穀類の地中貯蔵に関する研究 (第 1 報)

Studies on Under-ground Storage of Cereals (Part 1)

廃坑利用の実施

Storage in an Abandoned Mine

(昭和 45 年 3 月 10 日 受理)

満 田 久 輝* 河 合 文 雄**
(Hisateru Mitsuda) (Fumio Kawai)

Under-ground storage of rice grain was experimented at an abandoned mine in Shikoku Island, basing on the same principle of the under-water storage that was carried out at Lake Biwa from April 14th of 1969. The packaging materials for the under-ground storage of rice were endowed with the same features as those of the materials used for the under-water storage. The packaging system was consisted of three layers; inner, middle and outer bags. A particular attention was paid for the outer bag to avoid from the possible ravages of field rodents. Several kinds of plastic materials were tested in all combinations of two for the inner bag, five for the middle bag and three for the outer bag. The gas and water-vapor transmission of several laminated films used in this experiment and the results of drop test for the middle bags made of them were shown. Plastic bottles were also tested as another type of the storage container. Eighteen bags and two plastic bottles containing brown rice were transported by truck, ropeway and mine truck to the storage place, 570 m deep in a gallery, where the air temperature ranges from 9 to 11.5°C in one year, while the relative humidity is over 94 % due to underground water. After every year, the stored rice is to be tested by physical, biological and organoleptical means and the results to be compared with the rice stored open under the conventional storage condition.

著者らは先に穀類の新貯蔵法として、プラスチック積層フィルム製の容器に穀類を封入密閉し天然の低温な場所¹⁾に貯蔵するいわゆる水中、地中貯蔵法を提案した¹⁾。水中貯蔵については実験室規模ならびに屋外での小規模実験を終えて昭和44年4月14日より琵琶湖において実用の規模で実験を開始し、沈設、浮上作業ならびに貯蔵穀類の品質変化の追跡試験などにおいて予期した成果を得ている^{2)~4)}。他方地中貯蔵についても種々の予備試験、予備調査を経て、昭和44年8月10日より四国地区の銅山廃坑において実際の規模での実験を開始した。

この地中貯蔵法は水中貯蔵法と同じ着想で、地中あるいは廃坑の坑道と湿気遮断性、気体遮断性、破袋強度、淡水、鉱水に対する耐久性などにおいて適切な条件を具備した積層フィルム製容器に穀類を密封貯蔵する方法である。一般に地熱地帯以外では、地下1m内外は外気温の影響を受けるが、10~20m以下(地下水の影響も大きい)では1年を通じて恒低温帯が容易に得られる¹⁾。ま

た廃坑を利用する場合は鉱石搬出用の軽便索道、トロコ、エレベーターその他の運搬輸送施設がそのままあるいは一部変更するだけで利用できる利点がある。さらにこのような地中貯蔵のための諸条件が確立された場合には、本法が比較的簡便な方法であるため農家などでの小規模単位で汎用される可能性が大きいと思われる。

地中貯蔵のための容器は先に述べたように本質的には水中貯蔵のための容器と同じものが用いられるが、水圧による破袋の危険性や魚類による損傷がない反面、鉱水による影響や鼠害などが予想される。したがって本実験においては防鼠加工をほどこした外袋の効果を検討するとともに簡便な農家個人単位での利用性を確立するため内袋の種類とその必要性の有無についても調査することにした。以下実験に用いた包装材料ならびに実施の概要について報告する。

貯蔵施設ならびに設置要領

1) 貯蔵場所の選定

予備調査の結果、愛媛県西条市の住友金属鉱山(銅山)

* 京都大学農学部食品工学教室

** (財)生産開発科学研究所食品工学研究室

Fig.1. A sketch of experiment

i)

ii)

iii)

iv)

v)

vi)

基安（もとやす）本坑が温度、輸送および管理などの点で好ましいことが判明したため貯蔵場所をここに選定した。同鉱山は別子銅山に隣接し、その坑口は四国山脈の寒風山（標高1,765 m）山頂近くにあるが、国道194号線の沿線に位置し交通には全く不便でない。同鉱山の基安本坑は3年前より廃坑となっているが、現在換気用コンプレッサーは作動しており搬出用の軽便索道、照明その他の施設も使用可能であり、かつ1日1回の巡視も行なわれており貯蔵中の管理にも好都合である。貯蔵場所は坑口より水平道を約570m入った地点で、高さ約2.7m、面積約36 m²の広さである。坑内温度は年間9～11.5°Cで米の貯蔵に適している。坑内は有害ガスによる汚染はないが落水、湧水があり、少数の野鼠が棲息する。

2) 運搬および設置

米を封入した容器は鉱石搬出経路の逆経路により搬入した。すなわち軽便索道の終点(枝折)までトラック輸送し、枝折から基安中継点までは小型軽便索道(30kg用)を利用し、基安中継点から坑口までは大型索道(300kg用)を利用した。坑口から貯蔵場所までの坑内運搬はトロッキ（電気牽引車）によった。貯蔵には30 kg入り単位のもをを外袋に入れ床板上に並置した。

3) 試料

実験に供した試料は滋賀食糧事務所より購入した昭和43年度産水稻うるち玄米（品種マンリョウ、3等）である。試料は包装直前に乾燥し水分含量13.4%に調製した。なお特に殺菌処理は行なわなかった。

4) 包装

中袋としては以下の素材から成る各種積層フィルムを試作し、1袋30 kg単位で密封した。

- ①サランラテックス加工ナイロン
- ②サランレジン加工ナイロン
- ③サランラテックス加工ポリプロピレン
- ④サランラテックス加工アルミ蒸着ナイロン
- ⑤サランラテックス加工エチレン酢酸ビニール共重合体

なお各素材の厚さは、サランラテックス3 μ 、サランレジン2 μ 、ナイロン25 μ 、ポリプロピレン50 μ 、エチレン酢酸ビニール重合体200 μ である。なお熱シール性を付与するために、すべてポリエチレン50 μ をラミネートしてある。これら積層フィルムの破袋強度ならびに湿気ならびに気体遮断性を測定した結果をTable 1に示した。

また内袋はナイロン袋(25 μ)あるいは市販の米麦袋（ポリプロピレン製編袋）を用いたが、特にこれらの内袋を用いない区分も設けた。以上の内袋および中袋を組合わせ合計18個とし、それを7個の外袋に入れた。外袋はラムタリンあるいはナラマイシンで防鼠加工したフレコンと全く防鼠加工しないフレコンを用いた。なおこれら積層フィルムのほかにポリ塩化ビニール製容器(30 kg入り)2個も同時に設置した。

5) 貯蔵条件

試験区は下記の2群に分類し、別に対照区を設けた。

試験区(I)：空気存在下で密封した

(II)：炭酸ガス存在下で密封した

Table 1. Gas and water-vapor transmission of several laminated films and the results of drop test for the middle bags made of them

Laminated films	Gas transmission ^{a)}		Water-vapor transmission ^{b)}	Drop test ^{c)}	
	O ₂	CO ₂		1.6m	10m
Saran latex coated nylon film laminated with polyethylene	4.9	58	0.347	>100	6
Saran resin coated nylon film laminated with polyethylene	5.2	81	—	—	—
Saran latex coated Al-nylon ^{d)} film laminated with polyethylene	5.7	115	0.237	>100	6
Saran latex coated polypropylene film laminated with polyethylene	15	57	—	15	1
Saran latex coated ethylenevinyl acetate copolymer film laminated with polyethylene	25	44	0.468	—	—

a) ml/m²/24hr./atm.

b) g/m²/24hr. 50% R. H. 23°C

c) Dropping times required to break the bag of 335×700 mm dimensions containing 10 kg of brown rice.

d) Al metallizing nylon

対照区：市販の麻袋に入れ常温倉庫内に保管した。

6) 設置作業の実施

昭和44年8月9日包装した試料を愛媛県西城市枝折までトラック輸送し、さらに前述のように基安中継点まで軽便索道で運搬集結した。一夜屋内倉庫に保管し、翌10日午前8時より作業を開始し前述の要領で坑内に運搬し午前10時設置を完了した。Fig. 1 (i)～(vi) は輸送ならびに設置時の記録である。

考 察

貯蔵のための運搬ならびに設置作業は快晴に恵まれ順調に終了した。今後適宜の時機に数回試料を採取し、貯蔵方法の検討、米の品質変化の程度を知るための生化学的分析を行ない、対照区のそれと比較検討する予定である。

終わりに臨み、貯蔵用フィルムの提供ならびに作業実施にあたり種々ご協力賜わった生産開発科学研究所、ユニチカKK、住友化学KK、積水化学KK、旭ダウKK、大陽工業KKに厚く感謝いたします。また貯蔵地の使用を許可された住友金属鉱山KK、ならびに設置にあたりご便宜を頂いた同社別子鉱業所第1生産部採鉱課鉱務係勤務基安詰、伊藤勉氏に深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 満田久輝：栄養と食糧, 22, 1 (1969)
- 2) 満田久輝, 久我陸男, 河合文雄：栄養と食糧, 22, 570 (1969)
- 3) 満田久輝, 久我陸男, 河合文雄：栄養と食糧, 22, 574 (1969)
- 4) 満田久輝, 久我陸男, 河合文雄：栄養と食糧, 22, 578 (1969)