し、塩化第一スズ、塩化第二鉄では色素と等モル、塩化第一鉄で10倍、塩化亜鉛、塩化第二スズで100倍モル濃度で紫色化が起ることを認めた。

文 献

- 1) 芥田三郎ら：第15回利用加工関係試験研究連絡会議資料，p. 142 (1963)。
- 2) MAEKAWA, K., et al.: *Agr. Biol. Chem.*, **27**, 165 (1963)。
- 3) KURODA, C., et al.: *Bull. Agr. Chem. Soc.*

Japan., **11**, 265 (1936)。

- 4) 林 孝三：実験化学講座，(日本化学会編)，**22**, 302 (1963)。
- 5) 久保 進ら：愛媛総指報告，**1**, 20 (1963)。
- 6) GROVE, K.E., et al.: *J. Chem. Soc.*, 1611 (1934)。
- 7) 鐵塚昭三：化学の領域，増刊 34，各論 2，p. 165 (1958)。
- 8) SONDEHEIMER, E., et al.: *Anal. Chem.*, **20**, 245 (1948)。
- 9) LUH, B.S., et al.: *Food Technol.*, **14**, 53 (1960)。(1965年6月29日受理)

ラッカセイの貯蔵および加工に関する研究(第2報)

ラッカセイの貯蔵中における品質変化について

福 田 稔 夫*・前 沢 辰 雄*

千葉県におけるラッカセイの生産高は6.2万トン、金額にして60億円にも達し重要な農産物であるが、夏期における貯蔵が困難で、また産地出荷が12月から翌年3月にかけて集中しているため、価格の変動が激しい。こうした価格の変動を防ぎ、生産の不安を解消するとともに、年間を通じての需要を満たすために適切な貯蔵法の研究が要望されている。

ラッカセイの貯蔵条件については外国で幾多の研究例があり、PONS¹⁾はラッカセイを1°Cおよび-18°Cに4年4カ月間貯蔵し、ともに100%の発芽率を保持しえたことを観察している。STAUSBURY²⁾は子実水分8.3%以下、温度1°C以下で密閉容器中に貯蔵することを推奨し、さや実は1°C以下ならば2年以上変化なく貯蔵しうるといっている。WOODROOF³⁾は普通倉庫では子実水分5%、相対湿度(以下単に湿度とする)60%がよく、また⁴⁾2.2°C、湿度65~70%の倉庫に貯蔵したところ、1年の間さや実はいかの評価で優秀(excellent)であり、むき実は優(very good)であった。そして9°C以下の低温貯蔵がもっとも実用的方法であるとしている。このほかMATHUR⁵⁾は0~1.7°C、湿度85~90%を推奨している。ところが本邦産のラッカセイについては、この種の研究を見聞しないし、貯蔵後の品質や市場性に対す

る評価もかれらとはおのずから標準が違うので、貯蔵試験を実施した。この報告は昭和37年から39年まで3カ年にわたって行なった結果をまとめたものである。

実 験 方 法

1. 貯 蔵 条 件

貯蔵場所は千葉市の当研究室における普通実験室と冷蔵室、および八街町の営業用常温倉庫と低温低湿倉庫とを利用した。36年産のものは試料10kgを麻袋に入れ、上記室内に貯蔵した。37年と38年産のものは試料600gを網袋に入れ、湿度については自然状態のままの無調湿区と人工調湿区を設定して貯蔵した。人工調湿区は冷凍機を利用した低温低湿倉庫、および内容積8lのデシケーターの中に塩類固形物を含む飽和水溶液(炭酸カリウム、重クロム酸ナトリウム、硝酸アンモニウム、塩化ナトリウム)、または硫酸溶液を入れて調湿した区である。このように種々の温湿度を組合わせた試験区を設けて、ラッカセイを貯蔵した。

2. 試料の調製

千葉県産のラッカセイ千葉半立種(バージニア型)を10月に掘取り、慣習に従って乾燥したのち、機械によってさや実とむき実を調製し、翌年2月上旬八街町の低温

* 千葉県農業試験場(千葉市大金沢町473-2)

Studies on Storage, Processing and Utilization of Peanuts. Part II. Deterioration of peanuts during storage. By TOSHIO FUKUTA and TATSUO MAESAWA.

低湿倉庫に運び込み、損傷粒、不稔実粒など不完全粒を選別除去したものを貯蔵用試料とした。一定条件で貯蔵した試料を経時的にむき実は約 150 g、さや実は約 180 g 抜き取り、さや実は手でさやをむいて分析に供した。調製法は第 1 報⁹⁾に準じた。

3. 分析方法

(1) ラッカセイ子実の水分測定法

子実を小型手動ローラーミル⁷⁾で圧砕し、約 6 g をふた付アルミニウム秤量皿に精秤し、常圧 130°C で 4 時間乾燥し、デシケーターの中に 1 時間放置したのち秤量する方法をとった。

(2) 油の抽出、遊離脂肪酸（以下 FFA とする）および子実の粉砕物の水分測定法

第 1 報に準じて行なった。

(3) 脂肪酸度（以下 FA とする）の測定法

子実の粉砕物について、AACC の迅速法⁸⁾により測定した。

(4) さや殻の水分測定法

さや殻を指先で 6 個程度に割ってふた付アルミニウム秤量皿に入れ、130°C で 5 時間乾燥して測定した。

(5) 官能審査

審査の方法は第 1 報に準じて行なったが、食味の審査は 36 年と 38 年産のものについてはバターピーナツとし、37 年産のものはいり豆として行なった。評点の尺度は、すぐれている……5 点、ややすぐれている……4 点、普通……3 点、やや劣る……2 点、非常に劣る……1 点の 5 段階とし、品質を評価した。

実験結果と考察

1. 試料の品質性状

試験を開始する前の貯蔵用試料の品質性状は第 1 表の

とおりである。36 年産のラッカセイの品質は普通よりやや劣る程度であったが、37 年産のものは収穫および乾燥調整期に雨天がやや少なく、日照時間が平年より多かったので品質がすぐれていた。ところが 38 年は天候が不順であったため、上りの悪い品質であった。すなわちさや殻は小さく、厚みが薄く、色つやが悪く、かつ水分はやや多かった。子実は幾分かっ色を帯びており、水分が多く、脂肪および蛋白質が少なく、FFA および FA が高かった。

2. 無調湿区の成績

(1) 千葉市の当研究室における試験結果

i) 室内の温湿度の経過

貯蔵室内の温湿度を調査するために大田計器製自記温湿度計を設置した。その記録から毎月の平均温湿度を算出して、第 1 図に示した。農業試験場の移転とともに貯蔵場所が変化して、初め木造平屋建（38 年 6 月まで）、つぎにコンクリート建（38 年 7 月から 39 年 1 月まで）、さらにスレート張り平屋建（39 年 2 月以降）の 3 か所に移動した。コンクリート建の実験室内における場

（くん蒸はクロルピクリン（1000 立方尺、1 ホンド、72 時間）を使用した。）

第 1 図 千葉市当研究室内の温湿度変化

第 1 表 貯蔵前における試料の品質性状

生産年	項目 区分	水分 (%)	脂肪 (%)	FFA (%)	FA (mg/ 100g)	窒素 (%)	100粒重 (g)	むき実歩 (%)	上実歩 (%)	さや殻歩 (%)	官能審査 点	貯蔵期間、 年 月	場所
36	むき実	8.89	48.72	0.15	—	4.77	81.7	—	—	—	4.6	37.6~37.12	千葉
		8.51	48.65	0.15	—	4.88	80.8	—	—	—	4.6	"	八街
	さや実	9.61	48.31	0.15	—	4.75	85.2	69.6	87.8	—	4.6	"	千葉
		8.82	49.50	0.13	—	4.65	89.5	67.5	87.7	—	4.6	"	八街
37	むき実	7.78	49.20	0.11	5.4	4.98	96.9	—	—	—	4.9	38.2~39.3	千葉
	さや実	7.59	49.05	0.11	5.4	4.85	98.5	69.7	84.3	14.32	4.7	"	八街
38	むき実	8.69	45.59	0.40	10.5	3.80	80.7	—	—	—	4.4	39.2~39.10	"
	さや実	8.61	47.36	0.31	5.5	3.65	87.1	74.8	85.1	15.62	4.5	"	"

注：FFA：遊離脂肪酸，FA：脂肪酸度

合は夏期の温度が比較的低く、冬期は高めであったが、いずれも外気温の影響を受けやすく、とくに木造およびスレート張り平屋建の場合に日々の温度変化は激しかった。また平均湿度は3カ所とも高く、かつ高低の差が激しくて貯蔵場所としての環境は好ましくなかった。

ii) 貯蔵中の子実の品質変化

むき実およびさや実の形態で貯蔵した子実の品質変化は第2図のとおりである。市場性を保持しうる貯蔵期間の限界はむき実(2-1-1図)では37年は7月上旬、38年は7月中旬、39年は5月上旬ごろで、さや実(2-2-1図)では37年、38年ともに8月上旬、39年は5月下旬ごろと思われる。どの年も4月には湿度が74%以上となり、子実は淡かっ色を帯びてくる。しかしこの程度の変色はバターピーナツにした場合、さほど商品価値に關係しない。その後7月まで気温は20°C以上に上昇し、湿度も80%以上に及んだ。このようにして子実水分が9%以上になると、渋皮のむけた粒や損傷粒はカビが発生しやすく、バターピーナツにするとかっ色の斑点が現われ、商品価値は激減した。7月中旬以降になり、害虫が発生すると独特の異臭味を生じ、品質が低下する。この際くん蒸して虫の発生を防いでも、うま味や甘味の薄れたものとなり、市場性を失った。さらに貯蔵期間の延長とともに品質変化は進行して、かっ色となり、異味変敗臭が強烈となった。むき実貯蔵とさや実貯蔵とを比較すると、さや実のほうがすぐれていることはSTAUS-BURY²⁾、WOODROOF³⁾、MATHUR⁴⁾、REZNIKOVA⁵⁾らが認めている。著者らの成績でもさや実貯蔵のほうが官能的に長期にわたって新鮮味が保持され、FFAおよびFA(2-1-2図、2-2-2図)の増加することが少なく、すぐれて

評点とは官能審査による品質の評価点で、採点法は本文参照

第2図 当研究室の常温常湿のもとに貯蔵した子実の品質変化

いる。しかしさや実の場合は容積のかさばること、土砂や細菌ならびに害虫を混入することが多く、不衛生であるなどの欠点がある。抽出油の FFA や粉砕物中の FA は温湿度の上昇に伴って増加し、変質の状況をよく示していた。

(2) 営業用常温倉庫における試験結果

i) 庫内の温湿度の経過

八街町は海岸から遠く離れた乾燥地で、倉庫業に適した地形であると称されている。この倉庫は大谷石造りの床面積 330 m²、内容積 2220 m³ の営業用倉庫で、外気の温湿度に応じた扉の開閉によって、可及的低温低湿を保つよう管理をしている。この倉庫の調査結果は第3図のとおりであって、温湿度の日変化および月変化の幅は比較的少なく、かつ湿度は一般に低く、管理は行き届いている。しかし 39 年 2 月以降 6 月までは湿度がやや高かった。この理由は倉庫の模様替を行なったためであって、室を密閉し、常温低湿空気発生機を設置して、入庫したラッカセイを乾燥させながら貯蔵しようとしたが、乾燥不十分のむき実を機械の能力以上に堆積収荷したため、庫内の湿度がかえって増大したものである。ただし7月以降は在庫量が激減し、それに伴って湿度は降下した。

ii) 貯蔵中の子実の品質変化

むき実およびさや実の形態で貯蔵した結果は第4図のとおりである。市場性を保持しうる貯蔵期間の限界はむき実(4-1-1図)では37年は7月下旬、38年は8月上旬、39年は5月下旬で、さや実(4-2-1図)では37年は8月中旬、38年は9月中旬、39年は6月上旬ごろと思われる。前述の当研究室のものと比較すると、半月ないし1月限界期間が長かった。これは温湿度の経過(第1図、第3図)をみると明らかとなり、両室の温

くん蒸はクロルピクリン(1000立方尺、1ポンド、72時間)を使用した。

第3図 八街町の常温倉庫内の温湿度変化

度はさほど違わないけれど、平均湿度が約 10~15% 低いことおよび湿度の日変動、月変動の少ないことが注目され、その影響であると思われる。また FFA および FA 含量（4-1-2 図、4-2-2 図）の変化についてみると貯蔵用試料の良否ならびに子実の水分（4-1-3 図、4-2-3 図）の影響が大きい。

3. 調湿区の成績

(1) 常温倉庫内の各調湿区における試験結果

庫内に設置した 43~44%, 53~60%, 60~70% および 75% の各調湿区に貯蔵した子実の品質変化は第 5 図のとおりである。38 年、39 年ともに 75% 調湿区のもののは渋皮も肉質もかっ変し、子実の水分（5-1-3 図、5-2-3 図）は 8.5~9.5% あり、加工するとかっ色の斑点が現われ、市場性を失った。また FA の増加も激しかった。ところが 70% 以下の調湿区（5-1-1 図、5-2-1 図）の

第 4 図 常温倉庫内の常湿のもとに貯蔵した子実の品質変化

実線は 38 年、点線は 39 年とし、図中の数字は調湿区の相対湿度を示す

第 5 図 常温倉庫内の各調湿区に貯蔵した子実の品質変化

ものは比較的長期間市場性を保持し、かつ各試験区間に品質の優劣の差が少なかった。43~44% 調湿区では子実の水分が 5~6% で乾燥し過ぎてしわが多く、加工すると食感が粉っぽく、風味がやや劣った感じである。53~60% および 60~70% 調湿区では子実の水分は 6~8% で、38 年は 12 月、39 年は 8 月まで市場性があった。FA（5-1-2 図、5-2-2 図）についてみると 70% 以下の調湿区のものは各試験区間に変化が少なく、とくに 38 年の経時的変動の少ないことが注目される。常温では水分 8% 以下に乾燥して貯蔵することが肝要と思われる。

(2) 低温低湿倉庫における試験結果

i) 庫内の温湿度の経過

この倉庫は床面積 165 m²、内容積 1110 m³ のラッカセイ専用の営業倉庫であって、10 馬力冷凍機、堅型床置き式空調器を設置し、温度 13°C、湿度 65% を目標とし、毎年 3 月から 10 月まで機械を運転する。ただし 11 月以降翌年 2 月までは在庫量が少なく、外気温が低いので、扉の開閉だけで管理をしている。温湿度の調査結果は第 6 図のとおりである。毎年 1 月から 5 月にかけて湿度が増加するが、39 年はとくにその傾向が強かった。これは乾燥不十分のまま持ち込まれたラッカセイから発散する水分のためである。そして 4 月から 5 月にかけて湿度が 70% を越すことがあったけれども、このとき以外の管理はすぐれていた。

ii) 貯蔵中の子実の品質変化

むき実およびさや実の形態で貯蔵した子実の調査結果は第 7 図のとおりである。低温倉庫では品質を安全に保持すること、くん蒸を行っていないこと、および出庫後の品痛みが少ないことが特長である。しかしこの低温でも害虫は繁殖するので、持ち込まないように注意することが肝要である。市場性を保持しうる貯蔵期間の限界はむき実、さや実（7-1-1 図、7-2-1 図）ともに 37 年は 12 月中旬、38 年は翌年 3 月、また 39 年はむき実は

第 6 図 低温低湿倉庫内の温湿度変化

7月中旬, さや実は8月下旬までと思われ, 常温倉庫よりさらに4カ月から7カ月, 最悪のときでも2カ月限界期間が長く, うま味がすぐれている。FA (7-1-2 図, 7-2-2 図) は当研究室や常温倉庫のものに比べ含量が少なく, 子実の水分 (7-1-3 図, 7-2-3 図) は 7~8% であった。低温低湿倉庫にラッカセイを貯蔵する場合はあらかじめくん蒸し, 人工乾燥して子実の水分を調整したのち保管するならば, この倉庫利用の効果はさらに向上しよう。さや実を冷蔵庫に保管することは倉敷料がかさんで営業的には成立しないが, 試験として実施した結果, むき実より約 40 日長く新鮮味を保持していた。

iii) 低温低湿倉庫内の各調湿区における試験結果

庫内に設置した 44%, 56~60%, 65~69% および 75% の各調湿区に貯蔵した子実の品質変化は第 8 図のとおりである。44% 調湿区では子実の水分 (8-1-3 図, 8-2-3 図) が 6% 内外でいり豆として粉っぽい食感で,

第 7 図 低温低湿倉庫内に貯蔵した子実の品質変化

実線は 38 年, 点線は 39 年を示し, 図中の数字は調湿区の相対湿度を示す

第 8 図 低温低湿倉庫内の各調湿区に貯蔵した子実の品質変化

やや乾燥し過ぎる。これに対して 56~60% および 65~69% 区の子実水分は 6.5~8.5% であり, 品質 (8-1-1 図, 8-2-1 図) は両試験区の間に優劣の差がほとんどなく, とともに風味香味がすぐれ, また FA は少なく, 38 年は翌年の 3 月, 39 年はその年の 10 月まで市場性があった。ところが湿度 75% 区では子実の水分が 9~10% で, 38 年は 9 月, 39 年は 6 月以降カビが発生し, かつ色の斑点が現われ, かつ FA (8-1-2 図, 8-2-2 図) が増加し, 品質は悪化した。この現象はむき実のほうがさや実よりも著しかった。FA については常温倉庫の場合と同様のことがいえ, 70% 以下の調湿区のは含量の変化が少ない。低温低湿倉庫に貯蔵する場合には子実の水分を 8.5% 以下に乾燥して持ち込むことが有効であり, かつ肝要である。

(3) 3~5°C 冷蔵庫内の各調湿区における試験結果

当研究室の冷蔵庫内に設置した 44%, 60~61%, 68~70% および 75% 調湿区に貯蔵した結果は第 9 図のとおりである。この低温でも 75% 区では 10 月にカビが発生し, かつ色の斑点を生ずるものが出現し, 子実の水分 (9-3 図) は 10.5% 内外であった。60~61% 区の子実の水分は 7.5% 内外であり, 68~70% 区は 9~9.5% であったが, とともに FFA (9-2 図) が少なく, 風味香味および色沢外観がすぐれていた。貯蔵に適した湿度はこの温度 (3~5°C) でも前述の 13°C の場合と同じで, 子実の水分は 9.5% 以下に乾燥せねばならない。

(4) 硫酸溶液で調湿した試験結果

試験は当研究室の常温実験室, 10~12°C および 3~5°C の冷蔵庫で行ない, 調湿区は 66%, 69% および 73% 区 (3~5°C 区ではさらに 75% 区) を設けた。この湿度を作るのに飽和塩溶液の適当なものが見当たらず, また塩類で調湿すると外気温の変化 (とくに常温区) に応じて濃度が変わり, それにつれ湿度が変動するので, 変動の少ない硫酸を使用し調湿した。試験は 39 年 2 月

点線は 37 年, 実線は 38 年を示し, 図中の数字は調湿区の相対湿度を示す

第 9 図 3~5°C 冷蔵庫内の各調湿区に貯蔵した子実の品質変化

実線はむき実，点線はさや実を示し，図中の数字は調湿区の相対湿度を示す

第10図 当研究室の各温度区に硫酸で調湿して貯蔵した子実の品質変化

から10月まで行ない，得た結果は第10図のとおりである。常温区（10-1-1図）では73%区が6月にはかっ色の斑点を生ずるものが出現し，市場性を保持しうる限界点にきていた。66%と69%区のものはやすぐれていたが，これとても8月には市場性を失っていた。10～12°C区（10-2-1図）では常温区よりすべて品質がすぐれていた。しかし73%区のは8月に普通品程度まで品質が低下した。さらに3～5°C区（10-3-1図）のものはすべて品質がすぐれていたが，この低温でも75%区は8月，73%区は10月にかっ色の斑点を生ずるものが出現した。すべての温度区で66%と69%調湿区の間には品質の優劣の差がなく，ともにすぐれていて両湿度が貯蔵に適した条件であり，また73%の湿度では品質が悪化することがわかった。3～5°Cと10～12°Cとの両試験区の間に品質の優劣の差は少なく，3～5°Cでも2年間の貯蔵は無理である。貯蔵温度を下げても貯蔵適湿度はほとんど変わらず，いっぽう低温の場合に湿度を低く保つことが技術的に困難であること，さらにラッカセイを出庫する際に外気温との差が大きいと水滴が附着して，出庫後の保存期間を短くすること，低温を保持するためには経費がかさむことなど考えると温度10～15°C，湿度69%以下の条件がすぐれている。

要 約

千葉県産ラッカセイの完熟粒を使用し，種々の温湿度の組合わせを作って貯蔵試験を行ない，官能審査と脂肪

酸度とを指標として，貯蔵中の品質変化を調査した結果，つぎのことがわかった。

（1）常温で貯蔵する場合には子実の水分を6.5～8%とし，相対湿度68%以下でさや実貯蔵することがよく，相対湿度73%以上では品質が悪化する。

（2）温度10～15°Cの低温では，子実の水分を6.5～8.5%とし，相対湿度56～69%に維持し，むき実貯蔵することは品質保持の点からも有効であり，かつ経済的にもっともすぐれている。

（3）温度3～5°Cでは相対湿度60～70%，子実の水分9.5%以下の場合に品質がすぐれている。しかし相対湿度73%以上では品質が低下する。

（4）収穫，調製する際の子実の品質，および水分が貯蔵中のラッカセイの品質に及ぼす影響が大きく，本県の気象条件では湿度が高いために人工乾燥および防湿することが肝要である。

終りに本研究の費用の1部は農林省総合助成補助金，および千葉県特用作物振興対策費によったもので，記して謝意を表する。また御協力を賜った当場長森田三良氏，県農林部川代賢氏，および八街倉庫株式会社丸本太郎氏に深謝する。

文 献

- 1) PONS, W.A., JR, MURRAY, M.D., O'CONNOR, R.T. and GUTHRIE, J.D.: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **25**, (9), 308 (1948).
- 2) STAUBURY, M.F. and GUTHRIE, J.D.: *J. Agr. Research*, **75**, 49 (1947); *Chem. Abst.*, **41**, 7776 h (1947).
- 3) WOODROOF, J.G.: *Food Ind.*, **17**, 1302 (1945); *Chem. Abst.*, **40**, 1246^g (1946).
- 4) WOODROOF, J.G. and CECIL, S.R.: *Food Eng.*, **23**, (11), 129 (1951).
- 5) MATHUR, P.B., PRASAD, M. and SINGH, K.K.: *J. Sci. Food Agr.*, **7**, (5), 354 (1956).
- 6) 福田稔夫・前沢辰雄：食品工誌，**10**, (6), 232(1963).
- 7) 永原太郎・堤 忠一：食糧研，**16**, 5 (1962).
- 8) *Am. Assoc. Cereal Chemists: Cereal Laboratory Methods*, (6th ed.), p. 20 (1957).
- 9) REZNIKOVA, S. B.: *Trudy Vsesoyuz. Nauch. Issledovatel. Inst. Konditerskoi Prom.*, **1941**, 115; *Chem. Abst.*, **37**, 6046^g (1943).

(1965年7月6日受理)