in an X_1 panicle after irradiation of doemant rice seed. *Radiat. Bot.* 2: 71~77.

Summary

In order to get information for the effective selection of rice mutants, the dormant seeds were treated with ethyl methanesulfonate(EMS) and sown directly on the well managed seed beds and the ontogenetically different tillers of M_1 plants were marked as they are developed. The biological effects of M_1 plants and mutation frequency of M_2 were investigated.

EMS treated seeds reduced number of tillering

and increased in plant height. The occurrences of main culm and 7th to 9th primary tillers of M_1 plants derived from EMS treated seeds were more increased than those of non-treated seeds, while the occurrence of 2nd to 6th primary tillers and whole secondary tillers were reduced. 40% of main culm was the longest one among the tillers of M_1 plant, but the percentage increased to 52% with increasing of EMS dosage. The mutation frequencies of primary and secondary tiller groups were higher than those

of main culm, and the frequency of primary tiller group was 4.7% by panicle base. Mutation frequency depends upon M_1 panicle sterility in contradiction to a case of radiation treatment, and the frequency was highest at 41~60% of M_1 panicle sterility. Therefore, the selection of M_1 panicles of primary or secondary tillers and 41~60% sterile panicles seemed to be more effective to raise M_2 generation for high mutation frequency in case of EMS treatment.