

水稻譯叢

(水稻的引變育種)

第十四輯

水稻譯叢編譯委員會 編

上海市科學技術編譯館

水 稻 譯 叢

(水稻的引变育种)

第 十 四 輯

水稻譯叢編譯委员会 編

*

上海市科学技术編譯館出版

(上海南昌路59号)

上海市印刷六厂印刷 新华书店上海发行所发行

*

开本 787×1092 1/16 印张 4 12/16 字数 147,000

1965年12月第1版 1965年12月第1次印刷

印数 1—2,000

編号 16·338 定价(科六) 0.60元

前 言

水稻的引变育种是近年来逐渐发展起来的一种較新的育种方法。目前,不少国家应用此方法进行水稻的育种工作,并取得了一定的成績。日本自 1951 年至 1962 年应用此法已选育出“藤系 53 号”、“藤系 54 号”、“藤系 70 号”、“藤系 71 号”、“西海 64 号”、“西海 65 号”等品种。虽然应用这个方法育成的品种在高产的优越性、育成的数量及速度方面目前尚不能与杂交育种的系統育种法、集团育种法相比拟,但由于此方法采用了射綫或誘变剂,能够扩大水稻的变异范围,为选择有希望的特性和类型开辟了新的途徑,所以是值得进行研究与采用的育种方法之一。为此,特选譯这方面的报告汇编成輯,供育种工作者参考。

本輯选譯的 16 篇論文中,按其內容大致可分为以下四个方面。(1)引变选育新品种及突变体的研究(第 1~4 篇)。报道应用 P^{32} 处理水稻种子,育成“藤系 54 号”的过程及若干选择的原则与方法。探討用 P^{32} 处理选育矮秆类型水稻的可能性,以及用 P^{32} 、X 射綫誘发突变的經過及突变体的某些特性。(2)突变机制的研究(第 5 篇)。該研究系通过 γ 射綫照射后 R_1 分蘖系統与照射剂量之間的关系,突变和不稔性的出現頻率与分布情况,研究水稻种子誘发突变細胞的发育机制,并从 R_1 主莖和分蘖系統出現的突变規律探討合理地选择 R_1 的方法。(3)射綫照射的效应研究(第 6~13 篇)。这 8 篇报告,主要研究在誘变育种中一些必須明确的問題,例如射綫照射种子最适剂量問題,射綫对植物效应与剂量率之間的相关性問題,水稻各代重复照射对于誘发突变的效果問題,射綫照射水稻不同生育阶段对当代植株的損伤和次代变异的影响問題,射綫誘发水稻抽穗期突变系和粒型变异的效果及特性,以及如何推定照射第二代植株叶綠素分离比率的方法問題等。(4)射綫与化学药品綜合或单独处理的效应比較研究(第 14~16 篇)。这三篇报告着重探討 X 射綫、热中子照射的水稻种子以二环氧丁烷、 β -丙脂、秋水仙碱等进行前处理或后处理,与两者单独处理的效应;并比較 X 射綫、热中子与二环氧丁烷綜合或单独处理的 M_1 植株的存活率、稔性、突变率, M_2 、 M_3 、 M_6 植株的有关产量性状的变异。

限于水平,在选题和譯文中可能有不妥或錯誤之处,希望讀者批評指正。

沈学年 吳尧鵬

目 录

1. 人工引变育种的研究	
III. 利用 X 射线处理育成高产系统“藤系 54 号”	1
2. 利用 P ³² 诱发水稻矮秆突变	5
3. 利用 X 射线诱发水稻突变	11
4. 放射性磷处理获得有希望的水稻品种	14
5. 照射的水稻种子内诱发突变细胞的发育机制研究	16
6. 水稻辐射育种中最适照射剂量的确定	25
7. 射线对水稻的效应和剂量率之间的相关性	29
8. 水稻各代重复照射诱发突变的方法	32
9. 利用人工突变的育种学研究	
III. 以 X 射线照射不同发育阶段的水稻对照射当代植物损伤发生的影响	37
10. 利用人工突变的育种学研究	
IV. 以 X 射线照射不同发育阶段的水稻对照射下一代变异的影响	44
11. 水稻抽穗期的遗传研究	
I. 射线所诱发的抽穗期突变系统的特性	49
12. 射线照射后诱发的水稻谷粒型的遗传变异	
I. γ 射线照射	54
13. 水稻经射线照射后第二代叶绿素突变分离比率的测定	59
14. 利用射线和化学药品诱发水稻突变的研究	
I. 射线和化学药品对于水稻生育和突变的诱发的综合效应	64
15. 利用射线和化学药品诱发水稻突变的研究	
II. 热中子、X 射线和二环氧丁烷的诱发突变的比较	67
16. 利用射线和化学药品诱发水稻突变的研究	
III. 产量性状在 M ₆ 代的变异	71

人工引变育种的研究

III. 利用 X 射线处理育成高产系统“藤系 54 号”

鳥山国土 蓬原雄山

《育種学雜誌》12(4):263~268(1962) [日文]

緒 言

作者等以 X 射线及 P³² 对水稻进行人工引变育种試驗，第 II 报已报道了利用 P³² 处理育成了比原品种“八甲田”增产的“藤系 53 号”，以 X 射线处理的后代中，也能选育出比原品种增产的引变系統，現报道其选育概要，并就有关产量的人工引变育种

进行了若干討論。

材料及方法

1954 年以水稻“藤坂 5 号”的催芽种子进行 X 射线照射，X 射线为 8 千伏、16 毫安、0.5 毫米的鋁滤鏡，照射距离为 15 厘米，剂量率 243 倫琴/分钟，总剂量为 10 千倫。选育过程列于表 1。

表 1 X 射线处理的人工引变育种过程

年 次	世 代	事 项	供 試 数			入 选 数		
			系統群	系 統	个 体	系統群	系 統	个 体
1954	X ₁	X 射线处理，每株取 1 穗	—	—	172	—	—	172
1955	X ₂	对突变体进行一般观察与选择	—	158	5401	—	76	127
1956	X ₃	变异型的确定选择系統和个体	76	127	3000	50	74	114
1957	X ₄	产量預备試驗品质鉴定，选择系統与个体	74	114	7800	18	19	95
1958	X ₅	产量試驗，品质鉴定，选择系統与个体	19	95	5700	2	2	10
1959	X ₆	产量試驗质量鉴定选择系統和个体	2	10	1000	1	1	5
1960	X ₇	最后产量試驗品质鉴定	1	3	1060	1	1	5

試驗結果

1. X₁ 代 X₁ 代按各个体留种，一个体留一穗。X₁ 代共选留 172 个体。

2. X₂ 代 X₂ 代按 X₁ 代的个体进行系統栽培，每 10 个系統种植原品种藤坂 5 号，进行变异体的記載与选择。由于有不发芽的系統，实际供試系統数为 158 个。

根据田間及室內調查，获得許多变异型，与第 II 报一样，将这些变异型分为叶綠素变异型、稔性变异型、稔性形态变异型及形态变异型，再将形态变异型分为与原品种可明显区别的大变异型以及与环境变异不能明显識別的小变异型，其数目列于表 2。即变异型的出現頻率，除去小的形态变异型外，在供試的 158 个系統中出現 98 个系統，变异型数达到 142 型。出現变异型的系統占 62.0%，每系統的变异型数为

0.899，大致每一系統得到一个变异型。得到的大的形态变异型是粗大粒、极大粒、矮秆、极晚熟等。小的形态变异型是短秆、密粒、多蘖等。在这些变异型

表 2 X₂ 代的变异型数目

变异型的种类	供試的 X ₂ 代系統数 (a)	变异的 X ₂ 代系統数 (b)	X ₂ 代的变异型数 (c)	b/a	c/a
叶綠素变异型	158	13	13	0.083	0.083
稔性变异型	158	60	63	0.380	0.399
稔性形态变异型	158	28	31	0.177	0.196
大形态变异型	158	32	35	0.203	0.222
小形态变异型	158	111	167	0.703	1.060
合 計	158	132	309	0.835	1.956

中淘汰了叶綠素变异型、稔性变异型及稔性形态变异型的大部分,选择了形态变异型的大部分。

3. X_3 代 X_3 代按 X_2 代的个体进行系統栽培,各系統20株,以証实 X_2 代获得的变异型并調查稳定度。在 X_2 代选择的变异型中,根据 X_3 代檢定的結果,而証实的突变型如表3。

表3 X_2 代的結实率与 X_3 代的形态突变率

X_2 代 結实率 (%)	分析的 X_2 代 系統数 (a)	X_2 代 突变的 系統数 (b)	X_3 代突变型数目			b/a	c/a
			大的形 态变异	小的形 态变异	合計 (c)		
結 系 統	87	19	18	4	22	0.218	0.253
不 結 系 統	71	21	17	10	27	0.296	0.380
合 計	158	40	35	14	49	0.253	0.310

注:包含2个或2个以上的不稔个体(不稔率超过30%以上)

X_2 代得到的大的形态变异型,在 X_3 代全部被証实为突变型, X_2 代得到的小的形态变异型,在供試的92变异型中,包括早熟、晚熟、多稔、密粒等,被証实为突变型的只不过14个。把这些出現的突变型,按 X_2 代分离为不稔个体的系統与不分离的系統,分別表示之,如表3所示,前者比后者的出現率多,但差异不显著。可是小形态突变型,則前者的出現为后者的2倍以上。

从这些突变型中,选择了认为有希望的系統,同时考虑到微小突变还从外表近于正常的系統中以增产为目标,选择了7个系統。

4. X_4 代 X_4 代是以74个系統群、114个系統进行系統栽培的,同时从 X_3 代表現稳定良好而有希望的系統中选22个系統,加上原品种藤坂5号及其

他品种共25个系統,采用 5×5 三向格子方排列法,进行生产力預备鉴定試驗。結果,产量比原品种显著增产的只有X-21(增产11%)1个系統,其余都低产,有10个系統显著低产,其中包含两个外表近于正常的系統。

增产系統X-21在 X_2 是以多稔变异(小形态变异型)被选择的,故比原品种稍稍短秆、多稔、密粒。此外为了进一步研究还选择了X-7(极晚熟)、X-8(晚熟短秆)、X-15(短秆、多稔)等,再从系統栽培中与 X_3 代同样的选择标准选择了认为有希望的10个系統。

5. X_5 代 X_5 代是以 X_4 代所选择的15个系統加原品种“藤坂5号”及其它品种共20个系統,采用 4×5 的三向矩形格子方排列法,进行生产力鉴定試驗。

产量比原品种增产的是X-29一个系統,增产虽不显著,但比原品种增产7%,且三区都增产。X-29在 X_2 代是以稍稍晚熟变异(小形态变异型)而入选的, X_3 代、 X_4 代根据系統栽培,被証实为多稔性的突变型, X_5 代参加产量試驗。X-29比原品种稍稍晚熟、抗叶稻瘟病及抗倒伏性稍差,一穗粒数稍少,但穗数多,品质也优于原品种。在 X_4 代表現增产的X-21的穗数和一穗粒数都超过原品种,但抗穗類稻瘟病弱,抗倒伏性也弱,由于这些缺点而减产。結果在 X_5 代除X-29外,还将X-7(极晚熟)选择作为材料保存。

6. X_6 代以后 在 X_5 代表現增产的X-29,以地方番号“藤系54号”命名,在1959(X_6),1960(X_7)两年,繼續与原品种作比較試驗。

“藤系54号”与原品种藤坂5号之比較,从 $X_5 \sim X_7$ 代概括于表4中,三年都表現比原品种增

表4 高产突变系統“藤系54号”的特性

	年份	世代	抽穗期 (8月中天数)	秆长 (厘米)	穗长 (厘米)	穗数	抗倒 伏性*	谷粒产量 (公斤/公亩)	千粒重 (克)	每穗粒数	結实率 (%)	耐寒性*	抗稻 瘟病*
藤 系 54 号	1958	X_5	6.3	86.3	16.9	18.3	III	69.6	21.0	121.4	86.2	II	III
	1959	X_6	11.3	88.3	16.4	17.5	III	71.6	20.1	104.0	93.2	III	III
	1960	X_7	14.0	86.8	16.9	15.5	II	60.7	22.1	—	—	III	III
		平 均		10.5	87.1	16.7	17.1	III	67.3	21.1	112.7	89.2	III
藤 坂 5 号	1958		5.0	85.3	17.4	15.1	II	65.1	22.0	135.0	89.8	II	II
	1959		11.7	86.4	16.2	12.9	II	67.9	20.9	121.8	90.0	II	II
	1960		10.3	86.4	17.9	10.9	II	53.2	23.6	—	—	II	II
		平 均		9.0	86.0	17.2	13.0	II	62.2	22.2	128.4	89.9	II

* I: 最高 V: 最低

产。“藤系 54 号”的各种性状比原品种没有大的变异，一穗粒数稍稍减少，但穗数增加，想来是由于穗数的增加(+)比一穗粒数的减少(-)的作用更大而带来增产的。

此品种分配在东北各县试验场的试验结果多半比原品种藤坂 5 号增产，米质也超过原品种，但必须指出，抗穗颈稻瘟病与抗倒伏性比原品种低。

讨 论

关于利用人工引变选育丰产品种的事例，已有许多^[1,2,3,4]报告，作者等在水稻方面利用 P³² 及 X 射线处理，也选育了比原品种丰产的“藤系 53 号”与“藤系 54 号”。从这些系统的育成经过，就高产性的人工引变育种，特别关于选择方法，进行以下的讨论。

首先关于射线处理后代的选择方法，作者等在 R₂ 代及 X₂ 代中几乎全部淘汰了没有育种价值的隐性变异及叶绿素变异等，将形态变异区分为与原品种能明显识别的大的变异型和与环境不能明显识别的小的变异型，并选择了小的变异型，而高产系统都是从 R₂ 代及 X₂ 代的小形态变异型的后代得到的。这说明以数量性状为育种目标时，对于 R₂ 代及 X₂ 代的变异的探讨，必须尽量进行详细的记载，且尽可能确保多量的突变体，把重点放在次代系统选择上。

又利用射线处理而诱发小的变异，即微小突变，在岡^[10]、太田孝^[6]等关于水稻的试验中也曾看到，又 Gregory^[2] 从落花生经 X 射线处理的集团中，选取外形完全没有变化即所谓正常型，以探求数量性状的试验中，在其后代也得到了增产的系统。但是在育种上探求这些微小突变而进行选择是颇为困难的问题，特别是因为关于丰产性的遗传力极低。又从田间试验的精密度来看也具有极困难的问题。同时 Gregory^[2] 得到的增产系统，生育旺盛，与原品种能识别，这点能否考虑为微小突变，可能也是问题。

当作者等进行 R₃ 代及 X₃ 代的选择时，也是考虑微小突变，以增产作为目标从外观正常的系统中进行选择，在 R₄ 代及 X₄ 代以后的生产力鉴定的结果，在丰产性方面，大多数系统与原品种没有差别。但在全部 11 个系统中有 3 个系统比原品种表现显著低产，这表明即使外观正常的也要产生丰产性的变异。这虽然不能否定微小突变有向高产方向变异的可能性，但是从供试系统的丰产量分布来看，说明选择微小突变的高产系统，需要相当大的规模

与相当高的精确试验，而且必须与可视小变异的丰产性的选择进行比较探讨。作者等研究的结果，从可视小变异得到了增产的系统。所谓可视小变异，即是在进行系统栽培时，与原品种的某些性状表现能够识别的小变异。又外形感到畸型的变异，在供试条件下均为低产系统，当选择时，不要以这些为对象，而最好应以非畸型的可视小变异为主。

其次，在育种上有价值的性状变异有秆长、穗长、穗数、一穗粒数、结实率、抽穗期、强秆性及耐寒性等，这些性状变异虽有向增加及减少两个方向进行，但如真岛、河合^[8]所指出，以向减少的变异要多得多，而且只是单一性状的变异极少，大多数是几个性状同时产生变化。以丰产性而言，大部分的系统也是比原品种差。以表现增产的变异系统的性状变化来看，“藤系 53 号”穗数没有变化，而是一穗粒数多，秆强硬，结实率也高，但千粒重稍稍减少。对产量而言(+)的因素比(-)的因素作用强，因而增产。“藤系 54 号”则千粒重与一穗粒数都稍稍减少，但穗数增加，因而增产。

这样看来，增产系统，也非单一性状的变化，而是几个性状同时变化的，但关于丰产性的选择，在产量的构成因素或决定因素及间接参与此要素中的性状(抗倒伏性等)清楚的表现向(+)的变异，而其他的性状并不同样减少，捕捉这样的变异，看来很多是有效的。

从选择的方向来看，“藤系 53 号”的原品种是多穗型的八甲田，“藤系 54 号”的原品种是大穗型藤坂 5 号，以增产为目标而选择的结果，前者向大穗方向、后者向多穗方向得到增产。这点可能关系到产量构成因素的性状间的相关，故试加研讨。

图 1 是表示株型与产量之间关系的模式图，大穗型品种 A 与多穗型品种 B 具有同一产量标准 M，为了把它们高产量标准 H 提高，选择怎样的性状变异或者株型则是一个问题。

最好是选择有关产量性状都保持(+)的相关变异(a₁、b₁)较为理想，但是这样的变异本研究中没有得到，且发生的可能性也极少。其次，即使一穗重或穗数与其它的性状独立的(+)变异(a₂、b₂)是所希望的，但是如前述，不仅单一性状的变异极少，而且它们的性状相关极高，如果一穗重增加，则穗数减少，或者反之。低于等产量 M 的变异(a₄-a'₄、b₄-b'₄)占大部分，特别是只看到大穗型向更大穗型化的变异，即向 a₅ 的方向变异、从多穗型向更多穗型化的变异，即向 b₅ 的方向变异，即是向低产的方向变异

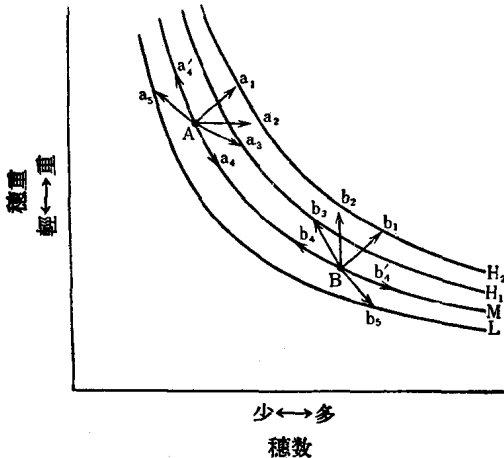


图1 突变系统的谷粒产量与株型的关系

$a_1, a_2 \dots, b_1, b_2 \dots$ 突变的方向
 $H_2 > H_1 > H > L$: 产量水平

A: 原品种(大穗型); B: 原品种(多穗型)

而减产。根据上述各点,考虑各构成因素对产量的重要性的相对比重,目标可集中于株型。即是说,大穗型品种A的一穗重减少不多而向多穗的方向变异,多穗型品种B穗数减少不多而向大穗的方向变异(a_3, b_3),两者都是向接近中间型的变异,打破等产标准线M,而向高产标准H推进。作者等所获得的增产系统之一也是向这个方向变异的。这种增产系统选育,证实了利用人工引变能积极地获得增产变异的可能性,故今后的人工引变育种有很大的希望。

在新品种育成上,人工引变育种法与杂交育种法的效率比较,目前由于育种规模大大的不同,不能直接进行比较,但是能大体看出人工引变育种法包含许多问题。就水稻而论,由于采用杂交育种法,集团育种法,回交育种法等,提高了育种效率,不断的选育成新的品种,品种的替换快,而人工引变的育种,虽然处理后的材料能向有希望的方向改良,但是在这段时期中,利用杂交育种法更能育成优于人工引变育种法的新品种,代替原品种,使问题复杂。作者等育成的人工引变的系统“藤系54号”,得到了比原品种“藤坂5号”增产,但是与此同时进行的杂交育种法(利用集团育种法)育成的“富士实”,在丰产性、耐肥性、抗病性、品质等方面,都比原品种“藤坂5号”优越,也比“藤系54号”优越,现在“富士实”正

全面的在代替“藤坂5号”。这样的事实可能表明,进行人工引变育种时,根据育种目标,必须充分注意研究供试材料,以提高效率。但是人工引变作为扩大变异的手段,进一步利用于育种上,这是应肯定的。作者等由于以大规模地进行着的杂交育种的水稻作为材料,因而碰到了这样的问题,不过在育种不进步的作物中,问题自然不同了。

又在本研究过程中,得到了比原品种的耐寒性更提高一步的变异体,这表示人工引变育种,也能适用于生理抗性方面。

参考文献

- [1] Frey, K. J. 1955 Agronomic mutation in oats induced by X-ray treatment. *Agron. Jour.* 47 (5) 207~209.
- [2] Gregory, W. C. 1955 X-ray breeding of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *Agron. Jour.* 47(9) 396~399.
- [3] Gustafsson, Å. 1947 Mutations in agricultural plants. *Hereditas* 33. 1~100.
- [4] Hu, C. H., W. T. Chang, T. S. Weng & H. W. Li 1960. The utilization of X-ray radiation for rice improvement. *Bot. Bull. Academia Sinica* 1 (2) 109~116.
- [5] Kao, K. N., C. H. Hu, W. T. Chang & H. Oka 1960 A biometrical genetic studies of irradiated populations in rice: Genetic variance due to different doses of X-rays. *Bot. Bull. Academia Sinica* 1(1) 101~108.
- [6] 眞島勇雄・河合 武 1957 リン-32によるイネの突然変異。第1回アイソトープ会議報文集 564~568.
- [7] Masima, I. & T. Kawai 1959 Mutation of rice induced by radioisotope P³². *Proc. II. UN Geneva Conf.* 293~298.
- [8] 眞島勇雄・河合 武 1960 稻乾燥種子に対する熱中性子およびX線照射の影響,第3回アイソトープ会議報文集 995~1000.
- [9] 松尾孝嶺 1957 放射線突然変異による育種の研究 [7] *農園* 32(9) 1281~1286.
- [10] Oka, H. J. Hayashi & I. Shiojiri 1958 Induced mutation of polygenes for quantitative characters in rice. *Jour. Hered.* 49 (1) 11~14.

(游述麟译,吴尧鹏、申宗坦校)

利用 P^{32} 誘发水稻矮秆突变

Kawai. T., Sato. H. and Masima

«Effects of Ionizing Radiations on Seeds» 565~579 (1961) [英文]

現今很少怀疑輻射能够誘发实践上有用的突变。已由輻射誘导出許多实践上有价值的性状。大麦的突变体品系，直立型 32，秆坚硬，在高氮肥下获得高产，近来，在瑞典已作为市場上的“巴拉斯”品种出售^[1]。

往往伴有秆强化的矮秆突变是輻射处理后得到的最普遍突变之一。水稻亦如此，已有很多学者报道过^[2, 3, 4, 5]。然而，在很多情况下，輻射誘发的矮秆突变表现出引起减产的其他农艺性状的变化，其中仅仅少数的变化是实践上有用的。

在本試驗中水稻植株用 P^{32} 处理，其后代进行矮秆筛选，以及研究其农艺性状的变异。这样是为了发现性状是如何变化，以及发现我們可以期待的誘发实用矮秆突变体品系的比例如何。虽然試驗至今仍在繼續，現將已获得若干有希望的结果，作簡要报告。

材料和方法

本試驗采用了由高秆水稻品种，农林 22 号单倍体植株加倍染色体数目所获得的純系种子。但是，这个純系秆长稍比原品种农林 22 号短，而且籽粒形状亦稍微改变了。

处理的方法和前报告相同^[5]。于 1955 和 1956 年，发芽种子浸漬和栽培在調节到 pH 为 5~6 的 $Na_2HP^{32}O_4$ 的溶液中 14 天。原始的放射性为每粒种子 12.5 微居里，每粒种子溶液体积为 0.6 立方厘米，放射性强度是根据附在放射性同位素說明书上的衰变期和稀釋程度来推定的，于 30°C 恒温箱中进行处理，采用玻璃碟子，每只碟子放入 5 粒种子。处理后幼苗首先栽培在沒有肥料的盆鉢中，然后移植到施肥的試驗盆鉢中，置于温室生长。

在第二世代即 R_2 中，每个 R_1 植株的 2 或 3 个穗的后代以穗行种植于水稻田，每隔 10 个处理品系插入 1 个未处理的品系。进行田間观察以发现矮秆植株，亦测定所有 R_2 植株的秆长。这些品系的其他性状变化，例如抽穗期、分蘖数、叶、穗和籽粒特征亦

予以記載。当在一个 R_2 品系中矮秆植株表现出同等程度的矮秆和同类型的其他性状变化时，那末，就区别它們为矮秆的变异型。輕微矮秆变异植株其变异很难与环境的变异区分开的，和視为属于一个变异型，但彼此間只表现出輕微差异的植株尽可能于后代測驗。

在第三世代 R_3 中，每个 R_2 变异型的若干植株在水稻田中作为株的后代以株行栽培 14 或 15 个单株，每隔 10 个处理品系插入一个未处理品系，以观察在 R_2 世代所观察到的变化是否遺傳。当 R_2 变异体于 R_3 世代繁殖固定时，出現和在 R_2 世代中所获得的同样的变异类型，則把这些 R_3 品系視为突变品系。当分离时，有希望的变异植株后代进一步种植 R_4 世代，以获得繁殖固定的品系。当来自于一个 R_1 稻穗的 R_3 品系出現同等程度的矮秆和其他性状的同样类型变化时，就把它們視为同一个变异的突变体品系，仅保留代表性的品系予以进一步試驗；而来自同一个 R_1 穗子的若干突变体品系彼此間表现出輕微的差异时，其后代进一步种植。

在矮秆植株筛选中，帶有不稔的或其他性状有剧烈变异，明显地导致减产的矮秆植株，在早期世代即予丢弃；另一方面，在筛选品系种植成行和原品种比較时，由田間观察所能觉察出的不連續的变化，可将所有筛选品系与原品种区分开。

于 1959 年，在 R_4 或 R_5 世代中，分別于 1956 和 1955 年处理，直到該时期在繁殖固定的筛选的品系中所得到的有希望的品系，用普通栽培方法，以三向格子方設計，測驗其矮秆和其他性状的变化。每一小区植株数（每丛一株）为 45，对每一小区 20 棵植株进行性状的測量。采用三块不同田进行試驗，未处理的原品种所測量值按逐块田而变化，結果是以处理品系对未处理原品种每块田的相对值表示。

試驗結果

1. 矮秆品系的筛选

于 R_1 至 R_4 世代中和測驗的篩选的植株或品系数列于表 1。在 1955 和 1956 年总共处理 91 粒种子, 得到 91 R_1 植株, 如前报告所述^[5], 每粒种子 P^{32} 12.5 微居里, 不是致死剂量, 但是, 幼苗生长已稍有抑制。 R_1 植株结实率下降, 1955 和 1956 年 R_1 植株平均穗实率分别为 69.6% (未处理为 93.3%) 和 72.5% (未处理为 94.0%)。

在 R_2 世代栽培了 216 个穗后代, 12,403 个植株, 于 1955 和 1956 年处理的 R_1 植株后代中出现的叶绿素突变和每 100 个穗后代叶绿素突变数分别为 15.8% 和 19.1%。在来自 79 个 R_1 植株的 R_2 品系中, 筛选出 491 个 R_2 矮秆植株。

在 R_3 世代, 栽培了 491 个 R_2 植株的后代作为

植株后代, 其中若干品系秆长正常, 来自同一 R_1 穗的若干品系表现出同样变化类型, 以及若干品系表现出显著减产。结果, 约 70% 的 R_3 品系予以丢弃, 保留了来自 72 R_1 穗或 44 R_1 植株的 155 个品系, 其中 106 个品系繁殖固定。

于 1958 年, 进一步研究了来自 R_1 植株的 98 个品系 (于 1955 年处理的), 在这一年中, 对 20 个品系进行初級測驗以发现矮秆和其他性状的变化, 筛选 72 个品系。

1959 年, 137 个矮秆品系, 72 个 R_5 品系和 65 个 R_4 品系, 保留进一步研究, 其中 110 个已繁殖固定。在未处理植株或品系中没有得到或筛选出矮秆植株或品系。

表 1 P^{32} 处理稻株于 R_2 、 R_3 、 R_4 和 R_5 世代的后代品系、筛选矮秆植株、品系和測驗株数

世代	年份	各品系測驗植株数	未处理品系数	測驗数目			篩选数目			篩选* %		
				品系	(R_1 植株后代)	(R_1 穗后代)	植株	品系	(R_1 植株后代)		(R_1 穗后代)	植株
R_1	1955	—	18	—	—	—	41	—	—	—	41	—
	1956	—	17	—	—	—	50	—	—	—	50	—
R_2	1956	80	17	101	(41)	(101)	6735	75	(35)	(75)	306	4.5
	1957	57	16	115	(50)	(115)	5668	69	(44)	(69)	185	3.3
R_3	1957	14	42	306	(35)	(75)	4284	92	(24)	(44)	98	30.1
	1958	15	22	185	(44)	(69)	2775	63	(20)	(28)	65	34.1
R_4	1958	—	—	98	(24)	(44)	—	71	(18)	(29)	72	72.4
	1959	—	—	65	(20)	(28)	—	—	—	—	—	—
R_5	1959	—	—	72	(18)	(29)	—	—	—	—	—	—

* 占 R_2 的篩选 %, 和占 R_3 与 R_4 篩选品系 %

2. 篩选品系的特征

一般观察

在 1959 年, 对最有希望的 68 个已经繁殖固定的品系, 32 R_5 和 36 R_4 , 进行矮秆和其他性状变化的測驗, 其他性状即抽穗期、单株穗数、穗长和总籽粒产量。

许多品系既实为矮秆, 其他性状亦常在秆长发生变化的同时表现出变异, 68 个所測驗的品系中有 7 个品系在所测量的 5 个性状上与原品种没有表现显著的差异。在表 2 中, 68 个品系中的 20 个代表性品系特征表明篩选品系的一般概貌。表 2 中“品系数”下面, 第一个数字是 R_1 植株编号, 第二个数字是 R_1 穗编号, 第三个数字是来自 R_1 植株或穗的品系编号。由此可见, 若干个品系是从同一个植株或穗来的, 如品系 8-17-1, 2, 3; 8-18-1, 2, 3 和 22-58, 59。在这些篩选品系中叶和籽粒性状发生了变化。

抽穗期亦变化了, 在若干品系中自播种至抽穗天数显著縮短而产量仍沒有任何减低 (品系 8-17-1, 17-40); 单株穗数显著增加 (品系 22-58 等)。有许多品系产量增加, 其中可以注意到三个品系, 如品系 8-17-2, 8-18-2, 8-18-3, 是来自同一 R_1 植株。它们的产量显著增加, 而其秆长依然显著地縮短。亦发现了倒伏程度上的差异。

各性状的变异

因为考查了许多品系, 所以研究了农艺性状的变异, 各性状的变异见图 1 和表 3。

秆长 被篩选的 68 个品系中大多数都期望为矮秆, 如图 1 所示, 没有一个品系秆长有任何增加。比原品种秆长减少 10% 的品系是最多的。从表 2 可见, 秆长最大的减縮为品系 1~2 (24%)。更多的矮秆品系因为明显的低产而予以丢弃。在 68 个品系中, 47 个品系秆长度显著縮短, 18 个品系有所縮短。但不显著。3 个品系保持不变 (表 3)。

表2 P³²处理后所筛选矮秆水稻的一些品系特征(原品种100)

品系数	自播种至抽穗天数	单株穗数	秆长	穗长	20棵植株籽粒总重量	倒伏程度	其他特征
原品种 ⁽³⁾	0 (106.5天)	100 (8.1)	100 (78.9厘米)	100 (20.0厘米)	100 (347粒)	+或++	
3-8	+2 ⁽²⁾	116	88 ⁽²⁾	91 ⁽²⁾	100	-或±	小籽粒
8-17-1	-6 ⁽²⁾	108	84 ⁽²⁾	92 ⁽²⁾	95	+	
8-17-2	-1	109	92 ⁽²⁾	93 ⁽²⁾	113 ⁽¹⁾	-	不完全抽穗
8-18-1	0	101	82 ⁽²⁾	90 ⁽²⁾	110	-	
8-18-2	0	118	92 ⁽²⁾	90 ⁽²⁾	113 ⁽¹⁾	+	
8-18-3	-1	114	87 ⁽²⁾	88 ⁽²⁾	117 ⁽²⁾	±	
10-24	+6 ⁽³⁾	126	92 ⁽²⁾	89 ⁽²⁾	90	±	窄籽粒,窄叶
17-40	-3 ⁽²⁾	112	92 ⁽¹⁾	94 ⁽¹⁾	107	+++	短籽粒
19-45	+2 ⁽²⁾	87	92 ⁽¹⁾	99	70 ⁽²⁾	+	窄叶
26-62	+3 ⁽²⁾	113	100	91 ⁽²⁾	102	+或++	长籽粒
37-91	-1 ⁽²⁾	113	98	102	97	++	垂叶,淡绿色叶,长籽粒
1-2	0	83 ⁽²⁾	76 ⁽²⁾	104	65 ⁽²⁾	±	窄叶
4-11	-1	109	96	104	106	+或++	
5-14	-3 ⁽¹⁾	119	95	101	97	+++	窄籽粒
9-25	-1	101	91 ⁽²⁾	95	108	++	
14-38	-5 ⁽²⁾	86	77 ⁽²⁾	90	48 ⁽²⁾	+	
22-58	+1	123 ⁽²⁾	91 ⁽²⁾	103	97	++	
22-59	0	107	92 ⁽²⁾	97	105	+	
30-80	+2	85	91 ⁽¹⁾	95 ⁽¹⁾	65 ⁽²⁾	-	短和大籽粒
40-107	0	99	88 ⁽²⁾	97	91	++	很窄叶,窄籽粒

(1) 显著性为5%; (2) 显著性为1%; (3) 括号中数字表现原品种真实测定值

倒伏程度: - 无, + 很轻, ± 轻, ++ 中等, +++ 严重

表3 矮秆的68筛选品系5个特征的增加或减少(与原品种相比较)

特征	显著减少	不显著增加或减少	显著增加
秆长	47	21	0
20株总籽粒产量	15	50	3
穗长	29	39	0
自播种至抽穗天数	15	46	7
每株穗数	4	57	7

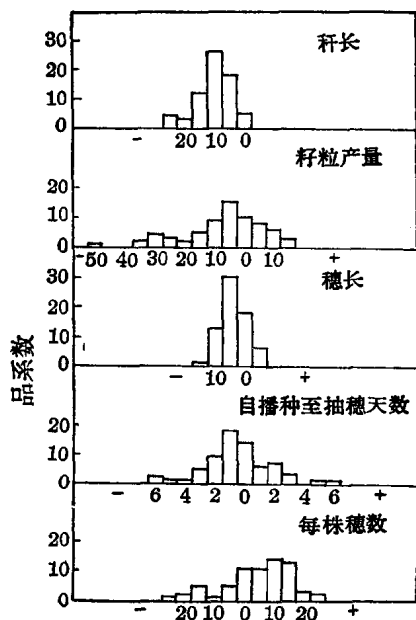


图1 在P³²处理稻株后代中所筛选矮秆68品系性状的变异(原品种100)

籽粒产量 20棵植株总籽粒产量表现大幅度变化,减产品系是最多的(图1),有15个品系产量显著地降低,50个品系产量没有显著地变化,但其中27个品系减产,23个品系增产,其中3个品系显著地增加。

其他性状 穗长和秆长表现相类似的变化,但若干品系穗长增加了(图1),虽然不是显著增加;29个品系穗长却明显地减短。

关于抽穗期,自播种至抽穗期天数明显缩短的品系较明显增长的多。穗数和籽粒产量亦是大幅度变化,穗数减少的品系较常见,但是穗数增加的品系

不是罕有的, 7 个品系有显著增加(表 3)。

农艺性状的相关变异

秆长和产量的相关变化 产量和矮秆之间的关系如图 2 所示, 在 47 个有明显地缩短的茎秆的品系中, 18 个品系增产, 但 15 个品系未能达到显著标准

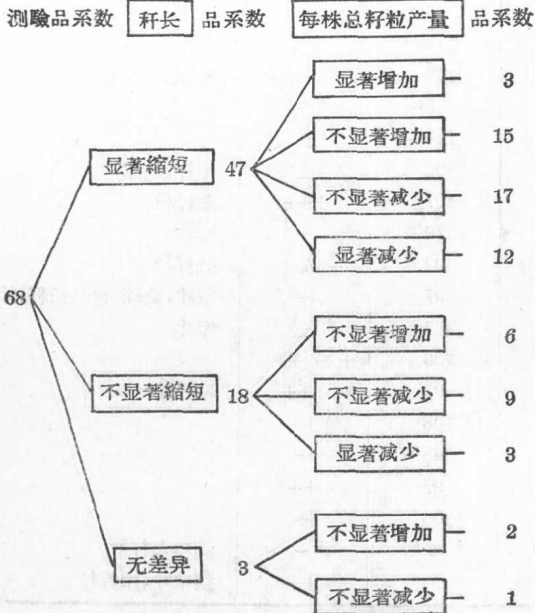


图 2 所筛选矮秆 68 品系籽粒产量和秆长之间的关系(与原品种比较)

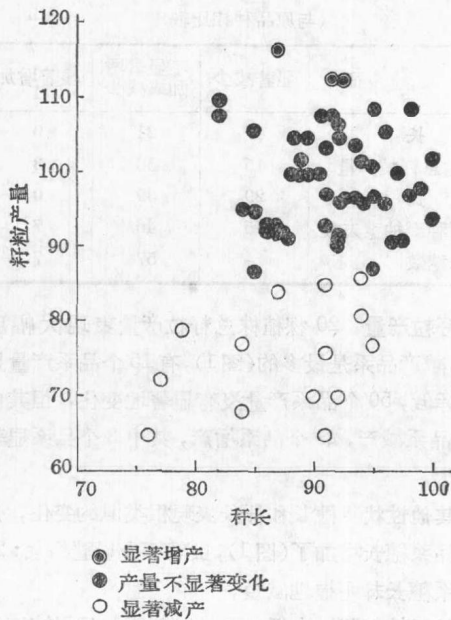


图 3 P³² 处理稻株后代所筛选的矮秆的 68 个品系秆长和籽粒产量之间的相关(原品种为 100, 表 2 中品系 14-38 除外)

准。产量和秆长之间的相关如图 3 所示。一般来说, 产量似乎有随着秆长度缩短而降低的趋势, 但有若干品系, 尽管是明显地矮秆仍然高产, 相关系数 0.372, 有 1% 显著差异。

秆长和其他性状的相关变化 秆长和抽穗期、每株穗数及穗长之间的相关见图 4-A、B、C。秆长和抽穗期之间没有相关, 然而, 秆长和每株穗数之间却呈正相关, 相关系数为 0.386, 显著性为 1%。秆长和穗长之间预期呈正相关, 如表 2、3 和图 1 所表明的, 但是相关系数为 0.261, 属不显著。然而, 在图 4-C 中, 两个品系(其中一系表 2 品系 1-2) 尽管明显地矮秆却有正常的穗长; 一个品系为正常的秆长系短穗(表 2 中的品系 19-45), 假如这三个品系除外, 相关系数为 0.520, 显著性为 0.1%。

籽粒产量和其他性状之间的相关 籽粒产量和每株穗数之间有十分明显的正相关(图 4-D), 相关系数为 0.630。籽粒产量和抽穗期之间为负相关, 相关系数 -0.402, 属显著。籽粒产量和秆长之间无相关。

3. 矮秆突变筛选效果和矮秆、其他性状变化及 R₂ 世代“分离比例”的关系
在 R₂ 品系中分离的隐性突变体以及剧烈变化

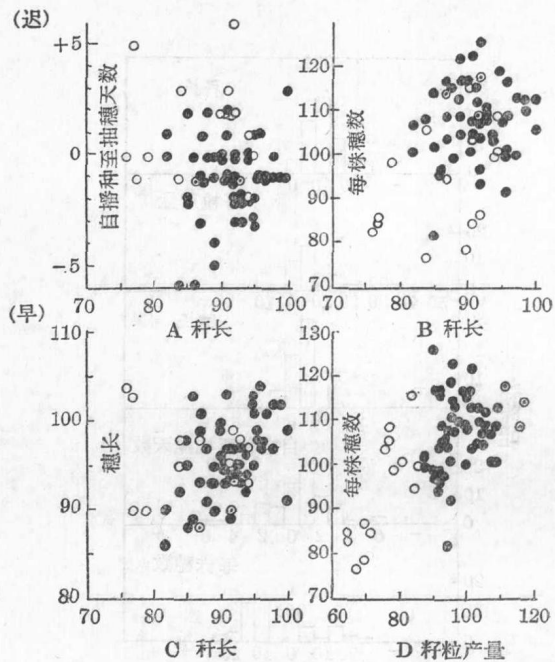


图 4 P³² 处理稻株后代所筛选矮秆的 68 个品系每株穗数和籽粒产量, 以及其他性状和秆长之间的相关(原品种为 100)

的突变体能够容易地发现。许多变异表现了若干个性状同时发生变异。这些变异在很多情况下，曾被认为是由于多向性效应，如 Gaul^[6] 所建议，在筛选的变异体中，利用这种性状的同时的变异可能是有益的。但是，在原来类型上过于剧烈的变异可能导致减产。Nybom^[7] 曾指出，从植物育种家们的观点，大量的稍有变化的类型可能最有价值。发现这种变异是困难的。可是，假如借助于 R_2 的任何变化有可能发现这些变异，那么，为了得到这种变异，搜寻变异体亦将是有助的，期望这些变异有同类变异型的分离。如果同类型的若干轻微变化的 R_2 变异型显现，将可预期这些变异体有可能是突变体。试验结果是从这些方面进行整理的：将一个 R_2 品系的变异体粗略地分成变异型，这些类型进一步根据其矮秆程度、其他性状的变化和“分离比例”进行分组。从每一 R_2 变异型组中计算了秆长明显缩短而产量没有显著降低的矮秆突变体品系数目。在区分 R_2 变异体为变异型存在着不明确性，归入同一变异型的变异体之间有时亦稍有差异。这种情况，如前所述，这些变异体尽可能于以后世代中进行测验，它们的差异有时确证为可遗传的，并且从一个 R_2 变异型中已得到两个或更多的属于不同类型的矮秆突变体品系。然而，从一个 R_2 变异型的有一些品系还不

能作出定性判断它们是否属于相同类型。在 R_4 或 R_5 世代中所测验的 68 个品系包括了所有的这样品系。

R_2 总共筛选 150 个矮秆变异型，筛选后 69 个 R_2 变异型保留在 R_3 或 R_4 。68 个所测验的 R_4 或 R_5 品系，从 41 个 R_2 变异型中得到的（表 4）。在表 4 中，150 个 R_2 变异型最初分成明显矮秆一组（秆长比原品种秆长缩短 10% 以上）和轻微矮秆一组，然后，在每一组内的变异型又分为二组，即其他性状有明显变化的一组，如抽穗期、穗性状和籽粒性状等，和其他性状没有明显变化的一组。最后，这四组变异型依“分离比例”（在一个 R_2 品系中一个 R_2 变异型的变异体百分率）又进一步分成二组，亦即，一组为“分离比例”超过 5%，和另一组为“分离比例”低于 5%。

由表 4 可见，明显矮秆组的 30 个 R_2 变异型保留到 R_3 或 R_4 的比例，和由这一组内从每一 R_2 变异型得到的不减产的矮秆突变体品系数都比由轻微矮秆组得到的更多。其他性状变化的 R_2 矮秆变异型产生了更多的矮秆品系。以有其他性状变化的 33 个矮秆 R_2 变异体为例，在明显矮秆和轻微矮秆二组中，30 个 R_2 变异型保留在 R_3 或 R_4 ，来自 18 个 R_2 变异型的 32 个品系于 R_4 或 R_5 进行测验，结果表明，由

表 4 P^{32} 处理稻株后代有益的矮秆突变体的筛选和显著矮秆、其他性状的变化及 R_2 变异“分离比例”间之关系

R_2 变异类型	R_2 变异矮秆的 “分离比例” ⁽¹⁾	R_2 的变异型数	在后世代筛选的 变异型数目 ⁽²⁾	品 系 数 ⁽³⁾	
				于 R_4 或 R_5 测验数	产量不降低的 矮 秆 数
R_2 显著矮秆					
其他性状有变化	超过 5%	20	20	23(13)	14(8)
	低于 5%	3	2	1(1)	0(0)
其他性状没有变化	超过 5%	5	3	5(3)	3(1)
	低于 5%	2	0	0(0)	0(0)
合 计		30	25	29(17)	17(9)
R_2 轻微矮秆					
其他性状有变化	超过 5%	7	7	8(4)	2(2)
	低于 5%	3	1	0(0)	0(0)
其他性状没有变化	超过 5%	76	34	31(20)	16(12)
	低于 5%	34	2	0(0)	0(0)
合 计		120	44	39(24)	18(14)
总 计		150	69	68(41)	35(23)

括号中数字表示 R_2 变异类型所产生各纵列品系

(1) R_2 品系变异类型的矮秆变异频率(%)

(2) 于 1958 年直到 R_3 或 R_4 世代所筛选的 R_2 变异类型数

(3) 田间测验后秆长显著变短的品系数，和产量显著增加或没有显著降低的品系数

10个 R_2 变异型中得到了没有显著减产的16个矮秆突变体品系。另一方面,自其他性状没有明显的变化的117个 R_2 变异型,在明显矮秆和轻微矮秆二组中,39个 R_2 变异型保留在 R_3 或 R_4 ,自23个 R_2 变异型的36个品系于 R_4 或 R_5 进行测验,而由13个 R_2 变异型中得到了没有显著减产的19个矮秆突变体品系(表4)。

这些结果表明,倘若筛选过程适当的话,从其他性状有显著变化的明显矮秆的 R_2 变异型中能够得到许多产生不降低产量的矮秆突变体品系;然而,必须注意到,由其他性状没有显著变化的轻微矮秆的 R_2 变异型亦得到了许多不减产的矮秆突变体品系。但在后一组内产生矮秆突变体品系的 R_2 变异型数目要多于其他性状有显著变化的明显矮秆的 R_2 变异型组。因此,这一变异型组最终产生了更多数目的不减产的矮秆突变体品系,可是它们于筛选过程中往往被丢弃,主要由于后期世代测验确认秆长无变化。

“分离比率”更为密切地左右筛选效果。在 R_2 世代所筛选的“分离比率”在5%以下的42个 R_2 变异型中,仅保留了6个变异型,一个在 R_4 世代进行了测验,最终没有得到不减产的矮秆突变体品系。由“分离比率”超过频率5%的 R_2 变异型中得到了全部不减产的矮秆突变体品系。这些结果表明,在筛选矮秆突变体中,倘若几种矮秆为同等程度的变异显现,这些是突变体的可能性将是高的。

讨论和结论

由辐射诱发矮秆突变体可认为是植物育种中应用突变的最有希望的途径之一。许多学者,在很多谷类作物中,已报道所出现的矮秆突变。本试验的结果亦与这些结果相符合。尤其从农业观点出发,所得到的这些矮秆品系仍未严密检定。而且对其秆强化、丰产性、其相互关系与其他农艺性状必须反复试验研究。但是由于出现了18个矮秆品系其秆长明显缩短而产量显著或不显著增加,使我们得出结论:水稻品种能变成不损害其丰产性的颇高效率的矮秆类型。

在这些矮秆品系中许多其他农艺性状同时发生变化,穗长往往随着秆长的缩短而减短,所以穗和秆长有平行的变化。但是,亦发现若干例外的情况,尽管秆长明显的缩短而穗长并没有减短。秆长和籽粒产量之间亦有正相关。还似乎有一些个别品系,尽管秆长缩短产量仍高,虽然这种情况不如秆长和穗

长那么明显。从实践育种观点出发,这类突变体是重要的,这类突变甚至在 R_2 世代亦可毫无困难地被发现。

每株穗数和秆长之间有正相关。但是,尽管每株穗数和秆长之间的正相关,很多矮秆品系每株穗数却多于原品种。这可能是这些品系经受了对于产量粗糙筛选影响的结果。每株穗数的经常的明显的增加是值得注意的,这些矮秆品系产量的未变化或增加,部分是由于每株穗数增加所引起的。

在本试验和以前报告的试验中^[6],用 P^{32} 处理诱发水稻的突变频率,与其他报告试验相比较,似乎是很高的。在本试验中矮秆突变的精确频率是不清楚的,但是,由8个 R_1 植株或11个 R_1 穗中出现了18个有益的矮秆突变体品系。从这些 R_1 植株或穗中至少诱导出一个有益的矮秆突变体;矮秆突变频率 R_1 植株高于8/91,或 R_1 穗高于11/216,亦即每100个 R_1 植株后代为8.8,或每100个 R_1 穗后代为5.1。如果考虑了47个显著矮秆突变体品系,每100个穗后代矮秆突变数至少为13:4,可以与叶绿素突变数相比拟的。

P^{32} 的高诱变作用是由多种原因造成的,例如 β 射线的内照射、变质效应和低剂量率长时期照射,但三者的相对重要性还不清楚。在植物个体发生期中的长期照射比照射休眠种子能够在—个 R_1 穗子中引起更多的不同的突变的组织区。根据这个考虑,在本试验中每个穗后代种植了相当多的植株数。当突变频率以每100个穗后代突变数表示时,其突变频率比用休眠种子的外照射所得到的要高得多。

由于尚未进行这些突变体的遗传分析,尚不了解其遗传本质。但是,大半筛选品系在早期世代, R_3 或 R_4 已繁殖固定,这一事实提示着,在这些品系中所观察到的表现型变化主要是由于简单的遗传变化所引起的,例如点突变;而这些品系内如上所述的性状的同时变异好象是由于这些遗传变化的多向性效应。但是,在 R_4 世代有时有不同突变体的分离,并且若干相互之间明显地不同的矮秆突变体品系出现于一个 R_1 穗后代。在这种情况下,几个突变及其组合造成性状的同时变化。

在实践的突变育种中,突变体的发现和筛选是最重要的任务之一^[1]。为了了解在 R_2 世代中筛选突变体的方法,从三点考虑了筛选的有效性:明显矮秆、其他性状的变化和 R_2 变异类型的“分离比例”。虽然,由这些结果所得到的结论是有点以实验为根

(下接第15页)

利用 X 射綫誘发水稻突变

Ouang, T. Y. and Chang, W. T.

«Proc. 2nd UN Int. Conf. PUAE» 27: 223~226 (1958) [英文]

在 1950~1957 年,用 X 射綫处理梗稻和籼稻的若干品种,目的在于获得水稻遺傳变异。在研究过程中,对不同的誘变品系分离后代有关抽穗期、不稔性和細胞减数分裂的紊乱等进行了仔細記載。染色体和基因突变可以认为是誘发水稻变异产生的主要原因,这一研究的某些結果可以总结如下。

方法和程序

本报告主要涉及两个水稻品种(白壳和 Kisshin),以水稻种子和正当开花前的未成熟穗子接受 X 射綫处理,X 光机的电压为 80~90 千伏,电流 2~3 毫安,照射距离为 20、30、40、50 和 55 厘米,分別照射处理 60、80、90、105 和 120 分钟。

由处理种子或稻穗所育成的植株生长正常,但达到成熟期有些品系不稔,不稔程度和頻率与 X 射綫照射剂量有关系。从某些不稔植株上取下种子生长出 X_2 、 X_3 和 X_4 世代,并記載其不稔、株高和抽穗期等,其中分离出結实和半不稔品系植株特別选出作为 X_3 和 X_4 世代連續观察用,平时結实和半不稔植株与其亲本品种回交,以便研究不稔遺傳性和染色体畸变。

試驗結果和討論

1. 不稔性

X 射綫誘变品系的不稔性在 X_2 代后研究,其不稔性可根据分离的种类区分为 5 种类型。

A: 明显地分离成結实和不稔植株。

B: 仅分离产生为数不多的不稔植株。

C: 分离出二种以上带有不同不稔程度的不稔植株。

D: 結实变异分离属于連續性的。

E: 分离不产生不稔植株。

在第 2 和第 3 代中的不稔分离參见表 1。从表 1 中可以清楚地看出:完全不稔植株的三分之一属于 A 型,明显地分离成結实和不稔植株,在第 3 代中大部分品系有同样的分离型,除有少数品系,在第

表 1 X_2 和 X_3 代的結实性分离

品系和处理	A	B	C	D	E	合計
第 2 代						
白壳,种子(X_2)	7	5	2	19	17	50
白壳,穗(X_3)	20	5	4	12	24	65
Kisshin,种子(X_2)	17	13	4	16	8	58
Kisshin,穗(X_3)	3	—	3	2	2	10
第 3 代						
白壳,种子(X_3)	61	5	24	81	11	182
Kisshin,种子(X_3)	22	—	4	15	2	43

表 2 第 2 和第 3 代、第 3 和第 4 代間的分離类型的关系

品 种	A	B	C	D	E	合計	
白壳 第 3 代	第 2 代						
	A	19	—	4	3	—	26
	B	—	—	—	—	—	—
	C	5	—	—	—	—	5
	D	1	1	1	7	—	10
	E	—	—	—	—	—	—
	合計	25	1	5	10	—	41
Kisshin 第 3 代	A	17	5	1	2	—	25
	B	—	—	—	—	—	—
	C	2	1	1	1	—	5
	D	2	2	3	7	—	14
	E	—	—	—	—	—	—
	合計	21	8	5	10	—	44
	白壳 第 4 代	第 3 代					
A		13	—	—	15	—	28
B		3	—	—	2	—	5
C		3	—	—	4	—	7
D		1	—	—	3	—	4
E		1	—	3	2	—	6
合計		21	—	3	26	—	50
Kisshin 第 4 代	A	12	—	1	6	—	19
	B	—	—	—	—	—	—
	C	2	—	—	—	—	2
	D	1	—	—	5	—	6
	E	3	—	—	6	2	11
	合計	18	—	1	17	2	38

2代中分离十分明显,但在第3代不明显,或第2代不明显,而第3代却分离很明显(参见表2)。

此外,对第3和第4代品系结实性进行比较查明,在第3代表现连续变异的品系中约三分之一,在第4代却表现非连续性变异。

结实性变异可能由于分离时有关基因的变化所引起的,第2和第3代,以及第3和第4代间的各分离类型的关系,可参见表2。

2. 染色体畸变

半不稔植株的一些花粉母细胞取自不稔植株,作为减数分裂时细胞学观察,在终变期和第一次中期均发现有四价和单价染色体。但是,这些染色体频率是随着品系不同而变化,如表3所示。

表3 X射线诱变水稻的不同品系中四价和二价染色体频率

品 种	品 系	结实性 (%)	检查细胞数	四价体细胞 (%)	单价体细胞 (%)
白 壳	X _g 1	1.0	52	32.7	1.9
	X _g 2	15.1	53	18.9	—
	X _g 3	45.0	32	9.4	—
	X _g 4	47.5	47	10.6	—
	X _g 5	59.7	290	6.6	3.8
	X _g 6	9.0	144	30.6	—
	X _g 7	59.4	39	12.8	—
	X _s 1	4.0	85	28.2	1.2
	X _s 2	15.0	141	18.4	0.7
	X _s 3	15.0	113	24.8	2.7
	X _s 4	40.0	23	82.6	2.6
	X _s 5	75.0	39	7.7	—
Kisshin	X _g 1	85.3	133	2.3	—
	X _g 2	13.8	77	7.8	—
	X _s 1	2.0	48	2.1	—
	X _s 2	31.0	88	32.9	—
	X _s 3	35.0	94	45.7	—
	X _s 4	16.8	50	0.0	—
	X _s 5	10.8	201	7.5	8.5
	X _s 6	5.0	64	7.8	3.1
	X _s 7	20.0	65	13.8	6.2
	X _s 8	3.0	26	30.8	3.8
	X _s 9	20.9	136	7.4	4.4
	X _s 10	43.7	116	16.4	2.6
X _s 11	39.6	18	16.7	—	
X _s 12	28.0	186	22.6	0.5	

除了有一些为链形和其他形状,多数四价染色体呈现环形,这些四价和单价染色体产生是由于减数分裂期染色体相互易位所造成的。

半不稔植株自花受精时,它们将在后代中继续

分离出半不稔和结实植株。如果它们与其亲本品种回交会产生结实、半结实和不稔植株。与半不稔品系回交的21个白壳回交品系中的16个品系和21个Kisshin回交品系中的10个品系均发现有四价染色体,这表明大部分不稔品系在减数分裂期发生了染色体畸变。

3. 基因突变

在由X射线诱变水稻而获得的半不稔植株生长出X₂、X₃和X₄代中,可以见到不同株高、分蘖数、抽穗期和不稔的突变体,虽然约三分之一的突变体是相当稳定,但这些形态上的变异将在其后代继续地分离。对突变体与其亲本作如下比较。

株高:大多数诱变品系比其亲本品种茎秆短。以白壳品种为例,在所有诱变品系中,为亲本品种株高90%的品系占7个,80%的品系占9个,70%的品系占1个,仅有2个品系比其亲本品种高10%。其另一品种(Kisshin)中也获得相类似的結果。在X射线诱发的突变体中,株高的变异可参见表4和图1。

表4 诱变品系的抽穗日期、结实性、株高和分蘖数(与原品种比较)

突变体代号	抽穗期 (天)*	结实性 (%)	株 高 (%)	分蘖数 (%)
白壳 Mt-1	-1.5	78~87	83.5	53.65
白壳 Mt-2	-1.0	68~74	81.8	95.80
白壳 Mt-3	+1.5	38~52	75.3	105.15
白壳 Mt-4	+3.0	16~30	76.1	64.05
白壳 Mt-5	-1.0	82~93	97.5	74.40
对照(取平均数)		78~89	108.05 厘米	15.40
Kisshin Mt-1	-0.5	43~74	91.6	75.05
Kisshin Mt-2	-0.5	39~78	94.0	100.25
Kisshin Mt-3	+2.0	53~70	80.2	75.60
对照(取平均数)		84~87	80.35 厘米	14.05

* 负号表示比对照(原品种)早; 正号表示比对照迟

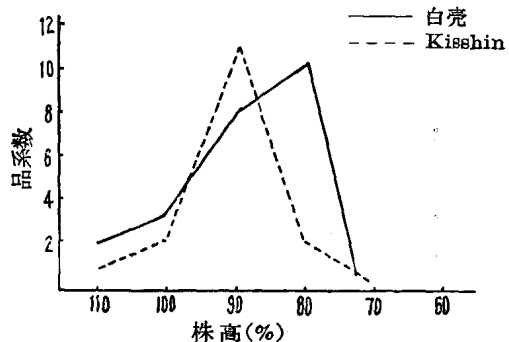


图1 在X射线诱发突变体中株高变异(为原品种的百分数)

表 5 当诱变品系与其原品种回交时 F₂ 代中分蘖数和株高变异

亲本和杂种	株高 (厘米)	分蘖数
白壳	103.5 (平均)	14.5 (平均)
Mt-1	90.1 (平均)	8.1 (平均)
Mt-3	74.1 (平均)	14.8 (平均)
白壳 × Mt-1 (F ₂)	M=115.15 ± 13.6 43 (M=122.5):16 (M=95.93)	M=13.1 ± 5.53 37 (高于 10):22 (低于 9)
白壳 × Mt-3 (F ₂)	M=94.28 ± 10.60 46 (高于 85):14 (低于 84)	M=14.25 ± 4.29 42 (高于 12):18 (低于 11)
Kisshin	90.3 (平均)	15.3 (平均)
Mt-1	65.0 (平均)	6.0 (平均)
Mt-2	76.4 (平均)	9.6 (平均)
Mt-3	83.3 (平均)	9.6 (平均)
Kisshin × Mt-1 (F ₂)	M=80.25 ± 7.01 38 (高于 80):20 (低于 79)	M=9.87 ± 3.02 38 (高于 9):20 (低于 8)
Kisshin × Mt-2 (F ₂)	M=87.05 ± 4.42 45 (高于 84):14 (低于 83)	M=13.38 ± 4.08 49 (高于 11):10 (低于 10)
Kisshin × Mt-3 (F ₂)	M=86.88 ± 4.04 36 (高于 86):23 (低于 85)	M=11.5 ± 2.43 40 (高于 11):19 (低于 10)

当茎秆短的品系与其亲本品种回交时,发现3:1的分离比例,这就表明茎秆短是简单的隐性性状,详见表 5。

分蘖数:水稻用 X 射线处理,分蘖数有减少的趋势。在白壳的全部诱变品系中,仅有 5 个品系分蘖数比其亲本品种略多。品种 Kisshin 亦有同样趋势,其余的所有品系则分蘖数少,在诱变的品系中,分蘖数的变化可参见表 4 和图 2。当这些诱变品系与其亲本品种回交时, F₂ 代的分蘖数变化与其原品种相比较,结果见表 5。

抽穗期:某些诱变品系抽穗比其亲本品种提前或推迟(表 4),某些水稻品种,如台中 65, Chianan 8 和 Pai-mei-fen, 当 X 射线照射剂量超过 20 千伦, 则其后代完全不能抽穗或植株成熟时有很高的不稔。另外一些品种,如 Lew-chow 和 Tsai-li No 1,

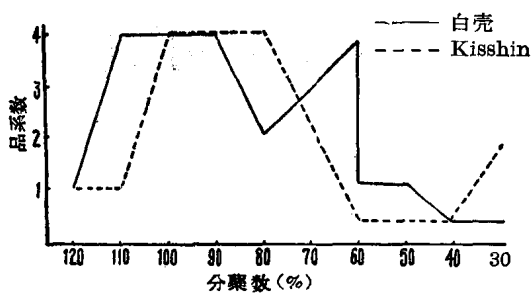


图 2 在水稻诱变品系中分蘖数的变异

X 射线照射剂量甚至超过 30 千伦, 抽穗仍正常, 而且能够完全结实。

结实性: 诱变品系的结实性除少数品系外, 总是比未处理的亲本品种为低, 结实性的降低与 X 射线照射剂量有关系。诱变品系的结实性, 从表 4 亦可以明显地看到。

遗传力: 如果性状的遗传力根据下列公式计算。

$$h^2 = \frac{V_{F_2} - \frac{1}{2}(V_{P_1} + V_{P_2})}{V_{F_2}}$$

则株高性状、抽穗期和分蘖数的遗传力将如表 6 所示。

表 6 株高性状、抽穗期和分蘖数的遗传力

杂种	遗传力		
	抽穗期	株高	分蘖数
白壳 × 白壳 Mt-1	—	0.8450	0.8062
白壳 × 白壳 Mt-3	0.9783	0.7604	0.4257
白壳 × 白壳 Mt-4	0.6330	0.6890	0.7202
白壳 × 白壳 Mt-5	0.9905	0.7108	0.5649
Kisshin × Kisshin Mt-1	0.8450	0.7106	0.3880
Kisshin × Kisshin Mt-2	0.6330	0.2413	0.2606

(参考文献略)

(夏英武译 周承钥校)