

Two-dimensional ordination 分析法에 의한 水稻 品種 分類

金 純 哲*

Classification of Rice Cultivar Using Two-dimensional Ordination Analysis

Soon Chul Kim*

ABSTRACT

Twentyseven rice cultivars were compared quantitatively and classified by 15 agronomic traits. For this, 12 Tongil-type rice cultivars and 15 Japonica-type rice cultivars were transplanted at the experimental farm of the Yeongnam Crop Experiment Station on May 25 in 1987.

Jangseongbyeo belonging to Tongil-type had the greatest dissimilarity total among 27 rice cultivars and followed by Chilseongbyeo, Gayabyeo, Hangangchalbyeo, Gihobyeo (Tongil-type) and Sangpoongbyeo (Japonica-type) while cultivars having greatest similarity total were Daecheongbyeo and Yeongsanbyeo and followed by Nagdongbyeo, Sinsunchalbyeo, Gwangmyeongbyeo, Yeongdeogbyeo, Palgongbyeo and Dongjinbyeo that were all belonging to Japonica-type cultivars.

Cultivar pairs having the greatest dissimilarity coefficient (50-55%) were combinations of Gayabyeo and Sangpunbyeo, Gihobyeo, or Seonambyeo, combinations of Chilseongbyeo and Jangseongbyeo, Sangpunbyeo, Chucheongbyeo, Gihobyeo or Seonambyeo and combinations of Jangseongbyeo and Gwangmyeongbyeo, Sangpunbyeo, Gihobyeo, Daechangbyeo or Hwaseongbyeo.

On the other hand, cultivar pairs having the greatest similarity coefficient (above 85 %) were combinations of Dongjinbyeo and Sinsunchalbyeo, Daecheongbyeo, Somjinbyeo or Yeongsanbyeo, combination of Sangpunbyeo and Gihobyeo, combinations of Yeongdeogbyeo and Yeongsanbyeo or Palgongbyeo, combination of Gwangmyeongbyeo and Yeongdeogbyeo, Combinations of Nagdongbyeo and Gwangmyeongbyeo, Yeongdeogbyeo, Daecheongbyeo, Hwaseongbyeo or Yeongsanbyeo, combinations of Sinsunchalbyeo and Daecheongbyeo or Yeongsanbyeo, combinations of Somjinbyeo and Daecheongbyeo or Yeongsanbyeo and combination of Daecheongbyeo and Yeongsanbyeo.

Two-dimensional ordination analysis method provided the information on cultivar classification between Japonica-type and Tongil-type cultivars except a few cultivars. Only two cultivars, Joongweonbyeo and Seomjinbyeo were located opposit area that implied Tongil-type cultivar Joongweonbyeo was rather close to Japonica-type while Japonica-type cultivar Seomjinbyeo was rather close to Tongil-type, respectively. Sinsunchalbyeo and Daecheongbyeo, on the other hand, were located on the line between two cultivar groups. The method of two-dimensional ordination analysis concluded as feasible approach to classify cultivars quantitatively for the practical purpose.

* 嶺南作物試驗場 (Yeongnam Crop Experiment Station, Milyang 627-130, Korea) <89. 1. 25. 接受>

緒 言

栽培벼의 品種群(生態種, Ecospecies) 分類는 여러 方法이 많은 學者들에 의해 提示되고 있으나, 一般的으로 Japonica, Indica, Javanica 등으로 區分하고 있다. 이와 같은 品種群 分類에 利用되는 基本 特性들은 F₁의 交雜檢性^{8, 17, 18, 22, 23}), 種質의 phenol 着色反應^{5, 10}), 澱素酸칼리에 대한 抵抗性¹⁹), 穎의 毛茸密度^{3, 5}), 低溫에 대한 反應^{1, 4, 6, 9, 11, 28}) 米粒의 alkali 崩壞性¹⁶), 米粒內的 澱粉特性 및 粒形²⁹), 同位酵素(Isozyme) 分析²⁵) 등이 있으나, 이밖에도 脫粒程度, 葉色, 分蘗數, 分蘗開度, 草長, 植物組織 및 幼苗耐冷性과 耐乾性²⁷)도 品種分類의 指標로 使用될 경우도 있다. 그러나 많은 경우, 이들 形質들은 連續的인 變異를 보이기 때문에 明確한 區分이 어려운 경우가 많다. 특히 1970年代初 統一型品種 (Indica/Japonica)이 育成 普及된 以後 더욱 어려워졌다.

最近에는 한국에서 育成된 Indica/Japonica 品種들을 學問的으로 統一型(Tongil type)品種이라고 부르고 있으나 뚜렷한 區分이 없고 現在로서는 交配에 使用된 母本品種, 草型, 粒型 등에 따라 統一型 또는 자포니카型으로 區分하고 있다. 使用된 交配母本品種 自體가 確實한 區分이 어려운 경우가 많다.

本 研究는 우리 손으로 만든 統一型品種이 지금까지 栽培하여온 日本型品種과는 生理, 生態的으로 區分이 可能한지, 그리고 品種相互間의 生理, 生態的 差異點을 量的으로 나타낼 수 있을 것인지를 檢討하였고, 아울러 最近의 趨勢가 벼栽培環境多樣化로 安全生産性增大를 꾀하고 있으므로 벼栽培環境中에서도 重要的인 位置를 차지하고 있는 品種選擇에서 보다 쉽고, 簡便하고, 實質的으로 使用할 수 있는 方法을 模索하기 위해 Two-dimensional ordination 分析法^{15, 20, 21})을 導入하여 그 可能性을 檢討하였다.

材料 및 方法

1987年 4月 10日에 播種된 우리 나라 主要 벼 27品種을 5月 25日 嶺南作物試驗場 水稻試驗圃에 3回反復으로 移秧하여 15個의 生育形態를 調查하였다. 供試된 27品種으로는 日本型에 屬하는 品種은 洛東벼, 光明벼, 盈德벼, 常豐벼, 東津벼, 秋晴벼, 畿湖벼, 大蒼벼, 新鮮찰벼, 蟾津벼, 大晴벼, 花成벼,

西南벼, 榮山벼, 八公벼 등 15品種이고, 統一型에 屬하는 品種은 靑靑벼, 伽倻벼, 三剛벼, 員豐벼, 龍門벼, 長成벼, 漢江찰벼 등 12品種이었다. 一般的인 벼栽培는 嶺南作物試驗場 벼標準栽培法³⁰)에 따랐고, 生育形質調査는 農材振興廳 農事試驗研究調査基準⁷)을 利用하였다.

本 實驗에 利用된 15個 形質들은 다음과 같다. 出穗所要日數, 稈長, 穗長, 穗數, 一穗粒數, 登熟比率, 1ℓ重, 千粒重, 쌀收量 栽培時期에 對한 生育日數 反應 및 쌀收量反應, 稻熱病, 縞葉枯病, 黑條萎縮病, 벼멸구 抵抗性 等이다.

이들 形質들을 指標로 하여 品種間 類似性係數 (Similarity coefficient)²⁾를 다음과 같은 方法으로 算出하였다. 于先, 各形質別로, 가장 낮은 수치를 갖는 品種과 가장 높은 수치를 갖는 品種을 各 各 0와 100의 값을 주고 나머지 品種들은 이들 두 基準品種들에 對해 相對的인 수치로 變換시켰다.

$$\left(\frac{100}{\text{最小값 品種과 最大값 品種間 差}} \times \frac{\text{對象品種과 最}}{\text{小값 品種間 差}} \right)$$

따라서 各形質別로 27個品種은 0에서 100의 範圍의 값을 갖게 된다.

다음으로 各形質別로 15個 生育形質들의 重要度 값 (Importance value)²⁾은 다음 公式를 利用하였다.

$$\text{特定生育形質의 重要度} = \frac{\text{特定形質의 수치}}{\text{單一品種內 15個 形質들의 수치 合計}} \times 100$$

以上과 같이 모든 品種들에 있어 各形質들의 重要度 값을 決定한다음 品種相互間의 類似性係數를 아래 公式으로 계산하였다.

$$\text{두 品種間 類似性係數 (Similarity coefficient)} = \frac{\text{두 品種內 15個 形質들의 낮은 重要度 값의 合計}}{\text{첫 번째 品種에 두 번째 品種에 있어서 15個 形質들의 重要度 合計} + \text{두 번째 品種에 있어서 15個 形質들의 重要度 合計}} \times 100$$

다음으로 非類似性係數 (Dissimilarity coefficient)는 100에서 類似性係數를 뺀 값으로 求하였다.

마지막으로 品種間 非類似性係數를 土臺로 Two-dimensional 分析法^{15, 20, 21})으로 品種을 分類하였고 이와 같은 分類結果가 理論的으로 合當한지를 알기 위해 X와 Y軸上에서 두 品種間 直接距離와 非類似

性係數와의 相關關係(Correlation coefficient)를 求하였다.

結果 및 考察

供試된 27個 品種들의 一般 生育特性들을 살펴 보면 移秧에서 出穗까지의 所要日數 範圍는 太白벼의 67日에서 蟾津벼의 84日까지였고, 稈長은 太白벼의 60cm에서 東津벼의 82cm까지의 範圍를 보였다. 穗長의 경우는 盈德벼의 20cm에서 伽倻벼의 26cm까지였고, 穗數는 畿湖벼의 11個로부터 大蒼벼의 20個까지였으며, 一穗粒數는 洛東벼의 80粒에서부터 七星벼의 181粒까지, 登熟比率은 長成벼의 56%에서 八公벼의 95%까지, 1ℓ重은 常豐벼의 734g에서 光明벼의 826g까지, 千粒重은 七星벼의 17.0g에서 漢江찰벼의 25.0g까지의 範圍를 보였다. 한편 畚收量은 畿湖벼의 368kg에서 伽倻벼의 628kg까지였다. 그리고 病虫害 抵抗性은 모두 0에서 9까지의 範圍를 나타내었다.

以上の 成績을 土臺로 앞서 言及된 方法대로 各形質別로 모든 品種의 값을 0에서 100의 範圍로 再調整하였는데 이것은 15個 形質들은 各其 同等한 位置에서 比較를 하기 위함이었다.

다음은 各品種別로 15個 形質들의 重要度값(Importance value)을 求하여야 하는데, 이들 形質들의 重要度값은 全體 形質들의 重要度값 合計에 대한 相對的인 수치이기 때문에 各品種別로 이들 形質들의 重要度값 合計는 100이거나 거의 100에 가까운 수치가 된다. 여기서 한品種內에서 各形質들의 重要度값은 그 品種의 特性을 나타내는 指標(Parameter)가 되며, 또한 다른品種과의 類似性(Similarity) 程度를 決定짓게 된다.

다음으로는 27個 品種들의 相互類似性係數(Similarity coefficient)와 非類似性係數(Dissimilarity coefficient)는 各品種別로 15個 生育形質들의 重要度값을 利用하여 27個 品種相互間의 類似性係數의 값을 구한 것이 表 1이다.

먼저 全體의인 傾向을 보면 즉, 品種別 類似性係數 合計로 보면, 長成벼가 1537로 가장 낮은 수치를 가지고 있어, 이 品種이 15個 形質들의 綜合的인 特性이 다른 26個 品種들과 가장 많이 다르다는 것을 意味하는 것이 되며, 그 다음으로는 七星벼, 伽倻벼, 畿湖벼, 漢江찰벼, 太白벼, 常豐벼 順이었으며, 反對로 다른 品種들과 15個 生育特性이

가장 많이 닮은 品種은 大晴벼와 榮山벼였으며, 그 다음으로는 洛東벼, 新鮮찰벼, 光明벼, 盈德벼, 八公벼, 東津벼의 順이었다.

좀더 具體的으로 品種集團別 生育形質의 類似性程度를 살펴 보면, 두 品種間 生育形質 差異點이 45~50%로 가장 큰 差異를 보이는 品種集團들은 伽倻벼와 常豐벼, 畿湖벼 또는 西南벼집단, 三剛벼와 畿湖벼집단, 七星벼와 長成벼, 常豐벼, 秋晴벼, 畿湖벼 또는 西南벼집단, 長成벼와 光明벼, 常豐벼, 畿湖벼, 大蒼벼 또는 花成벼집단 등이었다.

反對로 品種生育特性이 가장 서로 비슷한 品種들은 東津벼와 新鮮찰벼, 大晴벼, 蟾津벼, 또는 榮山벼집단, 常豐벼와 畿湖벼집단, 盈德벼와 榮山벼 또는 八公벼집단, 光明벼와 盈德벼집단, 洛東벼와 光明벼, 盈德벼, 大晴벼, 花成벼 또는 榮山벼집단, 新鮮찰벼와 大晴벼 또는 榮山벼집단, 蟾津벼와 大晴벼 또는 榮山벼집단, 大晴벼와 榮山벼집단 등은 85% 以上の 類似性係數를 보였다.

한편 우리나라에서 單一 品種으로 가장 많은 面積에 栽培되고 있는 秋晴벼와 綜合生育特性이 가장 비슷한 品種은 東津벼, 大蒼벼 및 榮山벼가 80% 以上の 類似性係數를 보여 가장 비슷한 品種들이었고, 反對로 가장 많이 生育特性이 다른 品種은 伽倻벼, 七星벼, 太白벼 및 長成벼로서 55~60%의 類似性係數를 보였다.

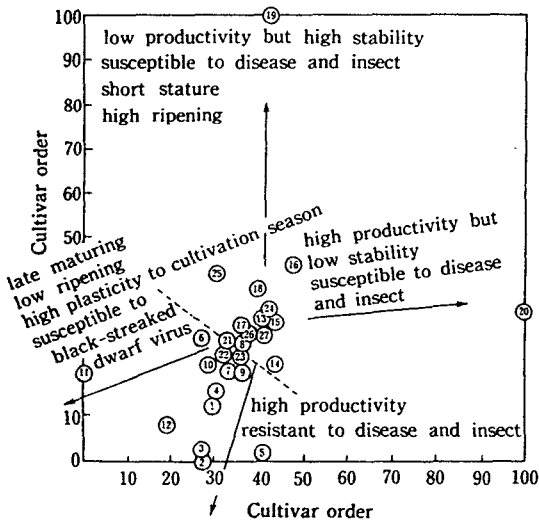
以上과 같이 表 1은 品種相互間 生育形質들의 綜合的인 差異點을 量的으로 表示하여 주기 때문에 두 品種間의 生育形質 差異量을 쉽게 把握할 수 있다. 그러나 여기에서 한가지 問題點으로 指摘할 수 있는 것은 두 品種間의 差異點이 어떤 形質에 의해 基因되는지는 이 表로서는 알 수 없을 뿐 아니라, 同一한 類似性係數값을 가지는 두 品種組合이라 하더라도 類似性係數값을 構成하는 形質들의 重要度값의 樣相(pattern)은 전혀 豫測할 수 없다는 點이다. 이러한 問題點을 解決하기 위해서는 表 1에서 먼저 두 品種間의 類似性係數값을 把握한 後, 다음에는 逆으로 되돌아가서 두 品種의 生育形質에 對한 重要度값(Importance value)을 相互 比較하여야 한다. 이와같은 번거로운 過程을 省略하고 쉽게 두 品種間의 類似性 差異程度와 差異를 招來하는 形質의 內容을 把握하는 方法으로 Two-dimensional ordination 分析法 導入을 試圖하였다.

그림 1은 表 1의 類似性係數값을 利用하여 Two

Table 1. The similarity coefficients for every possible pair within cultivars.

Cultivar	Similarity coefficient																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Total	
1. Cheongcheong	-	79	79	80	76	64	78	71	76	66	65	82	67	72	71	70	69	70	62	74	73	68	74	69	62	71	71	1,859	
2. Gaya		-	86	73	78	63	71	65	73	66	58	80	63	69	61	55	64	56	52	61	68	65	70	65	55	64	66	1,726	
3. Sangang			-	84	84	64	70	71	74	68	60	82	69	75	68	56	71	61	54	64	72	67	72	67	58	67	70	1,813	
4. Weonpung				-	80	65	73	79	67	64	70	69	60	73	72	68	70	69	60	73	72	68	75	68	66	75	81	1,894	
5. Chilseong					-	61	65	68	69	57	49	68	66	72	70	55	62	55	49	67	62	65	65	64	52	66	71	1,696	
6. Taebec						-	82	73	73	73	63	58	71	70	72	67	65	59	69	66	68	65	71	74	74	71	79	1,780	
7. Bagyang							-	84	80	83	61	70	72	78	77	67	70	69	66	75	75	69	75	74	72	74	82	1,912	
8. Jungweon								-	75	75	59	68	76	80	82	67	75	76	68	75	76	70	75	71	74	78	81	1,912	
9. Pungsan									-	72	63	71	73	81	76	70	71	69	68	77	75	70	77	72	66	77	81	1,908	
10. Yongmoon										-	62	67	71	74	73	60	72	67	63	67	76	68	74	70	69	71	72	1,803	
11. Jangseong											-	69	56	53	56	50	60	59	54	52	62	64	64	55	61	62	56	1,537	
12. Hangangchal												-	67	68	62	58	72	64	57	61	74	67	77	63	62	70	64	1,776	
13. Nagdong													-	86	87	72	82	77	73	80	80	81	86	85	82	90	81	1,968	
14. Gwangmyeong														-	86	69	80	76	65	79	76	73	79	80	72	83	81	1,958	
15. Yeongdeong															-	74	81	78	71	84	78	79	83	83	76	88	85	1,979	
16. Sangpung																-	73	78	86	81	75	70	75	79	73	80	73	1,797	
17. Dongjin																	-	80	74	76	92	85	90	83	77	85	71	1,950	
18. Chucheong																		-	76	83	75	72	76	70	74	81	67	1,837	
19. Giho																			-	77	74	66	75	79	83	73	74	1,768	
20. Daechang																				-	75	76	81	78	68	83	78	1,911	
21. Sinsunchal																					-	84	88	83	76	85	75	1,969	
22. Seomjin																						-	87	78	69	85	74	1,885	
23. Daechyeong																							-	83	78	90	79	2,019	
24. Hwaseong																								-	83	84	81	1,941	
25. Seonam																									-	80	77	1,839	
26. Yeongsan																										-	80	77	1,839
27. Palgong																											-	81	2,014
																												-	1,951

-dimensional ordination 分析方法으로 27 個 品種을 分類한 結果를 그림으로 나타낸 것이다. 그림의 X軸과 Y軸위에 位置하고 있는 品種들이 제자리에 놓여있고 또한 理論的으로 類似性程度를 分類하기 위해서는 먼저 圖面上 二 品種間 距離와 非類似性係數와의 相關關係가 認定되어야 한다. 本實驗에서는 이를 위해 20 品種집단을 無作為로 選定하여 分析하였는데 그 結果는 그림 2 와 같이 二 品種間 距離와 非類似性係數와는 正의 相關關係가 認定되어 品種間 距離가 멀면 멀수록 二 品種間의 生理, 生態의 特性은 점점더 크게 달라진다는 것을 알 수 있다. 따라서 그림 1 의 品種分類는 理論的 뒷받침을 받게 된다. 그림 1 을 綿密히 分析하여 보면, 品種의 生育形質特性에 따라 品種의 分布 樣相이 달라지게 되는 것을 알 수 있다. 全體的으로 볼 때 中央部에서 19番 品種인 畿湖벼 方向으로 가면 키가 적고, 病蟲害抵抗性과, 收量性은 낮으나 登熟率이 좋아 安定性을 나타내는 特性을 보이며, 品種의 方向이 20番인 大蒼벼쪽으로 가면, 다른 特性은 畿湖벼



- | | | |
|-----------------|-----------------|----------------|
| 1. Cheongcheong | 10. Yongmoon | 19. Giho |
| 2. Gaya | 11. Jangseong | 20. Daechang |
| 3. Samgang | 12. Hangangchal | 21. Sinsunchal |
| 4. Weonpung | 13. Nagdong | 22. Seomjin |
| 5. Chilseong | 14. Gwangmyeong | 23. Daecheong |
| 6. Taebec | 15. Yeongdeog | 24. Hwasong |
| 7. Bagyang | 16. Sangpung | 25. Seonam |
| 8. Jungweon | 17. Dongjin | 26. Yeongsan |
| 9. Pungsan | 18. Chucheong | 27. Palgong |

Fig. 1. Distribution of rice cultivars based on agronomic traits using a two-dimensional ordination diagram.

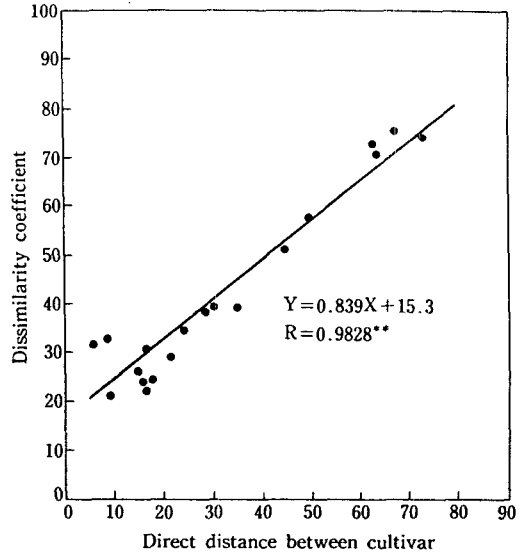


Fig. 2. Relationship between dissimilarity values and distances between cultivars.

方向과 같으면서 收量性이 높은 대신, 安定性이 떨어지는 傾向을 나타낸다. 다음으로 2番, 3番 品種(伽鄒벼, 三剛벼) 方向으로 가면, 病蟲害抵抗性이 강하면서 收量性이 높은 品種들이 자리를 차지하게 되며, 11番 品種인 長成벼 方向으로 치우치면 黑條萎縮病에 弱하고 栽培時期에 따른 生育反應影響이 크며 登熟率이 낮고, 生育期間이 긴 傾向을 보이는 品種으로 分類된다. 여기서 한가지 興味로운 事實은 그림의 點線을 基準으로 하여 大部分의 品種들이 現在 使用되고 있는 자포니카형 品種과 統一型 品種의 群이 나누어지고 있는 事實이다. 點線에 位置하여 品種群 區分이 模糊하거나 例外的인 品種은 자포니카型 品種의 新鮮찰벼, 蟾津벼, 大晴벼와 統一型 品種의 中原벼였다. 다시 말하면 15 個 生育形質로 볼 때, 中原벼는 오히려 자포니카형 品種에, 그리고 蟾津벼는 統一型 品種群에 가까운 特性을 갖고 있다고 볼 수 있었다.

參考로 秋晴벼는 位置상으로 볼 때 자포니카型 品種中에서도 比較的 獨立된 位置를 차지하고 있어 다른 品種과는 다른 나름대로의 獨立된 特性을 갖고 있는 것으로 分析되었다.

以上の 結果로 보아 보다 많은 品種을 本實驗의 方法대로 分析하면 品種들의 特性이 보다 더 多樣하여 品種들의 位置가 多樣하여질 것이고, 따라서 品種分類에 있어서도 目的하는 바 形質대로 보다 더 많은 品種들을 쉽게 찾아낼 수 있을 것으로 判斷된다.

또 다른 한편에서는 本分析方法을 利用하면 農民의 立場에서도 자기 논에서 要求되는 벼品種을 쉽게 찾아낼 수 있을 뿐 아니라 品種의 多樣性을 높이기 위한 즉 生育形質 特性이 다른 여러가지 品種을 分散 栽培하고자 할 때에도 利用이 可能하다. 다시 말해 栽培品種의 多樣性을 높이기 위해서는 먼저 가장 基本이 되는 品種을 選定한 다음 目的하는 形質들의 方向에서 이 品種과 距離가 먼 品種을 찾으면 된다.

앞으로 客觀的이고, 그리고 量的으로 表現이 可能한 形質들, 例를들면, 밥맛 등이 追加된다면 本分析方法은 보다 더 바람직한 方向으로 利用이 可能할 것으로 본다.

摘 要

우리나라에 栽培되고 있는 主要 水稻品種들의 生育形質들의 差異點을 量的으로 나타내고 또한 이들 品種들의 位置를 圖面上에 나타내어 實用的인 面에서 品種을 쉽게 選定 또는 分類할 수 있게 하기 위해 Two-dimensional ordination 分析法을 導入하여 檢討 分析하였던 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 供試된 27個 品種中에서 長城벼가 다른 品種들과의 綜合的인 生育形質의 類似性係數가 가장 적었으며, 다음으로는 七星벼, 伽倻벼, 畿湖벼, 漢江찰벼, 常豐벼 順이었고, 反對로 綜合生育形質의 類似性係數가 가장 높은 品種은 大晴벼와 榮山벼였고 다음은 洛東벼, 新鮮찰벼, 光明벼, 盈德벼, 八公벼, 東津벼의 順이었다.

2. 品種집단별로 類似性係數가 가장 적은 品種집단은 伽倻벼와 常豐벼, 畿湖벼 또는 西南벼집단, 三剛벼와 畿湖벼집단, 七星벼와 長城벼, 常豐벼, 秋晴벼, 畿湖벼 또는 西南벼집단, 長城벼와 光明벼, 常豐벼, 畿湖벼, 大蒼벼 또는 花成벼집단으로 45~50% 範圍의 類似性係數를 보였다. 한편 類似性係數가 가장 큰 品種집단은 東津벼와 新鮮찰벼, 大晴벼, 蟾津벼 또는 榮山벼집단, 常豐벼와 畿湖벼집단, 盈德벼와 榮山벼 또는 八公벼집단, 光明벼와 盈德벼집단, 洛東벼와 光明벼, 盈德벼, 大晴벼, 花成벼 또는 榮山벼집단, 新鮮찰벼와 大晴벼 또는 榮山벼집단, 蟾津벼와 大晴벼 또는 榮山벼집단으로서 類似性係數가 85% 以上을 나타내었다.

3. Two-dimensional ordination 分析法에 의한

品種分布는 大部分의 品種이 現行 分類方法인 統一型和 자포니카型으로 區分되었으나, 統一型品種인 中原벼는 오히려 자포니카型 品種群에, 그리고 자포니카型 品種인 蟾津벼는 오히려 統一型 品種群에 位置하였고, 新鮮찰벼와 大晴벼는 統一型和 자포니카型 品種群의 中央部에 位置하였다.

4. Two-dimensional ordination 分析法에 의한 品種分類는 品種配置多樣化를 위한 實用的인 選定方法이 될 뿐만 아니라 目的하는 바, 形質을 갖는 品種選定에도 좋은 情報를 提供하여 주었다.

引 用 文 獻

1. 안수봉·이석순·윤성호. 1973. 농사시험연구 보고(작물) 15 : 15-24
2. Brower, J.E. and J.H. Zar. 1977. General Ecology. Wm.C. Brown Company Publishers Dubuque, Iowa. 194p.
3. Chandraratna, M.F. 1964. Genetics and breeding of rice. Longmans, London. 389p.
4. 최현옥·이종훈. 1976. 韓作誌 21(3) : 203-210.
5. 岡彦一. 1953. 育種學雜誌 2(4) : 217-224.
6. 岡彦一. 1954. 育種學雜誌 4(3) : 140-144.
7. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準. 農振廳. 454p.
8. 許文會. 1968. 韓作誌 4 : 31-71.
9. 허 훈. 1978. 농사시험연구보고 20(작물) : 1-47.
10. Kasahara, Y. 1941. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 13(1) : 89-99.
11. 權容雄·金柱憲·吳潤鎭·李文熙. 1979. 韓作誌 24(2) : 17-26.
12. 加藤茂苞·小坂博·原史六. 1928. 九州帝大 農學部 學藝雜誌 3(2) : 132-147.
13. Kato, S. 1930. J. Dept. of Agriculture, Kyushu Imperial Univ. 2(9) : 241-276.
14. 金光鎬. 1986. 벼의 生態型分化 p.54-88. 벼의 遺傳과 育種. 許文會外 서울대학교 出版部. 445p.
15. 金純哲·朴來敬. 1982. Two-dimensional ordination 分析法에 의한 除草劑 殺草 spectrum 分類에 관한 研究. 韓雜誌 2(2) :

- 129-140.
16. 工藤政明. 1968. 農技研報告 19(0) : 1-84.
 17. Mizushima, U. 1950. Tohoku J. Agr. Res. 1(2) : 151-160.
 18. Morinaga, T. 1968. JARQ 3(2) : 1-5.
 19. Morishima, H. and H.I. Oka. 1981. Japan J. Breeding 31(4) : 402-413.
 20. Newsome, R.D. and R.L. Dix. 1968. The forests of the cypress hills. Alberta and saskatchewan. Canada, Am Midl. Nature 80(1) : 118-185.
 21. Sajise, P.E., N.M. Orlido, J.S. Lales, L. C. Castillo and R. Atabay. 1976. The ecology of philippine grassland. I. Floristic composition and community dynamics, Philipp. Agric. 59 : 317-334.
 22. 寺尾博・水島宇三郎. 1943a. 育種研究 I : 3-24.
 23. 寺尾博・水島宇三郎. 1943b. 育種研究 II : 2-8.
 24. 松尾孝嶺. 1952. 農技研報告 D3 : 1-111.
 25. Shahi, B.B., H. Morishima and H.I. Oka. 1969. Japan J. Genetics 44(5) : 303-319.
 26. Takahashi, N. and A.H.A. Hamza. 1983. Japan J. Breeding 33(2) : 243-250.
 27. Takahashi, N. 1984. Differentiation of ecotypes in *oryza sativa* L. p31-67. In Biology of rice. Japan Scientific Societies press Tokyo. 380p.
 28. 永松土己. 1943. 遺傳學雜誌 19(2) : 47-56.
 29. 永松土己. 1942. 日作記 14(2) : 132-145.
 30. 영남작물시험장. 1985. 농사시험연구사업설계서. 농진청 영남작시. 227p.