

# 貯藏方式對稻谷倉儲期間品質之影響

宋 勳 洪梅珠

臺中區農業改良場

## 摘 要

利用73年2期作及74年1期作收穫之稻谷——臺農67號及臺中秈3號為材料，探討不同貯藏方式之稻谷在貯存期間之米質變化，以供今後稻谷貯存之參考。結果發現貯藏方式對糙米率、完整米率、粗蛋白質含量及直鏈澱粉含量之影響不大。白米的透明度則隨貯存期的延長而變差，一般袋裝的透明度比散裝佳，臺農67號受影響的程度比臺中秈3號大。白米的黃變米率隨貯存期的延長而增加，以低溫貯存的黃變米率最低，而以無抽風設備之散裝貯存者最高。白米之鹼性擴散程度、膠體展流長度及食味品質等均隨貯存期之延長而降低，其中以低溫貯存之變化最小，袋裝貯存次之，無抽風設備之散裝貯存最差。

## 前 言

稻米是國人的主食，其生產具季節性，多集中於一年內之某一時期，而稻米之消費卻無時間性，目前本省水稻生產過剩，政府基於調節供需的考慮，必須貯存相當數量的稻谷於公糧倉庫中，致使稻谷無法現產現銷。而臺灣地區高溫多濕，穀物的貯存稍有不慎，品質極易變劣<sup>(2)</sup>，不但營養價值降低，食用後尚有危害人體健康之虞，故收穫後如何妥善的貯存，以保持優良的稻谷品質，成為當前高要的研究課題。本試驗目的在探討不同的貯藏方式對貯存期間稻谷品質的影響，以供為今後稻谷貯存之參考。

## 材料及方法

以73年第2期作及74年第1期作收穫之稻谷，臺農67號及臺中秈3號為材料，於收穫後立即調製到含水量為13%，分別以袋裝及散裝貯存於彰化縣之田中及花壇倉庫。袋裝是以每個塑膠編織袋裝60公斤稻谷存放於糧倉中，散裝則以每個尼龍網袋裝1公斤稻谷，埋於散裝谷倉上層下30公分處。稻谷貯存方式分為三種：(1)具抽風設備之散裝貯存（田中）(2)無抽風設備之散裝貯存（田中）(3)一般糧倉之袋裝貯存（花壇）。又在74年第1期收穫之稻谷增加一項低溫貯藏（約10°C）。每三個月採樣一次分析其米質，項目包括：

- A. 糙米率(percentage of brown rice)
- B. 完整米率(percentage of head rice)
- C. 黃變米率(percentage of discolored grain)
- D. 透明度(translucency)
- E. 鹼性擴散程度(alkali spreading)：以alkali digesting test測定。
- F. 直鏈澱粉含量(amylose content)：以starch iodine blue測定。

G. 粗蛋白質含量(crude protein content)：以semi-micro-Kjeldahl method分析。

H. 膠體展流長度(gel consistency)

I. 食味質測定：採用100c.c.燒杯，放入白米20公克，加水27公克，然後在燒杯上加封錫箔紙，浸泡30分鐘後放入大同TAC-10H電鍋蒸煮，每次蒸煮四個樣品，三個為測試用樣品，另一個為對照樣品。試食時就米飯之外觀（光澤及色澤）、黏彈性（黏性及彈性）、風味（香味及口味）等分別與對照比較，並加評分（表一）。

表一 米飯試食評分表

Table 1. Taste panel test score for rice grading

| Item       | Scale     |      |          |      |           |
|------------|-----------|------|----------|------|-----------|
|            | +2        | +1   | 0        | -1   | -2        |
| Gloss      | excellent | good | as check | poor | Very poor |
| Color      | excellent | good | as check | poor | Very poor |
| Cohesion   | excellent | good | as check | poor | Very poor |
| Tenderness | excellent | good | as check | poor | Very poor |
| Aroma      | excellent | good | as check | poor | Very poor |
| Flavor     | excellent | good | as check | poor | Very poor |

## 結 果

### 一、貯藏期間稻米理化性質之變異

73年第2期作及74年第1期作收穫入倉之稻谷，其稻米經貯存後測定其理化性質，所得結果（表二）經變方分析，發現糙米率、完整米率、直鏈澱粉含量及粗蛋白質含量在不同貯存期間及不同貯存方式間均無顯著差異。而白米透明度、黃變米率、膠體展流長度及鹼性擴散程度等在貯存期及貯存方式間則有顯著差異。

又由表三白米透明度之變異得知，第2期作收穫之臺農67號稻谷，以散裝貯存6個月後白米透明度有顯著變差之現象（等級的數值越大透明度越差），而袋裝貯存者在12個月後始明顯降低。臺中秈3號以散裝貯存之白米透明度在貯存9個月後始發現有惡化現象，而袋裝貯存者在貯存12個月後仍無顯著變化。第1期作收穫貯存之稻谷，其白米透明度的變化情形大致與第2期作者相似。在低溫貯存的情況下，發現貯存12個月後其透明度仍無顯著差異。

二個期作供試稻谷之黃變米率均隨貯存時間延長而增加（圖一）。一般在貯存至12個月時，可發現無抽風設備之散裝貯存者之黃變米較多，散裝而有抽風設備者次之，袋裝貯存者最少。品種間則以臺中秈3號之黃變米率高於臺農67號。至於在第一期作以低溫貯藏者，其黃變米之發生率很少，也不因貯藏期間延長而顯著增加。

白米的鹼性擴散程度越大時，表示膠化溫度較低，煮飯所須的時間較短，而膠體展流長度越長時，表示此膠體性質越軟。圖二及三顯示二個期作之臺農67號及臺中秈3號，其膠體展流長度與鹼性擴散程度均隨貯存期之延長而降低。以貯存12個月者為例，不同貯存方式中，以無抽風設備之散裝貯存者，其鹼性擴散程度及膠體展流長度之減少量最大，散裝而具抽風設備者次之，袋裝貯藏者最少。而第1期作以低溫貯藏者，則無顯著變化。

表二 稻谷理化性狀之變方分析

Table 2. Analysis of variance for physicochemical characters of rice

1) Rice from second crop (1984)

| Source of variation | df | A <sup>1</sup>     | B         | C    | D      | E       | F         | G        | H       |
|---------------------|----|--------------------|-----------|------|--------|---------|-----------|----------|---------|
| Variety (V)         | 1  | 47.99 <sup>2</sup> | 4721.00** | 5.27 | 24.79* | 9.00    | 2413.00** | 763.26** | 39.86*  |
| Storage period (P)  | 4  | 0.08               | 0.10      | 2.85 | 0.34   | 64.25** | 2132.00** | 83.84**  | 79.24** |
| Storage form (F)    | 2  | 1.32               | 0.15      | 1.55 | 0.19   | 18.00** | 10.00**   | 16.92**  | 37.88** |
| V×P                 | 4  | 0.04               | 0.07      | 0.51 | 0.22   | 6.75*   | 2.00      | 0.11     | 0.64    |
| V×F                 | 2  | 0.72               | 0.05      | 1.01 | 1.66   | 0.10    | 3.00      | 1.78     | 0.34    |
| P×F                 | 8  | 0.39               | 0.14      | 0.72 | 0.49   | 4.25**  | 2.00      | 2.46     | 8.18**  |
| V×P×F               | 8  | 0.26               | 0.08      | 0.49 | 1.42   | 3.75**  | 1.00      | 0.17     | 0.44    |

2) Rice from first crop (1985)

| Source of variation | df | A      | B         | C        | D    | E        | F         | G        | H         |
|---------------------|----|--------|-----------|----------|------|----------|-----------|----------|-----------|
| Variety (V)         | 1  | 33.89* | 1643.76** | 108.07** | 2.74 | 49.00*   | 332.04*   | 269.89** | 1335.05** |
| Storage period (P)  | 4  | 1.62   | 0.12      | 1.90     | 1.48 | 100.00** | 1457.83** | 55.94**  | 134.90**  |
| Storage form (F)    | 3  | 1.57   | 0.59      | 1.64     | 2.00 | 34.45**  | 322.04**  | 57.67**  | 64.34**   |
| V×P                 | 4  | 1.01   | 0.20      | 0.40     | 0.25 | 14.00**  | 1.62      | 0.50     | 3.00      |
| V×F                 | 3  | 1.20   | 1.34      | 2.42     | 1.20 | 2.45     | 1.81      | 0.41     | 3.27**    |
| P×F                 | 12 | 0.21   | 0.32      | 0.78     | 0.48 | 5.81**   | 0.69      | 8.48**   | 12.73**   |
| V×P×F               | 12 | 0.15   | 0.52      | 0.54     | 0.34 | 2.00     | 1.21      | 0.50     | 0.74      |

<sup>1</sup> A: Brown rice (%) D: Crude protein content (%) G: Gel consistency (mm)

B: Head rice (%) E: Translucency H: Alkali spreading

C: Amylose content (%) F: Discoloration grain rate (%)

<sup>2</sup> \*, \*\*: Significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

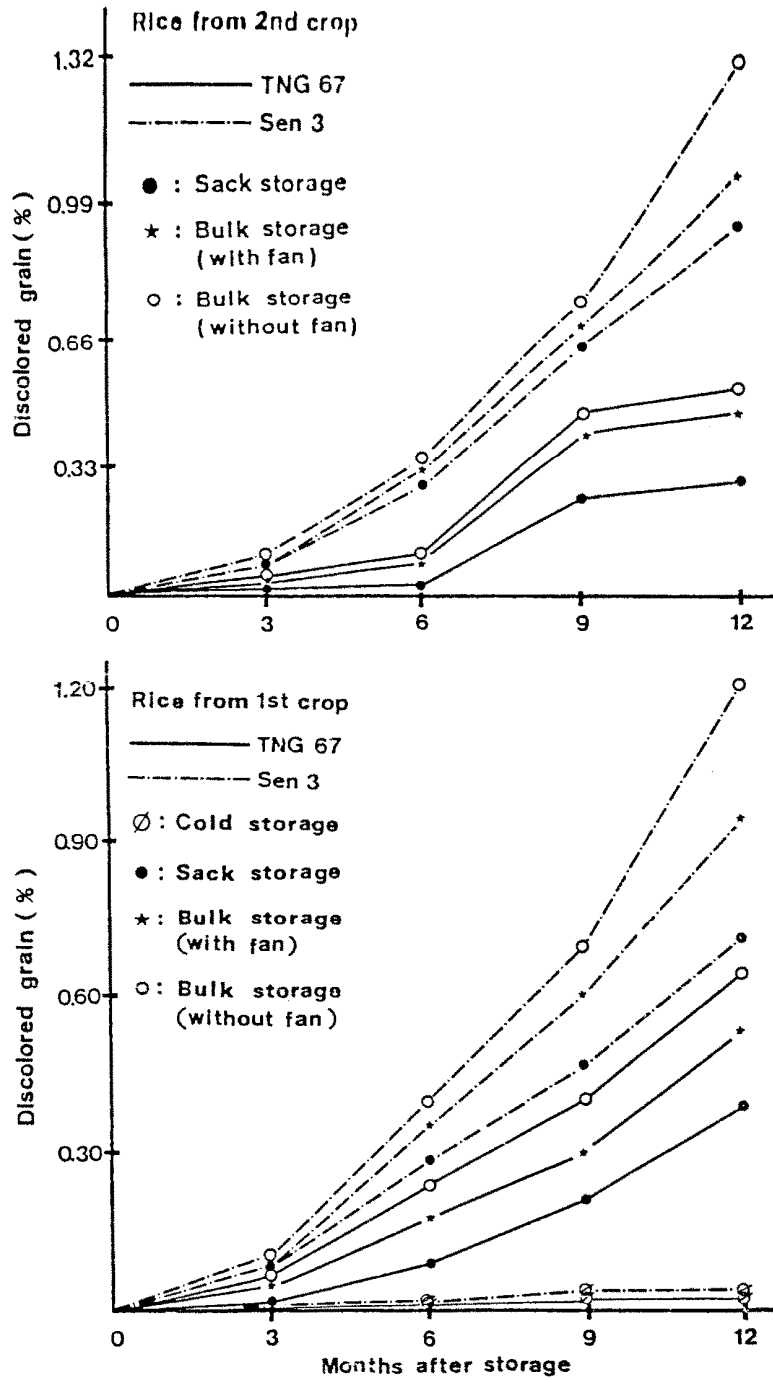
Numerals in this table are F statistics.

表三 不同貯存期及貯存方式下白米透明度之平均值

Table 3. Means of translucency under different storage periods and storage forms

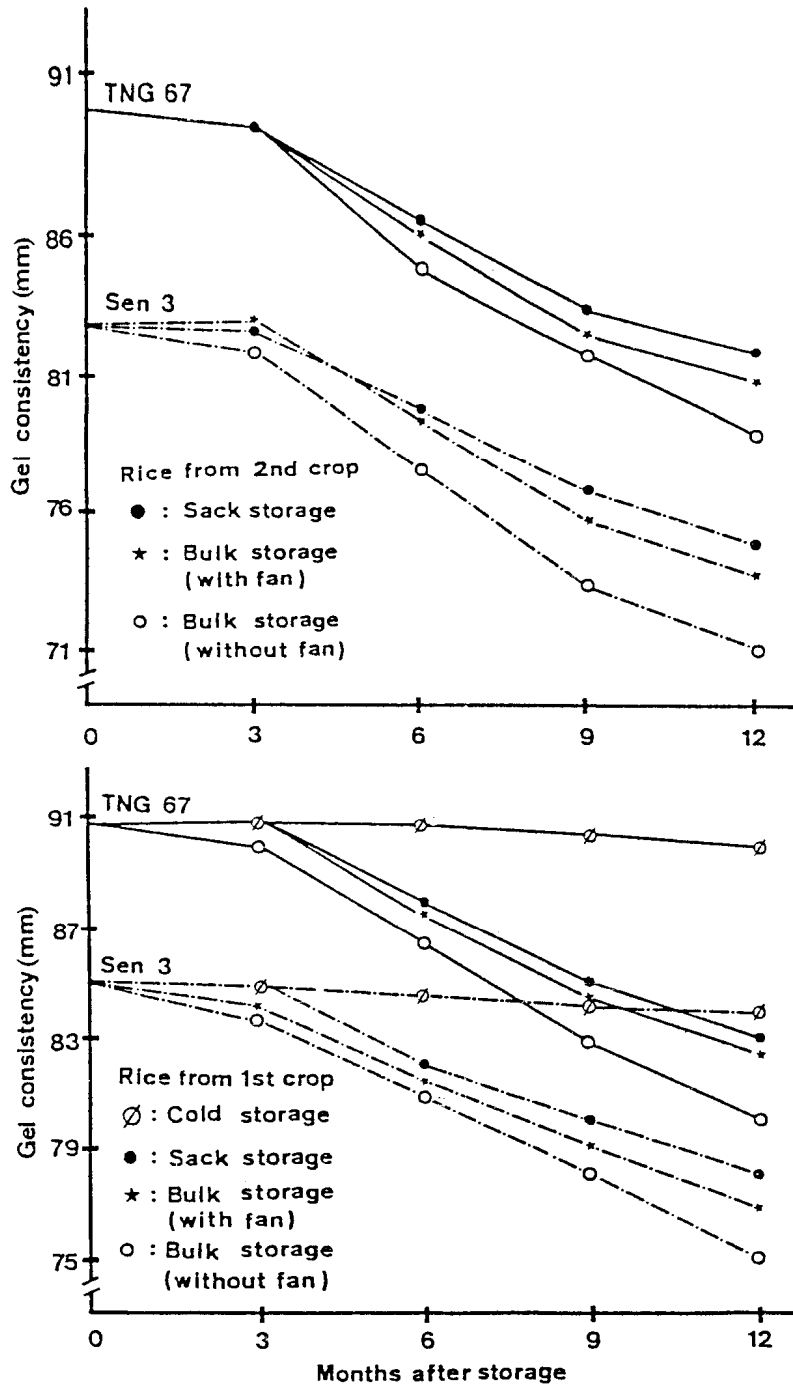
| Variety | Storage period (months) | Storage form (rice from 2nd crop) |                         |                            | Storage form (rice from 1st crop) |                  |                            |
|---------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------|
|         |                         | Sack storage                      | Bulk storage (with fan) | Bulk storage (without fan) | Cold storage                      | Sack storage     | Bulk storage (without fan) |
| TNG-67  | 9                       | 3.0 <sup>b1</sup>                 | 3.0 <sup>b</sup>        | 3.0 <sup>b</sup>           | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>b</sup> | 3.0 <sup>b</sup>           |
|         | 3                       | 3.0 <sup>b</sup>                  | 3.0 <sup>b</sup>        | 3.0 <sup>b</sup>           | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>b</sup> | 3.5 <sup>ab</sup>          |
|         | 6                       | 3.0 <sup>b</sup>                  | 4.0 <sup>a</sup>        | 4.0 <sup>a</sup>           | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>b</sup> | 4.0 <sup>a</sup>           |
|         | 9                       | 3.5 <sup>ab</sup>                 | 4.0 <sup>a</sup>        | 4.0 <sup>a</sup>           | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>b</sup> | 4.0 <sup>a</sup>           |
|         | 12                      | 4.0 <sup>a</sup>                  | 4.0 <sup>a</sup>        | 4.0 <sup>a</sup>           | 3.0 <sup>a</sup>                  | 4.0 <sup>a</sup> | 4.0 <sup>a</sup>           |
| Sen-3   | 0                       | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>b</sup>        | 3.0 <sup>b</sup>           | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>a</sup> | 3.0 <sup>b</sup>           |
|         | 3                       | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>b</sup>        | 3.0 <sup>b</sup>           | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>a</sup> | 3.0 <sup>b</sup>           |
|         | 6                       | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>b</sup>        | 3.0 <sup>b</sup>           | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>a</sup> | 3.0 <sup>b</sup>           |
|         | 9                       | 3.0 <sup>a</sup>                  | 4.0 <sup>a</sup>        | 4.0 <sup>a</sup>           | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.0 <sup>a</sup> | 4.0 <sup>a</sup>           |
|         | 12                      | 3.5 <sup>a</sup>                  | 4.0 <sup>a</sup>        | 4.0 <sup>a</sup>           | 3.0 <sup>a</sup>                  | 3.5 <sup>a</sup> | 4.0 <sup>a</sup>           |

<sup>1</sup> Values within the columns followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.



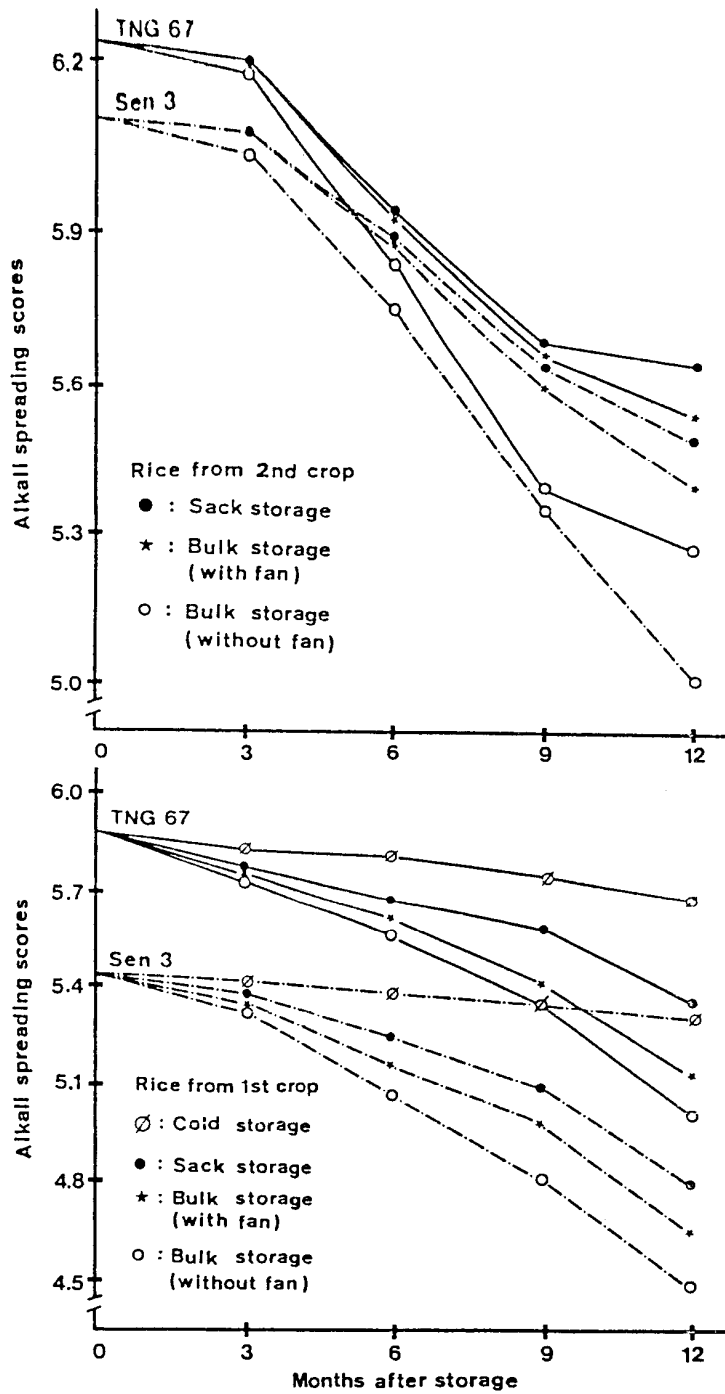
圖一 貯藏期間白米黃變米率之變化

Fig. 1. Change in the percentage of discolored grain as affected by different treatments during storage.



圖二 貯藏期間膠體軟硬度之變化

Fig. 2. Change in gel consistency of milled rice during storage.



圖三 貯藏期間白米鹼性擴散程度之變化

Fig. 3. Change in alkali spreading scores of milled rice during storage.

## 二、貯存期對稻米食味品質之影響

以未經貯存之新米供為試食的對照，探討貯存期對食味品質的影響，結果列如表四。第2期作收穫之臺中秈3號，以袋裝或散裝方式(包括具抽風設備及無抽風設備者)貯藏6個月時，其米飯之外觀、黏彈性、風味及總評等與新米無異，但貯藏至12個月時則顯著較新米差。臺農67號以散裝而無抽風設備方式貯存者，在貯存6個月時，其米飯之黏彈性、風味及總評已顯著較新米差，而其他貯存方式及時間之結果則與臺中秈3號類似。

第1期作收穫之臺農67號，其在貯存過程中米飯食味品質的變化與第2期作者相似。而第1期作以無抽風設備散裝貯存之臺中秈3號稻谷，貯存6個月時發現其米飯之黏彈性、風味及總評已顯著變差。而其他貯存方式及時間之結果，則與第2期作類似。此外，以低溫保存12個月之稻谷，其米飯之外觀、黏彈性、風味及總評等均與新米無異。

## 三、貯存方式對稻米食味品質之影響

同一個貯存期，以抽風設備之散裝稻谷作為試食的對照，比較不同貯存方式間之食味品質。由表五發現，第2期作收穫貯存之臺中秈3號，在貯存6個月後之米飯外觀、黏彈性、風味及食味總評，在袋裝、散裝(抽風)及散裝(無抽風)等三種貯存方式間並無顯著差異。而臺農67號除在無抽風設備散裝貯存下之黏彈性及總評顯著比袋裝及散裝(抽風)差外，其他性質之變異情形均與臺中秈3號相似。兩品種經貯存12個月後，其米飯外觀、黏彈性、風味及食味總評，均以袋裝貯存者之得分最高，而以無抽風設備之散裝貯存者得分最低。

第1期作收穫貯存之臺農67號及臺中秈3號，經貯存6個月後之米飯外觀、黏彈性及風味，均以低溫貯藏者最佳，其中袋裝貯存之黏彈性及食味總評顯著優於散裝貯存，而具抽風設備之散裝貯存與無抽風設備之散裝貯存間則無顯著差異，米飯外觀及風味在袋裝與散裝間也無差異。至於貯存12個月時之食味品質，兩品種仍以低溫貯藏最優，袋裝貯存次之，無抽風設備之散裝貯存者最差。

## 討 論

稻米品質除受水稻品種、栽培方法及收穫處理等之影響外，貯存環境亦為影響因素之一(4,6,10)。在不適宜的環境貯存，不但稻米之營養價值降低，而且食用後可能危害人體健康。目前本省水稻生產過剩，稻谷無法現產現銷，均須經過貯存方能上市。而臺灣地處亞熱帶，年平均溫在20°C以上，濕度又高，適於昆蟲及微生物等之繁殖，故稻谷貯存稍有不慎，品質極易變劣。本試驗發現，除了糙米率、完整米率、粗蛋白質含量及直鏈澱粉含量受貯存方式及時間之影響較小外，其他如白米之黃變率、膠體展流長度、鹼性擴散程度及米飯之食味品質，均隨貯存條件之不同而異。一般白米之黃變率隨貯存期之延長而增加，而後三者則隨貯存期之延長而降低。二供試品種中臺農67號之黃變米率較臺中秈3號低，但其米粒之透明度則較臺中秈3號易受倉貯條件之影響。

本省稻米貯藏以未經加工之稻穀為主，其貯存方式主要分為袋裝和散裝兩種。而本試驗發現散裝貯藏之品質劣化程度比袋裝大，尤以無通風機設備之散裝稻谷為甚。此可能因袋裝穀堆內的通氣性比散裝者佳，而具通風機設備之散裝倉庫，其通風效果又優於無通風機設備者之故。稻穀本身之一種有生命的活體，貯藏期間雖呈休眠狀態，但在穀堆內常因自身之呼吸作用而發熱，同時稻穀是粒狀構造，導熱性低，穀堆中放出來的熱量，若未能經對流或通風散出，即使稻穀貯存在13%安全水分含量下亦會受到損壞<sup>(2)</sup>，故改善穀倉的通風設備是為今後穀倉設施必須注意之問題。

Desikachar等<sup>(5)</sup>發現貯藏後的舊米，在蒸煮過程米粒組織較不易崩壞。Pushpamma等<sup>(7)</sup>亦曾提出稻米貯藏6個月後的最適煮飯時間比新米長約4~6分。本試驗亦發現倉貯米的鹼性擴散程度有降低的趨勢，而一般鹼性擴散程度越低，表示膠化溫度較高，煮飯所須的時間較長。本試驗同時發現倉貯米的膠體性質較硬(即膠體展流長度較短)，此與Villareal<sup>(10)</sup>的報告相似。Shibuya<sup>(9)</sup>利用米飯質地分析儀(Texturometer)分析倉貯米時，發現倉貯米的硬度比新米大，



表四 貯存期對米飯食味品質之影響

Table 4. Eating quality of rice as affected by storage period

| Rice Source           | Variety | Storage period (months) | Appearance (A)     |                    |                         | Stickness (B)      |                    |                         |                    |
|-----------------------|---------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
|                       |         |                         | Cold storage       | Sack storage       | Bulk storage (with fan) | Cold storage       | Sack storage       | Bulk storage (with fan) |                    |
| Rice from second crop | TNG-67  | 0 (CK)                  | -                  | 0.21 <sup>a1</sup> | 0.19 <sup>a</sup>       | 0.26 <sup>a</sup>  | 0.50 <sup>a</sup>  | 0.28 <sup>a</sup>       | 0.60 <sup>a</sup>  |
|                       |         | 6                       | -                  | 0.15 <sup>a</sup>  | 0.13 <sup>a</sup>       | 0.13 <sup>a</sup>  | 0.17 <sup>a</sup>  | 0.18 <sup>a</sup>       | 0.07 <sup>b</sup>  |
|                       |         | 12                      | -                  | -0.36 <sup>b</sup> | -0.32 <sup>b</sup>      | -0.39 <sup>b</sup> | -0.67 <sup>b</sup> | -0.46 <sup>b</sup>      | -0.67 <sup>c</sup> |
|                       | Sen-3   | 0 (CK)                  | -                  | 0.11 <sup>a</sup>  | 0.11 <sup>a</sup>       | 0.19 <sup>a</sup>  | 0.43 <sup>a</sup>  | 0.32 <sup>a</sup>       | 0.46 <sup>a</sup>  |
|                       |         | 6                       | -                  | 0.11 <sup>a</sup>  | 0.04 <sup>a</sup>       | 0.09 <sup>a</sup>  | 0.18 <sup>a</sup>  | 0.11 <sup>a</sup>       | 0.32 <sup>a</sup>  |
|                       |         | 12                      | -                  | -0.22 <sup>b</sup> | -0.15 <sup>b</sup>      | -0.28 <sup>b</sup> | -0.61 <sup>b</sup> | -0.43 <sup>b</sup>      | -0.78 <sup>b</sup> |
| Rice from first crop  | TNG-67  | 0 (CK)                  | 0.04 <sup>a</sup>  | 0.09 <sup>a</sup>  | 0.15 <sup>a</sup>       | 0.21 <sup>a</sup>  | 0.32 <sup>a</sup>  | 0.28 <sup>a</sup>       | 0.53 <sup>a</sup>  |
|                       |         | 6                       | 0.04 <sup>a</sup>  | 0.09 <sup>a</sup>  | 0.15 <sup>a</sup>       | 0.13 <sup>a</sup>  | 0.25 <sup>a</sup>  | 0.18 <sup>a</sup>       | 0.14 <sup>b</sup>  |
|                       |         | 12                      | -0.08 <sup>a</sup> | -0.18 <sup>b</sup> | -0.30 <sup>b</sup>      | -0.34 <sup>b</sup> | -0.57 <sup>b</sup> | -0.46 <sup>b</sup>      | -0.67 <sup>c</sup> |
|                       | Sen-3   | 0 (CK)                  | 0.06 <sup>a</sup>  | 0.11 <sup>a</sup>  | 0.15 <sup>a</sup>       | 0.17 <sup>a</sup>  | 0.35 <sup>a</sup>  | 0.39 <sup>a</sup>       | 0.43 <sup>a</sup>  |
|                       |         | 6                       | 0.06 <sup>a</sup>  | 0.11 <sup>a</sup>  | 0.15 <sup>a</sup>       | 0.04 <sup>a</sup>  | 0.14 <sup>a</sup>  | -0.04 <sup>ab</sup>     | 0.11 <sup>b</sup>  |
|                       |         | 12                      | -0.12 <sup>a</sup> | -0.22 <sup>b</sup> | -0.30 <sup>b</sup>      | -0.21 <sup>b</sup> | -0.06 <sup>a</sup> | -0.49 <sup>b</sup>      | -0.35 <sup>b</sup> |

| Rice Source           | Variety | Storage period (months) | Flavor (C)         |                    |                         | Total (A+B+C)      |                    |                         |                    |
|-----------------------|---------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
|                       |         |                         | Cold storage       | Sack storage       | Bulk storage (with fan) | Cold storage       | Sack storage       | Bulk storage (with fan) |                    |
| Rice from second crop | TNG-67  | 0 (CK)                  | -                  | 0.13 <sup>a</sup>  | 0.14 <sup>a</sup>       | 0.16 <sup>a</sup>  | 0.84 <sup>a</sup>  | 0.62 <sup>a</sup>       | 1.02 <sup>a</sup>  |
|                       |         | 6                       | -                  | 0.06 <sup>a</sup>  | 0.06 <sup>a</sup>       | 0.01 <sup>b</sup>  | 0.38 <sup>a</sup>  | 0.36 <sup>a</sup>       | 0.21 <sup>b</sup>  |
|                       |         | 12                      | -                  | -0.19 <sup>b</sup> | -0.20 <sup>b</sup>      | -0.17 <sup>c</sup> | -1.22 <sup>b</sup> | -0.89 <sup>b</sup>      | -1.23 <sup>c</sup> |
|                       | Sen-3   | 0 (CK)                  | -                  | 0.09 <sup>a</sup>  | 0.11 <sup>a</sup>       | 0.13 <sup>a</sup>  | 0.62 <sup>a</sup>  | 0.54 <sup>a</sup>       | 0.78 <sup>a</sup>  |
|                       |         | 6                       | -                  | 0.06 <sup>a</sup>  | 0.00 <sup>ab</sup>      | 0.07 <sup>a</sup>  | 0.34 <sup>a</sup>  | 0.15 <sup>a</sup>       | 0.47 <sup>a</sup>  |
|                       |         | 12                      | -                  | -0.15 <sup>b</sup> | -0.11 <sup>b</sup>      | -0.20 <sup>b</sup> | -0.96 <sup>b</sup> | -0.69 <sup>b</sup>      | -1.25 <sup>b</sup> |
| Rice from first crop  | TNG-67  | 0 (CK)                  | 0.03 <sup>a</sup>  | 0.10 <sup>a</sup>  | 0.09 <sup>a</sup>       | 0.14 <sup>a</sup>  | 0.50 <sup>a</sup>  | 0.52 <sup>a</sup>       | 0.87 <sup>a</sup>  |
|                       |         | 6                       | 0.03 <sup>a</sup>  | 0.06 <sup>a</sup>  | 0.04 <sup>a</sup>       | 0.14 <sup>a</sup>  | 0.39 <sup>a</sup>  | 0.37 <sup>a</sup>       | 0.28 <sup>b</sup>  |
|                       |         | 12                      | -0.06 <sup>a</sup> | -0.16 <sup>b</sup> | -0.13 <sup>b</sup>      | -0.28 <sup>a</sup> | -0.89 <sup>b</sup> | -0.89 <sup>b</sup>      | -1.15 <sup>c</sup> |
|                       | Sen-3   | 0 (CK)                  | 0.03 <sup>a</sup>  | 0.11 <sup>a</sup>  | 0.11 <sup>a</sup>       | 0.12 <sup>a</sup>  | 0.57 <sup>a</sup>  | 0.65 <sup>a</sup>       | 0.74 <sup>a</sup>  |
|                       |         | 6                       | 0.03 <sup>a</sup>  | 0.04 <sup>a</sup>  | 0.05 <sup>a</sup>       | 0.12 <sup>a</sup>  | 0.29 <sup>a</sup>  | 0.16 <sup>a</sup>       | 0.15 <sup>b</sup>  |
|                       |         | 12                      | -0.06 <sup>a</sup> | -0.15 <sup>b</sup> | -0.16 <sup>b</sup>      | -0.24 <sup>a</sup> | -0.86 <sup>b</sup> | -0.81 <sup>b</sup>      | -0.89 <sup>c</sup> |

<sup>1</sup> values within the columns followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

(續表四)

表五 貯存方式對米飯食味品質之影響

Table 5. Eating quality as affected by storage forms

| Rice source              | Variety            | Storage form               | Appearance (A)         |                         | Stickness (b)          |                         | Flavor (C)             |                         | Total (A+B+C)          |                         |
|--------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|                          |                    |                            | 6 months after storage | 12 months after storage | 6 months after storage | 12 months after storage | 6 months after storage | 12 months after storage | 6 months after storage | 12 months after storage |
| Rice from second crop    | TNG-67             | Stack storage              | 0.06 <sup>a1</sup>     | 0.17 <sup>a</sup>       | 0.11 <sup>a</sup>      | 0.28 <sup>a</sup>       | 0.06 <sup>a</sup>      | 0.11 <sup>a</sup>       | 0.23 <sup>a</sup>      | 0.56 <sup>a</sup>       |
|                          |                    | Bulk storage with fan (CK) | 0.00 <sup>a</sup>      | 0.02 <sup>ab</sup>      | 0.11 <sup>a</sup>      | -0.04 <sup>b</sup>      | 0.01 <sup>a</sup>      | -0.01 <sup>b</sup>      | 0.12 <sup>a</sup>      | -0.07 <sup>b</sup>      |
|                          |                    | Bulk storage without fan   | -0.06 <sup>a</sup>     | -0.15 <sup>b</sup>      | -0.22 <sup>b</sup>     | -0.24 <sup>b</sup>      | -0.07 <sup>a</sup>     | -0.10 <sup>b</sup>      | -0.35 <sup>b</sup>     | -0.49 <sup>c</sup>      |
|                          | Sen-3              | Stack storage              | 0.06 <sup>a</sup>      | 0.13 <sup>a</sup>       | 0.04 <sup>a</sup>      | 0.35 <sup>a</sup>       | 0.06 <sup>a</sup>      | 0.10 <sup>a</sup>       | 0.16 <sup>a</sup>      | 0.58 <sup>a</sup>       |
|                          |                    | Bulk storage with fan (CK) | 0.00 <sup>a</sup>      | 0.00 <sup>ab</sup>      | 0.04 <sup>a</sup>      | 0.04 <sup>ab</sup>      | 0.01 <sup>a</sup>      | 0.01 <sup>ab</sup>      | 0.05 <sup>a</sup>      | 0.05 <sup>b</sup>       |
|                          |                    | Bulk storage without fan   | -0.06 <sup>a</sup>     | -0.13 <sup>b</sup>      | -0.08 <sup>a</sup>     | -0.39 <sup>b</sup>      | -0.07 <sup>a</sup>     | -0.11 <sup>b</sup>      | -0.21 <sup>a</sup>     | -0.63 <sup>c</sup>      |
| Rice from first crop     | TNG-67             | Cold storage               | 0.14 <sup>a</sup>      | 0.18 <sup>a</sup>       | 0.23 <sup>a</sup>      | 0.47 <sup>a</sup>       | 0.15 <sup>a</sup>      | 0.18 <sup>a</sup>       | 0.52 <sup>a</sup>      | 0.83 <sup>a</sup>       |
|                          |                    | Sack storage               | 0.00 <sup>ab</sup>     | 0.12 <sup>a</sup>       | 0.01 <sup>b</sup>      | 0.03 <sup>b</sup>       | 0.01 <sup>b</sup>      | 0.01 <sup>b</sup>       | 0.02 <sup>b</sup>      | 0.16 <sup>b</sup>       |
|                          |                    | Bulk storage with fan (CK) | -0.07 <sup>b</sup>     | -0.09 <sup>b</sup>      | -0.12 <sup>c</sup>     | -0.20 <sup>c</sup>      | -0.08 <sup>b</sup>     | -0.08 <sup>bc</sup>     | -0.27 <sup>c</sup>     | -0.37 <sup>c</sup>      |
|                          | Sen-3              | Bulk storage without fan   | -0.07 <sup>b</sup>     | -0.21 <sup>b</sup>      | -0.12 <sup>c</sup>     | 0.30 <sup>c</sup>       | -0.08 <sup>b</sup>     | -0.11 <sup>c</sup>      | -0.27 <sup>c</sup>     | -0.62 <sup>c</sup>      |
|                          |                    | Cold storage               | 0.12 <sup>a</sup>      | 0.35 <sup>a</sup>       | 0.52 <sup>a</sup>      | 0.42 <sup>a</sup>       | 0.19 <sup>a</sup>      | 0.18 <sup>a</sup>       | 0.83 <sup>a</sup>      | 0.95 <sup>a</sup>       |
|                          |                    | Bulk storage with fan (CK) | -0.09 <sup>b</sup>     | -0.18 <sup>b</sup>      | -0.25 <sup>c</sup>     | -0.14 <sup>c</sup>      | -0.08 <sup>b</sup>     | 0.06 <sup>bc</sup>      | -0.42 <sup>c</sup>     | -0.38 <sup>bc</sup>     |
| Bulk storage without fan | -0.09 <sup>b</sup> | 0.18 <sup>b</sup>          | -0.25 <sup>c</sup>     | -0.25 <sup>c</sup>      | -0.08 <sup>b</sup>     | -0.13 <sup>c</sup>      | -0.42 <sup>c</sup>     | -0.56 <sup>c</sup>      |                        |                         |

1 Values within the columns followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

但粘性比新米小。本試驗利用官能食味評鑑的結果，發現臺農67號及臺中秈3號除以低溫貯存一年時，其黏彈性不變外，以袋裝及具抽風設備之散裝貯存12個月時，黏彈性顯著比新米差，而以無抽風設備之散裝貯存6個月時，其黏彈性早已降低。惟第2期作收穫之臺中秈3號，以散裝而無抽風設備方式貯存12個月時，黏彈性始有顯著變差。此顯示在通風不良的環境下貯存，臺農67號之黏彈性變差的速度比臺中秈3號快，此與宋<sup>(1)</sup>認為稈稻比秈稻不耐貯存之觀點類似。而第1期作收穫後貯存之臺中秈3號，其黏彈性變壞速度又比第2期作收穫之臺中秈3號快，此可能因為第1期稻谷收穫後在倉貯期間之氣溫比第2期作高所致，此與前人所推論者相似<sup>(3,8,10)</sup>。而黏彈性變差的原因初步推測可能與膠體硬化有關，至於其變化的機制則有待進一步之探討。

本試驗中之低溫貯藏處理，倉內溫度在10°C左右，經過一年之貯藏，發現白米物理化學品質之變化量比一般袋裝及散裝貯藏小，食味品質亦與新米無異，此結果與馮等<sup>(3)</sup>認為低溫貯藏維持倉內溫度在15°C以下，可減低由高溫、潮濕與蟲害所造成之損失，增加稻谷貯藏壽命，保持適當品質之觀點相吻合。低溫貯藏之成本雖較高，但其獲益大<sup>(3)</sup>，對維護國民健康又具重大意義，故低溫貯藏應可適度的推廣。

本省倉庫貯存稻谷一般僅有秈稈稻之別，故同倉內的稻谷其來源及品種均可能不同，為減少此種取樣誤差，本試驗事先以本場生產之稻谷——臺農67號及臺中秈3號，埋在特定倉庫之穀堆中，然後定期採樣，因為本試驗僅以臺農67號及臺中秈3號為調查對象，故其他品種倉貯後的米質變化是否相同，則有待探討。在一般倉庫中是將不同品種混合貯存，故品種間之相互作用對貯存稻谷之品質有何影響，亦值得進一步探討。

## 參考文獻

1. 宋勳 1978 臺中地區農會貯藏稻穀品質探討之試驗 臺中區農業改良場研究彙報 新 2:17-25。
2. 曾士洵 1984 稻穀儲存技術 食品工業 17(3): 22-23。
3. 馮丁樹、陳貽倫 1977 稻穀低溫密閉實驗穀倉試驗分析 中國農業工程學報 23(1): 1-20。
4. De Datts, S. K., W. N. Obcemea, and R. K. Jana. 1972. Protein content of rice grain as affected by nitrogen fertilizer and some triazines and substitute ureas. *Agron. J.* 64: 785-788.
5. Desikachar, H. S. R., and V. Subrahmanyam. 1959. Expansion of new and old rice during cooked. *Cereal Chem.* 36: 385-391.
6. Huysmans, A. A. C. 1965. Milling quality of paddy as influenced by timing of the harvest. *IRC. Newsletter* 14(3): 4-12.
7. Pushpamma, P., and M. U. Reddy. 1979. Physico-chemical changes in rice and jowar stored in different agro-climatic regions of Andhra Pradesh. *Bull Grain Technol.* 17: 97-108.
8. Quebral, F. C. 1976. Microorganism, rice post technology. International Development Research Centre. Ottawa, Canada. pp. 147-152.
9. Shibuya, N., T. Iwasaki, H. Yanase and S. Chikubu. 1974. Studies on deterioration of rice during storage. I. Changes of brown rice and milled rice during storage. *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.* 21: 597-603.
10. Villareal, R. M., A. P. Resurreccion, L. B. Suzuki, and B. O. Juliano. 1976. Changes in physicochemical properties of rice during storage. *Stärke* 28: 88-94.

## 討 論

呂政義問：

1. 請解釋如何採樣？
2. 貯存試驗，最好改測可溶性澱粉而不是直鏈性澱粉含量。

洪梅珠答：

1. 袋裝是以每個塑膠編織袋裝60公斤稻谷存放於糧倉中，散裝則以每個尼龍袋裝1公斤稻谷，埋於散裝谷倉上層下30公分處，然後定期採樣分析。
2. 試驗之初決定分析的項目，主要是以本研究室檢定米質時所測定的項目為主，而直鏈澱粉含量即是檢定項目之一，試驗結果亦發現沒有顯著變化。謝謝呂博士之建議，以後有類似之情形時，我們會考慮測定可溶性澱粉。

黃山內問：

本試驗是否有控制相對濕度之變化？如考慮使用化學或物理方法控制相對濕度，是否比抽風更經濟？

洪梅珠答：

本實驗是利用臺中場轄區內現有糧倉的貯存設備進行調查，輔以低溫貯藏的效果作為比較，所以沒有控制貯存環境中的相對濕度。至於使用化學或物理方法控制相對濕度，是否比抽風更經濟，我沒有做過這方面的調查，所以不清楚。

## **Studies on the Effects of Storage Conditions on Rice Quality during Storage**

S. Song and M. C. Hong

Taichung District Agricultural Improvement Station

### **ABSTRACT**

Two varieties of rice, Tainung 67 and Taichung Sen 3 which were harvested in the second crop of 1984 and first crop of 1985, respectively were adjusted to 13% of moisture content, then were stored at the barns of Huaton, and Tyanchung Farmer's Association. The stored rice grains were sampled to study the effect of storage conditions on the grain qualities.

The results showed that there was almost no change in percent brown rice, percent head rice, amylose and crude protein contents during the storage. However, the translucency of grains was found to be decreased in parallel with the length of storage time. Those stored in sacks showed the better translucency than stored in bulk after the similar length of storage.

The percentage of discolored grains increased in parallel with the length of storage period. The smallest value of discolored grain was resulted when the rice was stored under the cold storage condition. The opposite was true when they were stored in bulk without air circulating fan.

The values of alkali spreading, gel consistency and eating quality decreased with the prolongation of storage period. Those stored in cold storage room showed the best cooking and eating qualities but those stored in bulk without air circulating fan showed the worst qualities of cooking and eating.